

· 동향과 이슈 · 2015. 11. 16. | 제22호



오픈 사이언스(Open Science)에 관한 OECD 논의 동향과 시사점

신은정

개요

■ OECD를 중심으로 오픈 사이언스(open science) 프로젝트가 구체화되고 있음

- OECD는 2004년부터 공공연구 성과물(출판물 및 데이터)에 대한 접근성을 제고하는 차원에서 오픈 사이언스를 논의해 왔으며, 최근 10월 대전에서 개최된 OECD 과학기술장관 정상회담에서 오픈 사이언스 프로젝트가 핵심 의제로 논의됨
 - 본고는 OECD 과학기술장관 정상회담 논의의 핵심 자료로 활용되었던 OECD(2015) “Making Open Science a Reality” 보고서에 입각하여, 최근 OECD국가 중심으로 추진된 오픈 사이언스 정책 동향 및 시사점을 요약·소개함

■ OECD 오픈 사이언스 프로젝트는 오픈 사이언스 관련 다양한 활동 중의 한 줄기가 됨

- 오픈 사이언스는 과학계에서 연구 자료를 공개·검증하는 개방적 연구 규범을 지칭하는 개념으로 도입되어, 개방적 연구협력을 도모하는 다양한 활동과 과학의 긍정적 외부효과를 제고하기 위한 활동들을 개념화하는데 활용되고 있음
- OECD 오픈 사이언스 프로젝트는 공공연구의 성과물(출판물 및 데이터)을 디지털 포맷으로 공개하여 이들 자료에 대한 접근성을 제고하는데 초점을 맞추어 왔음
 - 공공자금으로 지원된 연구의 출판물을 오픈 액세스 저널이나 오픈 액세스 데이터 서고에 게재하여 누구든지 활용할 수 있도록 권장하고 있음
 - 더불어 공공연구에 활용된 연구 데이터에 대해서도 적절한 형태로 공개, 공유하여 이를 통한 사회경제적 편익을 제고하고자 함
- OECD 오픈 사이언스 프로젝트의 주요 참여 주체는 각국의 정부, 연구자금을 지원하는 편당기관 및 비영리재단, 민간 출판사, 도서관과 디지털자료 서고, 데이터 센터, 그리고 연구자와 대학, 공공연구기관 등이 있음

■ OECD 오픈 사이언스 프로젝트의 주요 실행 수단은 크게 세 가지임

- 의무이행조항(mandates)의 도입 : 연구자금을 지원하는 편당기관이나 정부에서 공공연구의 성과물을 오픈 액세스 형태로 공개하도록 의무화하는 조항을 도입하고 있음
- 인센티브(incentives)의 도입 : 편당기관에서 오픈 액세스 저널에 연구 성과물을 공개할 때 필요한 논문투고비용을 지원하여 성과물 공개를 유도하거나, 연구기관 및 연구자 협의체를 중심으로 이러한 성과물 공개, 데이터 공개에 관한 인정(recognition)과 보상(rewards)메커니즘을 만들어가기 시작함

개요

- 역량강화수단(enablers)의 구축 : 오픈 사이언스 프로젝트가 구현될 수 있는 법제도적 환경, 물리적 인프라, 그리고 관련 전문 인력 및 기술에 관한 투자가 진행 중임

〈OECD 오픈 사이언스 프로젝트의 이행 수단〉

정책 수단	주요 내용
의무이행 조항	<ul style="list-style-type: none"> · 공공연구자금을 받는 경우 혹은 국가 전략이나 기관 정책으로 공공연구성과물을 디지털 포맷으로 공개하도록 하는 의무 조항 (예: 유럽연합의 EU Horizon 2020, 미국 OSTP 및 NIH 정책 등)
인센티브	<ul style="list-style-type: none"> · 펀딩기관에서 연구성과물에 대한 오픈 액세스 저널 논문투고비용 지원 (예: EU Horizon 2020, 네덜란드 등의 연구펀딩기관) · 오픈 액세스 준수지침을 연구자 평가 및 기관 평가에 반영 (예: 벨기에 Liege대학) · 연구성과물뿐만 아니라 연구데이터의 ID, 활용 표시, 인용 제도 등을 도입, 데이터 공유 촉진(예: CERN의 데이터셋 인용제도)
역량강화 수단	<ul style="list-style-type: none"> · 출판권 법령 정비를 통해 기 출판된 연구 성과를 추후 온라인에 공개, 공유할 수 있도록 유도(예: 독일, 영국) · 디지털 도서관, 데이터 서고(repositories) 및 데이터 센터 구축 (예: EU OpenAIRE, 미국 NLM의 PubMedCentral 등) · 출판사도 다양한 형태의 오픈 액세스 저널 발간(예: PLoS, arXiv 등) · 공공연구기관 및 대학 : 데이터 클리닝, 큐레이션, 관리인력 및 지식 생산

■ 지금까지의 오픈 사이언스 프로젝트 추진 현황에 대한 평가와 시사점을 요약하면 다음과 같음

- 오픈 사이언스 프로젝트의 기본 원칙에 대한 재조명이 필요함
 - 오픈 사이언스는 수단이지 최종 목적이 아니며, 일반 원칙을 공유하되 지역적 실정에 맞는 실천이 중요함
- 오픈 사이언스 프로젝트의 실효성 제고를 위해 오픈 데이터에 관한 추가적 투자가 요구되며, 오픈 데이터 정책의 경우 강제적 의무조항보다 인센티브 및 역량강화수단을 마련하는데 주력할 필요가 있음
- 오픈 사이언스 프로젝트의 확산을 위해 법제도적·물리적 인프라 정비가 지속되어야 하며, 중장기적 관점에서 재정적 지속가능성, 인력 및 기술의 전문화를 위해 준비해 나가야 함



I 오픈 사이언스에 관한 OECD 논의 배경

■ 오픈 사이언스(Open Science)에 관한 사회경제학적 가치 재조명

- 오픈 사이언스는 Merton(1942)에 의해 제시된 과학계 지식 생산의 규범(norms)
 - 개인보다 과학계 커뮤니티 전체가 지식을 개방·공유·누적으로 발전시키는 과정을 근대 과학 발전의 근간으로 보고, 이러한 집단적 지식 생산을 가능하게 하는 핵심 규범이 “Open Science Norm”이라 진단함
 - Merton(1942)에서 “오픈 사이언스(Open Science)”는 자신의 연구 성과와 과정을 공개하여 후속 검증 및 추가 연구를 가능케 하는 과학계의 비공식 규범이자 이러한 규범에 근간한 근대 과학 지식의 생산체계를 일컬음(OECD, 2015:10 재인용)
- 이후 David(2003)는 오픈 사이언스의 공공성과 긍정적 외부효과를 강조
 - 제도경제학자 David(2003)는 사유화된 정보재와 달리 공공부문에서 생산된 과학 지식이 경제적 가치로 모두 환원되지는 않지만, 상당한 사회적 편익(긍정적 외부효과)을 창출하는 것에 주목하여 공공부문 과학지식 생산·확산메커니즘을 오픈 사이언스라고 지칭함(OECD, 2015:10 재인용)

