



유네스코 **오픈사이언스** 권고를 향하여

오픈사이언스 권고 마련의 배경과 경과, 향후 전망

유네스코한국위원회 기획 | 신은정·이다은 지음



국제연합
교육과학문화기구



유네스코
한국위원회



유네스코 **오픈사이언스** 권고를 향하여

오픈사이언스 권고 마련의 배경과 경과, 향후 전망

유네스코한국위원회 기획 | 신은정·이다은 지음



국제연합
교육과학문화기구



유네스코
한국위원회

목 차

유네스코 현장	6
머리말	8

오픈사이언스의 재부상과 확산 배경

오래된 개념의 재도약	10
디지털 기술의 발전과 새로운 개방	13
개방형 연구에 대한 과학계 수요의 증가	15
개방형 연구에 대한 사회 전반의 수요 증가	17
오픈사이언스에 관한 새로운 이해	19

유네스코 오픈사이언스 권고의 배경 및 추진 경과

유네스코와 오픈사이언스	20
오픈사이언스와 관련된 유네스코의 이전 활동	22
유네스코 오픈사이언스 권고 마련 과정의 시작	25
유네스코 오픈사이언스 권고 마련 진행 경과	28

유네스코 오픈사이언스 권고 초안의 내용

유네스코 오픈사이언스 권고의 구조와 주요 내용	32
오픈사이언스 권고 초안의 목표	33
오픈사이언스의 정의 및 범위	33
오픈사이언스의 핵심 가치와 원칙	36
오픈사이언스의 주요 실천 영역	38
오픈사이언스의 실천 주체	39

유네스코 오픈사이언스 권고의 향후 전망과 기대

유네스코 오픈사이언스 권고 마련 향후 계획	40
유네스코 오픈사이언스 권고에 거는 기대	40

First Draft of the UNESCO Recommendation	47
on Open Science	

유네스코 오픈사이언스 권고 초안 요약본	86
-----------------------------	----

국제연합교육과학문화기구(UNESCO) 헌장 전문

1953. 7. 6 공포
조 약 제26호
제정 1945. 11. 6
발효 1946. 11. 4

이 헌장의 당사국 정부는 그 국민을 대신하여 다음과 같이 선언한다. 전쟁은 인간의 마음속에서 생기는 것이므로 평화의 방벽을 세워야 할 곳도 인간의 마음속이다.

인류 역사를 통해 상호간의 생활양식과 삶에 대한 무지는 사람들 사이에 의심과 불신을 가져온 공통적 원인이었으며 이러한 상호간의 차이점들이 너무도 자주 전쟁으로 이어져왔다.

이제 막 끝난 가공할 대 전쟁은 인간의 존엄, 평등, 상호존중이라는 민주주의 원리를 부정하고, 대신 무지와 편견을 통해 인간과 인종의 불평등주의를 확산시킴으로써 발생된 사건이었다.

문화의 광범한 보급과, 정의·자유·평화를 위한 인류 교육은 인간의 존엄성을 수호하기위해 반드시 필요한 것이며, 또한 모든 국민이 상호 관심과 협력의 정신으로써 완수해야 할 신성한 의무이다.

오로지 정부 간 정치적·경제적 타협에 근거한 평화는 세계 모든 사람들의 일치되고 영속적이며 성실한 지지를 얻을 수 있는 평화가 아니다. 따라서 평화를 잃지 않기 위해서는 인류의 지적·도덕적 연대 위에 평화를 건설하지 않으면 안 된다.

이러한 이유에서 이 현장의 당사국은 교육의 기회가 모든 사람에게 충분하고 평등하게 주어지고 객관적 진리가 구속받지 않고 탐구되며 사상과 지식이 자유로이 교환되어야 함을 확신하면서, 국민들 사이의 소통수단을 발전시키고 증가시키는 동시에, 서로를 이해하고 서로의 생활을 더욱 진실하고 더욱 완전하게 알기 위하여 이 소통수단을 사용할 것을 동의하고 결의한다.

그 결과 당사국은 국민들의 교육·과학·문화상의 관계를 통하여, 국제연합의 설립 목적이며 또한 그 현장이 선언하고 있는 국제평화와 인류공동의 복리라는 목적을 촉진하기 위하여 여기에 국제연합교육과학문화기구를 창설한다.

머리말

올해 우리는 이전에 경험해보지 못한 코로나 대유행으로 지구 전체가 어려움을 겪고 있습니다. 코로나19를 비롯하여 어느 한나라만의 문제가 아닌 인류 전체의 과제인 기후변화와 생물다양성 손실 등에 대응하고 해결하기 위해 인류는 협력하고 있습니다. 이번 코로나19에 대응하면서 과학계는 연구결과를 공유하고 공동 연구를 하면서 코로나의 구조를 빨리 파악하고 백신을 개발하는데 큰 성과를 거두었습니다. 이를 보면서 우리는 오픈 사이언스를 비롯한 국제 과학 협력이 중요하다는 것을 다시한번 깨닫게 됩니다.

오픈 사이언스는 과학지식과 데이터, 자료에 자유롭게 접근할 수 있게 하고 개방적인 정보 공유와 협력을 가능하게 하며, 나아가 사회 구성원이 과학지식의 생산과 확산에 적극적으로 참여할 수 있게 하는 움직임을 말합니다. 그동안 오픈사이언스 필요성과 논의에 대한 지역차원의 노력은 있었지만, 오픈사이언스에 대한 국제적인 규범이나 정책 지침은 없는 상황입니다.

이런 가운데 유네스코는 국제사회에서 폭넓게 수용하고 실천할 수 있는 규범을 마련하여 2021년 제41차 총회에 ‘오픈사이언스 권고’를 상정할 예정입니다. 이는 매우 시의 적절하다고 생각합니다.

유네스코한국위원회는 조금 낯설 수도 있는 오픈사이언스에 대한 이해를 돕고 유네스코 권고 준비에 대해 공감대를 확산하고자 이 책을 펴

내게 되었습니다.

최근 디지털 기술의 발달로 인해 과학이 우리의 삶에 미치는 영향은 더욱 커지고 있으며, 과학 연구의 결과는 과학계만의 화제로 그치지 않고 인류와 자연 모두에게 영향을 미치고 있습