■ 오픈 사이언스(Open Science)는 인터넷의 보급, 디지털 연구자원의 축적 등에 힘입어 2000년대 초반부터 OECD를 중심으로 이론적 논의를 넘어서 글로벌 정책 어젠다로 논의되기 시작함

- 인터넷의 보급, 연구 자료의 디지털화 등으로 글로벌 차원에서 연구 데이터를 공개·공유하는데 필요한 시간적·비용적 제약이 급감하고 있음
 - 2013년 OECD 회원국의 인터넷 이용자 수는 성인(16-74세) 평균 80%로 2005년 60%보다 20% 포인트 증가했고, 데이터 저장비용도 1998년 이후 급감하여 1기가 바이트 데이터의 저장 비용이 1달러 미만으로 저감됨(OECD, 2014)
 - * 1기가 바이트 저장비용 : [HD디스크] 약 55달러('98년) → 약 10달러('00년) → 1달러 미만('05년)
 - [SS디스크] 약 40달러('07년) → 약 10달러('08년) → 1달러 미만('12년)
 - ICT로 인한 비용·시간 절감으로 인한 편익을 극대화하기 위하여 연구성과를 디지털 포맷으로 공개·공유하려는 움직임이 가속화되고 있음
 - 특히 공적 자금으로 추진된 연구 성과의 경우 온라인 출판을 통해 공공의 편익을 확대하려는 움직임이 가속화되고 있음

- 2004년 OECD 과학기술장관 회의에서 공공연구의 성과를 디지털 형식으로 개방, 글로벌 차원에서 연구 데이터에 대한 접근성을 높이기 위한 노력이 시작됨(OECD, 2007)
 - OECD 30개국과 이스라엘, 러시아, 중국, 남아프리카공화국이 참여한 2004년 과학기술 장관 회의에서 “Declaration on Access to Research Data from Public Funding” 채택
- 2004년 선언에 근거하여 과학기술정책위원회(Committee for Science and Technology Policy, CSTP)에서 공공연구 데이터 개방에 관한 논의가 발전되어 옴
- 특히 2006년부터 공공연구 데이터 개방에 관한 원칙과 지침 개발을 위한 실무프로젝트가 추진되어 2007년 “OECD Principles and Guidelines for Access to Research Data from Public Funding”을 발간
- OECD 이외에도 UNESCO, EU, World Bank 등과 같은 국제 기구와 개별 국가기관 차원에서 공공연구 데이터를 공개·활용을 장려하는 프로그램들이 확산되어 옴(OECD, 2015:13)

■ OECD의 전방위적인 오픈 사이언스 프로젝트 추진(안)

- OECD(2015)의 “Making Open Science a Reality”보고서를 통해 오픈 사이언스에 관한 논의의 장을 확장함
 - 2015년 OECD의 과학기술정책위원회(CSTP) 기술혁신정책 워킹그룹(Working Party on Innovation and Technology Policy, TIP) 중심으로 오픈 사이언스에 관한 국가별 동향과 관련 논의를 종합, 10월에 개최된 OECD 과기장관 정상회담 자료로 제공함
- OECD 차원에서 오픈 사이언스 프로젝트를 논의한 지 10여년이 지난 2015년 10월, 대전에서 열린 OECD 과기장관 정상회담에서 오픈 사이언스 프로젝트는 Knowledge Triangle, Innovation Policy Platform에 관한 논의와 함께 핵심 어젠다로 논의됨
- 본 고에서는 OECD(2015) 및 지난 10월 개최된 OECD 과학기술장관 회담 논의내용을 중심으로 OECD의 오픈 사이언스 프로젝트 현황과 시사점을 소개함

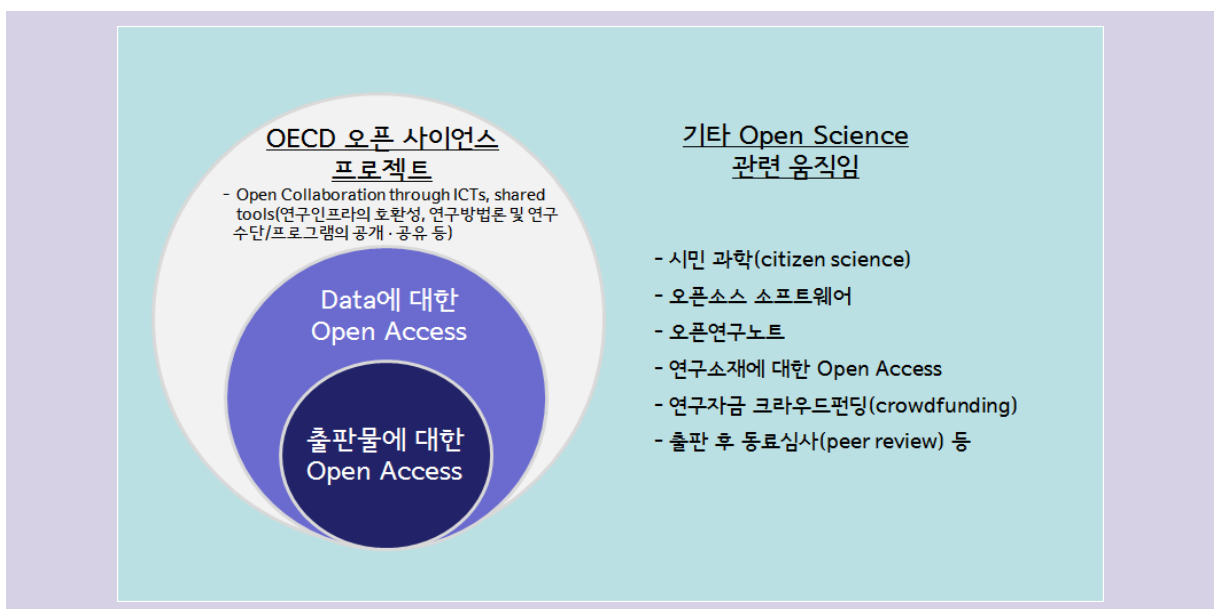


II OECD 오픈 사이언스 프로젝트의 기본 현황

1. OECD 오픈 사이언스(Open Science) 프로젝트의 범주

- OECD의 오픈 사이언스 프로젝트는 중장기적으로 출판 이후(post-publication)뿐만 아니라 출판 이전(pre-publication) 단계에서 생산된 연구 자료에 대해서도 접근성을 제고하고자 함
- OECD의 오픈 사이언스 프로젝트는 지금까지 공공연구(public research)로부터 생산된 출판물과 데이터에 대한 접근성을 높이는데 초점을 맞추어 왔음(OECD, 2015:9)
- 하지만 중장기적으로 OECD가 기획하고 있는 오픈 사이언스 프로젝트는 보다 폭넓은 개념임
 - 출판 이후 단계(post-publication stage)에서 성과물에 대한 접근성을 제고하는 일뿐만 아니라, 출판 이전 단계(pre-publication stage)에서 생산된 연구자료, 연구방법론, 분석 프로그램, 정보코드 등에 관해서도 공개·공유하려고 시도하고 있음
 - 또한 연구 전 과정에서 일어나는 공개·공유 활동이 효과적으로 작동될 수 있도록 정보 시스템의 정비, 연구 인프라 간 호환성(interoperability) 제고 등과 같은 인프라 정비 과정을 포괄함(OECD, 2015:14)

그림 1 OECD 오픈 사이언스(Open Science) 프로젝트의 범주



자료 : OECD(2015)의 내용을 토대로 저자 작성

- 광의의 오픈 사이언스는 과학계 연구 성과의 공개·공유를 통한 사회경제적 편익 제고이므로, OECD 프로젝트 이외에도 오픈 사이언스 촉진을 추진 중인 다양한 움직임들이 존재함
 - OECD 프로젝트가 주로 공공 연구의 출판물과 데이터 공개를 중심으로 추진되고 있다면, 일각에서는 과학생산과정에 시민의 참여를 유도하거나 연구자금조달과정에 다양한 민간 주체들을 동원하여 과학생산과정 자체를 개방해 나가는 움직임이 존재함
 - 한편 연구출판물과 데이터뿐만 아니라 연구과정에서 활용된 연구소재(research materials)나 연구노트를 공개·검증하거나, 출판 이후에도 연구내용에 대해 동료심사(peer review)를 진행하는 등 개방적 연구과정을 통해 과학적 엄격성(scientific rigor)을 제고하려는 노력도 동시에 추진되고 있음
 - 과학적 엄격성과 신뢰성을 강화하는 추세에서 더 나아가 디지털화된 대량의 데이터를 공개·연계·처리하는 과정 자체를 과학화·자동화하여, 데이터 중심적(data-driven) 의사결정·연구개발을 추진하려는 경향도 강화되고 있음

2. OECD 오픈 사이언스 프로젝트의 핵심 목표

- OECD 오픈 사이언스 프로젝트는 공공연구의 성과를 디지털 포맷으로 공개, 이용자의 접근성과 사회경제적 편익을 제고하는데 궁극적 목적이 있음
 - 공공연구에 대한 접근성을 높이고 활용도를 제고하기 위하여 급속히 발전하고 있는 정보통신기술(ICT)을 적극 활용하고자 하며, 이러한 노력이 개별 국가가 아닌 전 세계적 협력 체계 속에서 추진되도록 지원하고자 함
 - 구체적으로 오픈 사이언스 프로젝트를 통해 1) 국제적으로 중복 연구를 줄이고 규모의 경제를 도모하는 등 연구 효율성을 제고하고, 2) 연구결과에 관한 보다 정확한 검증을 가능케 하며, 3) 연구성과의 파급(spillover) 효과를 증대시키고, 4) 국제연구협력을 증진 시키고자 함(Marsan, 2014)

※ OECD 오픈 사이언스(Open Science) 프로젝트의 최종 목표

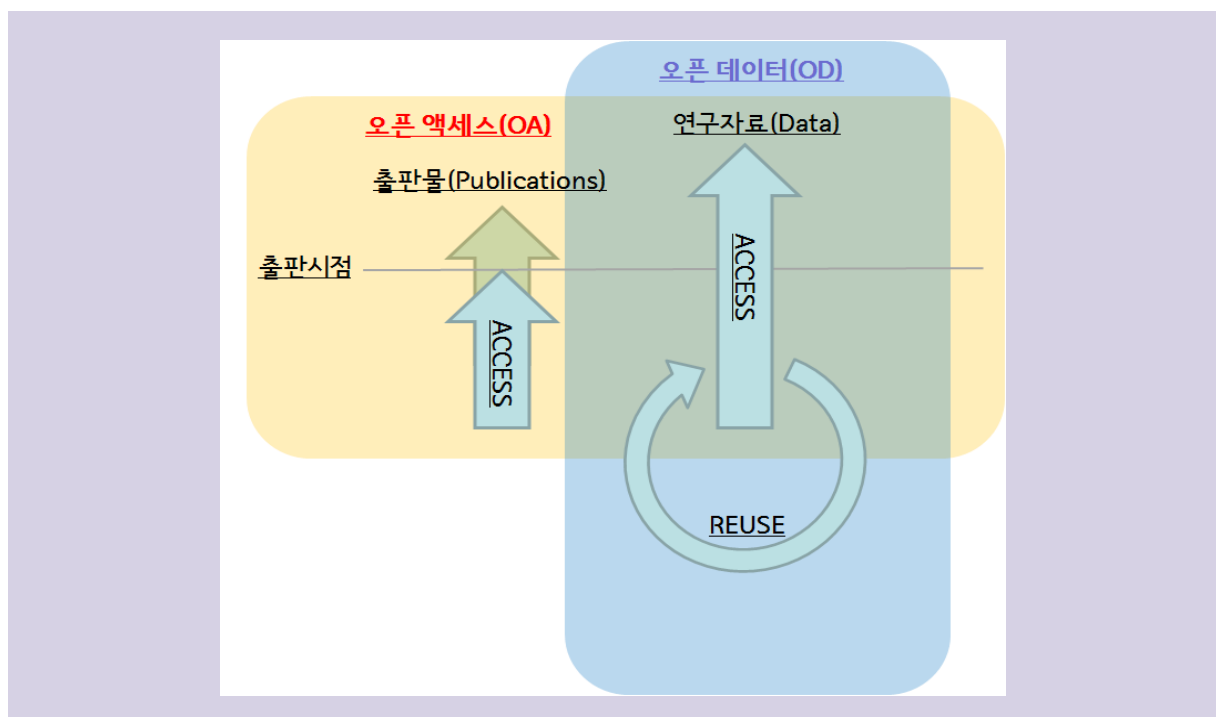
: 공공자금으로 지원된 연구 성과(출판물 및 데이터)를 디지털 포맷으로 공개하여 이용자가 보다 쉽게 접근하고 활용할 수 있도록 하고 과학커뮤니티뿐만 아니라 사회 및 기업부문 편익을 제고하고자 함(OECD, 2015)

- OECD 프로젝트는 과학계 “연구자” 뿐만 아니라 “기업 및 사회” 모두에게 사회경제적 편익을 제공하고자 함
 - 덴마크의 최근 설문조사결과(Houghton et al., 2011)에 따르면, 연구개발형 중소기업의 48%가 공공연구의 성과물이 자신들의 기업 활동에 매우 중요하다고 응답했으며, PubMedCentral의 일일 이용자 중 기업 비중이 17%에 이름(OECD, 2015 재인용)
 - 공공연구의 성과물을 공개하는 과업은 연구자뿐만 아니라 기업 및 사회 구성원에게도 직·간접적인 편익을 제공할 수 있음

3. OECD 프로젝트의 주요 구성

- OECD 오픈 사이언스 프로젝트의 주요 과제는 1) 공공연구의 출판물에 대한 오픈 액세스(Open Access Publishing, OA)를 확보하는 일과 2) 공공연구의 데이터에 대한 오픈 액세스(Open Access to Research Data or Open Data, OD)를 확보·재사용하는 일임

그림 2 OECD 프로젝트의 구성요소, OA와 OD



자료 : OECD(2015)의 내용을 토대로 저자 작성



■ 출판물에 대한 오픈 액세스(Open Access Publishing, OA) 확보 방안

- 연구성과물에 대한 오픈 액세스 시스템을 구축·유지하는 주체와 소요되는 비용을 충당하는 방식에 따라 다음과 같이 구분함
 - (Gold Open Access) 출판사에서 제공하는 오픈 액세스 저널 서비스로 출판비용을 논문 투고자나 후원자가 이용료(fees) 형태로 지불(예: PLOS)
 - (Green Open Access) 저자에 의해 논문 출판 전 혹은 출판 후에 이루어지는 자체 컬렉션(self-archiving)으로 연구기관이나 펀딩 기관에서 재정적 지원을 받아 구축, 관리하는 형태(예: PubMedCentral)

* "Open Access"라는 용어가 주로 Gold Open Access를 지향하는 오픈 액세스 저널에서 활용되고 있어, 공공연구 성과를 공개적으로 활용할 수 있도록 구축하는 Green Open Access정책을 미국과 캐나다 등지에서는 "Public Access"라고 별도로 지칭하고 있음(OECD, 2015:7)

■ 데이터에 대한 오픈 액세스(Open Access to Research Data or Open Data, OD) 확보 방안

- 오픈 데이터 프로그램은 데이터에 대한 접근 및 재사용에 있어 기술적·법적 제약이 없어 누구나 사용할 수 있도록 지원하는 것으로, 연구 데이터, 메타 데이터, 정부 데이터 등을 포괄적으로 다룸
 - 연구 데이터(research data)는 연구결과를 검증하기 위해 필요한 연구 자료이며, 메타 데이터는 이러한 데이터를 활용하기 위해 필요한 워크플로우 및 데이터 셋 자체에 관한 정보를 포함함
 - 오픈 정부데이터(Open Government Data, OGD)는 공공섹터 및 정부에서 제공하는 원 자료로서, 일반인이 접속, 자유롭게 이용·재이용·배포할 수 있도록 한 데이터를 일컫음

4. OECD 프로젝트의 주요 참여 주체

■ OECD 오픈 사이언스 프로젝트의 주요 주체는 지역, 국가, 글로벌 차원에서 활동하는 다음과 같은 기관들을 포함함

- 정부, 펀딩기관, NPO 및 재단
 - 대부분의 OECD 정부는 오픈 사이언스(open science) 및 오픈 거버먼트(open government)에 관한 이니셔티브를 도입, 공공연구 및 공공섹터에서 생산된 데이터를 공개하여 이용자들이 쉽게 활용할 수 있도록 유도하고 있음



- 미국 NIH와 같이 연구자금을 지원하는 펀딩기관이나 비영리재단에서도 공적 자금으로 연구를 수행하는데 대한 성과가 보다 직접적으로 사회에 활용되도록 하기 위해, 연구 책임자에게 오픈 사이언스 정책을 준수할 것을 점차 의무화하고 있음. 일부 펀딩기관은 오픈 액세스 저널 출판비용이나 데이터 공개에 소요되는 비용을 지원하여 연구성과물 공개를 유도하고 있음
- 비영리재단으로서 웰컴트러스트(Wellcome Trust), OKF(Open Knowledge Foundation), 게이트즈재단(Bills and Melinda Gates Foundation) 등도 오픈 액세스 정책을 적극 후원하고 있으며, 재단에서 지원하는 연구의 성과물을 공개하도록 권고하고 있음

● 민간 출판사 및 기업

- 민간 출판사에서는 전통적 형태의 출판 이외에도 오픈 액세스 저널을 별도로 출판하거나 기존의 출판 형태 안에서 일부 논문을 오픈 액세스 형태로 제공하는 하이브리드형 저널(hybrid journals)을 제공하는 등 출판 형태와 서비스의 폭을 넓힘으로써, OECD의 오픈 사이언스 프로젝트가 제도화될 수 있도록 지원함

* 대표적인 오픈 액세스 저널 : PLoS(Public Library of Science), BioMedCentral 등

● 도서관, 디지털자료 서고 (repositories), 데이터 센터 등

- 연구자료가 디지털화되어 공개, 공유, 확산되는 과정에서 전통적인 도서관도 디지털 자료의 클리닝, 큐레이션, 보존, 출판, 확산을 위한 새로운 역할을 부여받고 있음
- 대규모 데이터의 보관 및 처리를 위해 특화된 데이터 센터도 OECD의 오픈 사이언스 프로젝트를 실행하기 위한 핵심 인프라임

* 대표적인 데이터 센터 : UK Data Archive, ANDS(Australian National Data Service), ICAR(Indian Council of Agricultural Research) 등

● 연구자, 대학 및 공공연구기관

- 연구자는 과학계 연구성과물을 공개, 공유하는 규범을 실천하고 재규범화하는 주체이자 정부 및 펀딩기관의 오픈 사이언스 정책을 해석·실행하는 주체임
- 대학 및 공공연구기관은 오픈 사이언스 정책을 도입, 기관 소속 연구자들이 연구성과물을 공개하도록 장려하고 있으며, 대규모의 디지털화된 연구 자료를 관리·분석할 수 있는 전문가를 육성하는 역할 또한 담당하고 있음



● 글로벌 네트워크 및 국제 기구

- 오픈 사이언스에 관한 일국의 정책을 넘어서 글로벌 차원의 실천을 도모하기 위해 OECD, UNESCO, EU, World Bank 등과 같은 국제기구(intergovernmental organizations)들이 중요한 역할을 담당하고 있음
- 한편 연구자들의 글로벌 네트워크인 CERN(European Organization for Nuclear Research), GRC(Global Research Council), ICSU(International Council for Science), RDA(Research Data Alliance), EMBL-EBI(European Bioinformatics Institute) 등도 연구성과물과 연구데이터를 공개, 접근성을 제고하는 정책들을 채택·확산시키고 있음

5. OECD 프로젝트의 주요 수단

■ OECD 오픈 사이언스 프로젝트의 주요 이행 수단은 세 가지임

- 우선 연구자금을 지원하는 정부기관이나 펀딩기관 등에서 공공연구의 성과를 공개하도록 의무화하는 의무이행제도(mandates)가 존재함
- 다음으로 공공연구 성과물을 공개하고 오픈 액세스 시스템에 제공하기 위해 필요한 비용을 지원하여 연구 성과물의 온라인 공개를 유도하는 인센티브제도(incentives)가 존재함
- 마지막으로 오픈 액세스 및 오픈 데이터 관련 법제도를 정비하고 이를 실현할 수 있는 물적 인프라 및 인적 자원을 구축해나가 개별 주체가 오픈 사이언스 프로젝트에 참여할 수 있도록 지원하는 방식(enablers)이 있음

표 1 OECD 오픈 사이언스 프로젝트의 이행 수단

정책 수단	주요 내용
의무이행 (mandates)	· 공공연구자금을 받는 경우 혹은 국가 전략이나 기관 정책으로 공공연구성과물을 디지털 포맷으로 공개하도록 하는 의무 조항
인센티브 (incentives)	· 펀딩기관에서 연구성과물에 대한 오픈 액세스 저널 논문투고비용 지원 · 오픈 액세스 준수지침을 연구자 평가 및 기관 평가에 반영 · 연구성과물뿐만 아니라 연구데이터의 ID, 활용 표시, 인용 제도 등을 도입, 데이터 공유 촉진
역량강화 (enablers)	· 출판권 법령 정비 : 기 출판된 연구 성과를 추후 온라인에 공개, 공유할 수 있도록 유도 · 디지털 도서관, 데이터 서고(repositories) 및 데이터 센터 구축 · 출판사 : 다양한 형태의 오픈 액세스 저널 발간 · 공공연구기관 및 대학 : 데이터 클리닝, 큐레이션, 관리인력 및 지식 생산

자료 : OECD(2015), Marsan(2014)의 내용을 저자가 요약·도식화

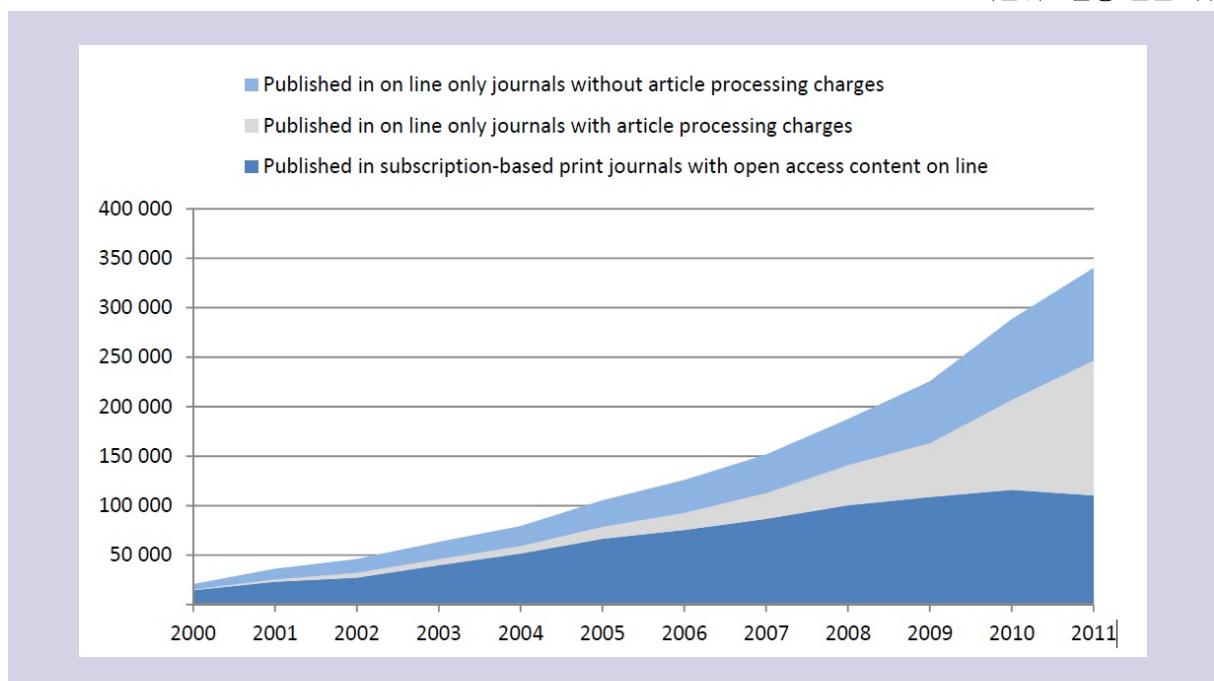
III OECD 오픈 사이언스 프로젝트의 추진 동향

1. 출판물 및 데이터에 대한 오픈 액세스(Open Access) 현황

- 최근 20여 년간 오픈 액세스 저널은 꾸준히 증가 추세임 (Laakso & Bjork, 2012; OECD, 2015 재인용)
 - 연구자가 논문투고료(article processing charges, APC)를 지불하고 오픈 액세스 저널에 출판하는 “Gold Open Access” 사례가 증가해 옴(〈그림 3〉, 회색 부분)
 - 출판사나 연구편당기관에서 APC를 기 지불하여 논문 저자가 추가적인 부담을 지지 않고 오픈 액세스 저널에 논문을 실는 사례도 늘어남(〈그림 3〉, 상단 파란색 부분)
 - 더불어 기존 저널에서 전통적인 논문 출판의 경로와 더불어 오픈 액세스 출판 경로를 동시에 제공하여 일부 논문에 대해서는 오픈 액세스 형태로 제공하는 “하이브리드형” 저널 또한 증가 추세임(〈그림 3〉, 하단 파란색 부분으로 유추)

그림 3 오픈 액세스 저널 논문 발행 추세(2000-2011년)

(단위: 발행 논문 수)



자료 : Laakso & Bjork(2012:124), OECD(2015:22)에서 재인용



■ 연구기관이나 저자가 자체적으로 디지털 서고를 마련, 논문을 제공하는 “Green Open Access” 모델 또한 성장 추세임

- 대표적인 “Green Open Access” 모델로서 바이오의료 분야 “PubMedCentral”과 물리·수학 분야 “arXiv”, 경제학분야 “RePEc” 등이 있음

표 2 오픈 액세스 디지털자료 센터의 주요 사례

오픈 액세스 센터 (OA digital repository)	기본 현황
PubMedCentral	<ul style="list-style-type: none"> · 바이오의료 및 생명과학연구 분야 출판논문 및 미발표논문 전문 제공 · 미국 국립보건원(NIH) 산하 국립의학도서관(NLM)에서 후원 · 2000년 설립되어 2014년 현재 320만 논문 수록 · 무료 액세스가 원칙이며 저자에 대한 출판권은 인정해야 함 · 경우에 따라 출판사에서 최대 12개월까지 공개 기한을 연기 요청할 수 있음 * (URL) http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/
arXiv	<ul style="list-style-type: none"> · 초창기 물리학 분야에서 출발했으나 현재 수학, 컴퓨터과학, 통계학 등으로 확장 · 1991년 시작된 대표적인 오픈 액세스 디지털 서고 · 초기 Los Alamos National Laboratory에서 관리하다가 현재는 코넬대 도서관에서 운영 중이며, arXiv 과학자문위원회(학술이슈)와 arXiv 지속가능성 자문위원회(재정이슈)의 감독을 받고 있음 * (URL) http://arxiv.org/help/general
RePEc	<ul style="list-style-type: none"> · 경제학 분야 오픈 액세스 디지털 서고로서, 1997년 82개국의 자발적 협력 아래 만들어진 분권화된(decentralized) 문헌서지 DB의 연합체 · 2014년 현재 1,800개 저널의 약 140만개 논문과 3,800여개 워킹페이퍼 수록 · 출판사에서도 RePEc에 자신들의 콘텐츠를 연동시키고 있음 * (URL) http://repec.org

자료 : OECD(2015:78)의 내용을 저자가 발췌·요약

- Bjork et al.(2010)과 UNESCO(2012)의 추산에 따르면 “PubMedCentral”과 “arXiv”의 경우 바이오의료 분야 연구 및 물리학·수학 분야 전체 출판 논문의 94%를 커버하고 있고, 이들 센터에서 보유한 논문을 모두 합치면 전체 Green Open Access로 제공되는 논문의 38%에 이룸(OECD, 2015:22 재인용)



2. OECD 회원국의 오픈 사이언스(Open Science) 관련 정책 동향

■ 최근 OECD 회원국에서 오픈 사이언스 진흥을 위한 자체 계획과 프로그램이 확산되고 있음 (OECD, 2015:71-72)

- 공공연구의 성과를 온라인 플랫폼에 공개하도록 의무화하고 연구데이터 등을 공개·공유하도록 유도하는 정책들이 개별 국가 및 개별 국가를 넘어선 지역 단위에서도 지속적으로 개발, 연구 현장에 적용되고 있음

표 3 오픈 사이언스에 관한 OECD 회원국의 정책 동향

구분	추진 주체	주요 내용
지역	유럽 연합	<ul style="list-style-type: none"> • 2014-2020년 과학기술혁신 분야 EU프로그램인 [Horizon 2020]에서 오픈 사이언스 진흥을 위한 의무이행조항 및 인센티브를 마련함
개별 국가	핀란드	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 교육문화부에서 Open Science and Research Initiative(ATT)를 채택, 연구출판물 및 데이터에 대한 접근성을 높이고 개방적이고 투명한 연구협력 토대를 조성해 가기 위한 프로그램 추진
	영국	<ul style="list-style-type: none"> • 오픈 액세스를 기업혁신기술부(BIS)의 UK Government Transparency Agenda의 핵심 이슈로 다루고, 출판된 연구성과에 대한 접근성을 제고하기 위한 국가실무회의에서 관련 지침을 개발, 배포함 • UK 연구회(Research Council)에서 공공연구 성과를 공개, 접근성을 높이도록 권고함
	캐나다	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 개정된 STI 전략에서 정부지원 연구의 성과에 대한 접근성을 향상시키기 위한 방안을 다루고 이를 위한 이행 계획을 수립함
	미국	<ul style="list-style-type: none"> • 2013년 백악관 과학기술정책실(OSTP)에서 연방정부 소속 연구관리기관(예: NSF, NIH 등)에 연방정부 자금으로 지원된 연구의 결과에 대해 접근성을 높이는 방안을 모색하도록 지시
	기타	<ul style="list-style-type: none"> • 영국, 핀란드, 캐나다, 호주, 벨기에, 프랑스, 미국 등은 다양한 이슈에 관한 정부데이터(OGD) 공개정책을 도입, 시행 중임

자료 : OECD(2015:71-72)의 내용을 저자가 요약·도식화

- 정부 및 공공기관뿐만 아니라 연구자 협의체, 비영리재단 등에서도 오픈 사이언스 정책을 지원하고 실행하는 기관이 증가함
 - 대표적인 연구자협의체로 CERN, GRC, ICSU, RDA, EBI 등이 있으며, 비영리재단으로서 웰컴트러스트, OKF, 게이트즈재단 등이 있음

■ 현재 가장 보편적인 정책수단은 오픈 액세스 관련 의무이행조항(mandates)을 도입하는 것임

- 상당수의 정부 및 연구편당기관에서 공공연구의 성과물을 디지털 포맷으로 공개, 이용자의 접근편의성을 제고하도록 의무화하는 규정을 채택하고 있음
 - 의무조항은 공공연구의 성과물을 일정 기간 내 외부에 공개·활용될 수 있도록 하는 조치를 포함하고 있음
 - 하지만 오픈 액세스 저널에 출판(Gold OA)을 할지 혹은 오픈 액세스 데이터 서고에 게재(Green OA)를 선택할지와 같은 구체적인 사항은 언급하지 않아, 연구자의 판단이 우선될 수 있도록 하고 있음(OECD, 2015:88)
 - 예외적으로 영국은 오픈 액세스 데이터서고에 게재하는 것을 우선시하고 있으며, 네덜란드는 오픈 액세스 저널에 게재하는 것을 권장함

표 4 오픈 사이언스에 관한 의무이행조항(mandates) 도입 동향

추진 주체	주요 내용
유럽 연합	<ul style="list-style-type: none"> · [Horizon 2020]에서 그랜트(grants)를 받은 연구자는 연구 성과를 오픈 액세스(OA) 저널이나 OA 디지털 서고에 수록하도록 의무화하고, 오픈 액세스 저널 투고시 발생하는 논문투고비용을 지원할 수 있도록 함
미국	<ul style="list-style-type: none"> · 과학기술정책실(OSTP)에서 공공연구의 성과물을 공개하도록 지시 · 국립보건원(NIH) 등은 오픈 액세스 정책을 확대, NIH에서 지원하는 모든 공공연구의 성과물을 PubMedCentral에 게재하도록 하고자 함
벨기에	<ul style="list-style-type: none"> · Wallonia-Brussels Federation(지역편당기관 규정)에서 연구성과를 관련 기관의 디지털 서고에 업로드 하도록 요청
일본	<ul style="list-style-type: none"> · 일본과학기술청(Science and Technology Agency)에서 오픈 액세스 정책을 권장함 · 일본 문부성(MEXT)에서는 박사논문을 오픈 액세스 형태로 출판하도록 의무화함
호주, 코스타리카, 덴마크, 에스토니아, 독일, 스위스, 영국	<ul style="list-style-type: none"> · 정부 및 연구편당기관에서 오픈 액세스 정책 의무화조항 도입
캐나다, 노르웨이	<ul style="list-style-type: none"> · 오픈 액세스 정책을 의무화하는 것을 검토 중임

자료 : OECD(2015) 및 Martan(2014)의 내용을 저자가 종합하여 재요약

- 연구 출판물(publications)에 비해 연구 데이터(data)에 대한 공개 의무조항은 보편화되지 않은 상황임(OECD, 2015:14)

■ 일부 펀딩기관 및 비영리재단에서는 의무이행조항과 함께 연구자들에게 인센티브(incentives)를 제공, 오픈 사이언스 정책이 자발적으로 구현될 수 있도록 유도하고 있음

- 펀딩기관 등에서 제공하고 있는 대표적인 인센티브는 오픈 액세스 저널에 논문을 투고할 시 발생하는 논문투고비용(APC)을 지원하는 것임
- 이외에도 오픈 액세스 정책 및 오픈 데이터 정책을 효과적으로 추진하기 위해 오픈 사이언스에 관한 연구자의 인식과 행태를 연구하고, 그 결과를 반영하려는 시도도 지속됨
- 특히 출판물에 비해 공개활동이 저조한 연구자료 및 데이터의 경우 연구 데이터에 대해 ID를 부여하고 활용시 표기(acknowledgement)하도록 하고, 데이터 자료에 관한 인용지수를 개발함으로써 과학계 자체적인 인정과 보상(rewards and recognition)메커니즘을 개발하려는 시도들도 증가하고 있음(예: CERN의 Data-set Citation)

표 5 오픈 사이언스에 관한 인센티브(incentives) 도입 동향

국가명	주요 내용
독일, 노르웨이, 네덜란드, 스위스, 영국	· 연구펀딩기관에서 오픈 액세스 출판 비용(APC)을 지원하는 메커니즘 도입
핀란드	· ATT에서 연구출판물뿐만 아니라 연구 데이터 및 연구방법론(methods)을 공식적으로 인용하도록 권장함
벨기에	· University of Liege는 IDOA(Immediate Deposit & Optional Access) 원칙에 따라 연구자들이 수행한 연구자료를 대학의 디지털 서고(ORBI)에 게재하도록 하고, 이 규정을 준수했는지에 관한 사항을 연구자 평가에 반영하고 있음
칠레	· 국가 오픈 액세스 정책 수립 시 글로벌 전문가, 국내 연구자, 학생, 검수자의 의견을 수렴하는 절차를 도입
CERN	· 데이터셋 인용(data set citation) 메커니즘을 통해 데이터 공유에 관한 인정과 보상을 도모함

자료 : OECD(2015) 및 Martan(2014)의 내용을 저자가 종합하여 재요약

3. OECD 회원국의 역량강화수단(enablers)의 마련과 활용

■ **오픈 사이언스 진흥을 위해 출판권 등에 관한 법령을 정비하거나 법제 개정을 검토하는 OECD 회원국이 증가하고 있음(OECD, 2015:95)**

- 독일은 출판권법 개정을 통해 연구자가 연구성과물을 온라인에 공개할 수 있는 권리를 강화함(OECD, 2015:13)
 - 독일은 2013년 국가 출판권 법령(national copyright act)을 개정하여 공공연구에 참여한 연구자가 자신의 연구 성과물을 온라인에 게재할 수 있는 권리를 부여함
 - 이에 따라 공적 자금 지원을 받아 연구를 수행한 연구자는 자신의 연구 성과물에 대한 이용권을 출판사에 이전한 경우에도 최대 12개월의 엠바고(embargo) 기간이 지난 이후에는 온라인에 자신의 연구성과물을 게재할 수 있게 됨
- 영국도 최근 출판권에 관한 일련의 법령 개정을 통해 정식 출판물이 아니더라도 교육 및 비상업적 목적으로 복사본이나 녹취된 자료를 활용, 재사용할 수 있는 여지를 넓혔음(OECD, 2015:13-14)
- 호주와 핀란드에서도 공공연구의 성과를 보다 공개적으로 활용할 수 있도록 하기 위한 법 개정을 검토 중임(OECD, 2015:14)

■ **오픈 사이언스 관련 활동을 지원하기 위한 인프라 투자도 증가하고 있음(OECD, 2015:92)**

- 오픈 사이언스 관련 주요 물적 인프라로서 디지털 자료를 보관, 저장, 처리할 수 있는 디지털 서고(digital repositories), 온라인 플랫폼, 데이터 센터 등이 있음
- 유럽 연합 차원에서 오픈 사이언스 진흥을 위해 의무이행조항과 인센티브를 도입함과 동시에 오픈 액세스 논문을 게재, 공유할 수 있는 디지털 서고(digital repositories), “OpenAIRE”를 구축하여 연구자에게 제공하고 있음
- 영국은 디지털인프라추진위원회(E-infrastructure Leadership Council)를 중심으로 온라인 플랫폼 구축사업을 일원화하여 추진하고 있으며, 일본 과학기술청(Science and Technology Agency)에서도 “J-STAGE”라는 오픈 온라인 플랫폼을 구축하여 온라인상에서 논문 투고, 심사, 출판이 가능하도록 지원함
- 아르헨티나는 SICyTAR 데이터베이스를 구축하여 연구자의 기본 정보, CVs, 연구성과물을 수집·보존·공개하고 있고, 스페인에서도 RECOLECTA라는 국가 디지털 서고를 구축하여 연구출판물에 대한 접근성을 제고하고 있음

표 6 오픈 사이언스 관련 역량강화수단의 도입 동향

구분	국가명	주요 내용
법제	독일	· 국가 출판권법을 개정하여 연구자에게 연구성과물에 관한 출판권을 출판사에 넘긴 이후에도 연구성과물(원 자료)을 인터넷에 게재할 수 있는 권리를 부여함
	영국	· 출판권에 관한 법령 개정을 통해 복사·녹취자료를 교육 혹은 비상업적 목적으로 활용할 경우 재사용할 수 있는 여지를 확장시킴
인프라	유럽 연합	· EU Horizon 2020 지원을 받은 연구성과물의 공개를 지원하는 온라인 플랫폼, “OpenAIRE”를 구축 및 공개
	아르헨티나	· SiCyTAR 데이터베이스를 구축하여 연구자의 소속, 출판물 및 CVs 자료를 수집, 공개하고 있음
	스페인	· RECOLECTA라는 국가 차원의 데이터 서고를 마련하여 연구자 및 이해관계자들이 연구출판물을 자유롭게 접근·활용할 수 있도록 지원
전문인력 · 지식	핀란드	· 핀란드 교육문화부에서 국내 연구자들이 데이터관리계획을 개발할 수 있도록 데이터관리 지침을 만들어 제공
	영국	· 데이터역량 강화전략(Data Capability Strategy)을 통해 여러 대학에 빅데이터에 관한 박사과정 수련프로그램을 지원하고, 데이터 접근성 및 공유 정도를 높이기 위한 기술과 전문인력 양성에 주력함

자료 : OECD(2015:92) 및 Martan(2014)의 내용을 저자가 종합하여 재요약

■ 오픈 사이언스 관련 활동을 지원하기 위한 데이터관리 전문기술을 개발하고 인력을 양성하기 위한 프로그램도 증가하고 있음(OECD, 2015:92-94)

- 영국은 데이터역량 강화전략(Data Capability Strategy)을 통해 데이터 접근성 및 활용성을 제고하는 전문인력 및 기술 개발의 중요성을 강조하고 있으며, 여러 대학에서 데이터 관리 전문인력 양성프로그램을 제공 중임
- 핀란드에서는 대학 등을 포함한 고등교육기관에서 데이터 관리 및 소유권에 관한 교육 프로그램을 제공하기 시작했고, 폴란드 바르샤바대학(Univ. of Warsaw)의 OCEAN은 온라인 오픈 액세스를 위한 디지털 서고 역할도 하지만 빅데이터 관련 분석과 관리를 위한 전문가양성프로그램도 제공하고 있음
- 프랑스의 국가디지털과학도서관(Digital Scientific Library)은 오픈 액세스 및 오픈 데이터에 관한 실무그룹을 구성하였고, 과학커뮤니케이션센터(Center for the Direct Scientific Communication, CCSD)에서는 전문가양성프로그램을 운영 중이며, 지역 전문가양성소에서 박사과정생 및 연구자를 대상으로 오픈 데이터 및 오픈 액세스 연구에 관한 수업을 개설하고 있음

IV 해외 동향과 시사점

■ OECD(2015) 보고서는 최근 오픈 사이언스 관련 정책 동향을 요약·정리하면서 일련의 정책적 시사점들을 제시함(OECD, 2015:14-16)

- 우선 오픈 사이언스 프로젝트 관련 원칙에 대한 재조명이 필요함
 - 오픈 사이언스(open science)는 질 높은 연구, 연구협력 증진, 연구 참여 확대 등을 통해 공공연구의 사회경제적 편익을 제고하기 위한 수단(means)이지, 목적(ends)이 아님
 - 오픈 사이언스는 연구성과물 및 데이터에 대한 오픈 액세스를 보장하는 것 이상의 의미를 포괄함
 - 오픈 사이언스 정책은 일반적 원칙을 기반으로 하되 프라이버시 문제나 지적재산권 문제, 보안 문제 등이 결부되므로 지역 실정에 맞는 적용과 실천이 중요함
 - 연구자, 출판사, 비영리재단 등과 같은 다양한 주체가 참여하므로 다양한 이해관계 및 관심을 반영할 수 있는 컨설팅 방식이 요청됨
- 오픈 사이언스 정책의 효과성 제고를 위한 추가적인 투자와 실천이 필요함
 - 오픈 사이언스 정책이 공공연구의 성과물, 특히 출판물을 공개하고 이에 대한 접근성을 제고하는 노력 중심으로 추진되고 있어, 연구 데이터를 공개하거나 데이터의 프레임 워크간 호환성을 개선하는 것과 같은 실질적인 오픈 데이터 정책이 추가적으로 필요함
 - 특히 연구자료, 연구 데이터 등을 공개하는 정책을 추진함에 있어서는 강제적인 의무이행 조항을 도입하기보다 현재 연구자의 동기, 행태 등을 이해하여 실효성있는 인센티브 제도를 고안할 필요가 있음
 - 오픈 사이언스 정책의 효과적 추진을 위해 글로벌 협력 및 조정이 점점 더 중요해지고 있으며, 오픈 액세스를 지원하면서 동시에 건전한 경쟁을 장려하는 정책이 필요함
- 오픈 사이언스 정책의 실현을 위해 법제도적·물리적 인프라 정비가 지속되어야 하며, 중장기적인 관점에서 재정, 인력, 기술 등을 고려한 시스템 관리 계획이 필요함
 - 변화하는 디지털환경 속에서 출판물 및 데이터의 공유와 재이용을 장려하면서도 관련 이해 관계를 보호하는 적절하고 명쾌한 법제도적 정비가 필요함
 - 디지털자료 서고 및 데이터 센터는 보관 자료의 질을 관리하고 데이터 클리닝, 큐레이션, 처리 및 분석하는데 있어 전문성을 갖춰야 하며, 이용자 편의를 고려한 서비스를 제공하여 활용도를 제고해 나가야 함



- 데이터 공개, 공유, 관리에 관한 전문가 양성프로그램, 전문가 재교육 프로그램들이 지속적으로 개발·제공되어 오픈 사이언스에 관한 인식을 제고하고 연구 현장에서 오픈 사이언스 정책을 구현할 수 있는 전문성이 배양되어야 함
- 중장기적으로 연구성과물에 대한 오픈 액세스를 지원하기 위해 요구되는 시스템 구축·관리비용에 대한 고려가 선행되어 지속가능한 자원 확보, 민-관 파트너십 구축과 같은 대안들이 검토되어야 함



참고문헌

- Bjork, B. C. et al.(2010), “Open Access to the Scientific Journal Literature: Situation 2009”, PLOS ONE, Vol. 5, No. 6,
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0011273> (게재일: 2010.6.23, 접속일: 2015.11.11)
- David, Paul(2003), “The Economic Logic of Open Science and the Balance between Private Property Rights and the Public Domain in Scientific Data and Information: A Primer”, in P. Uhlir and J. Esanu(eds.), National Research Council on the Role of the Public Domain in Science, National Academy Press, Washington, D.C.
- Laakso, M. and B.-C. Björk(2012), “Anatomy of open access publishing: A study of longitudinal development and internal structure”, BMC Medicine, 10, p. 124.
- Marsan, G. A.(2014), “Open Science: A Presentation of OECD Project”, presented at the The Open Science and Research Forum(Nov. 25. 2014) in Helsinki, Finland (URL: <http://avointiede.fi/documents/10864/18388/Ajmone+Marsan/54c16f0a-4c5c-45c0-b09e-4b2567bb1a64>, 업로드: 2015.1.13, 접속일: 2015.11.8)
- Merton, R. K.(1942; 1973), The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations, University of Chicago Press.
- OECD(2007), OECD Principles and Guidelines for Access to Research Data from Public Funding, OECD Publishing, Paris.
- OECD(2014), Measuring the Digital Economy: A New Perspective, OECD Publishing, Paris.
- OECD(2015), Making Open Science a Reality, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 25, OECD Publishing, Paris.
- UNESCO(2012), Policy Guidelines for the Development and Promotion of Open Access, UNESCO Publishing.
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>
<http://arxiv.org/help/general>
<http://repec.org>

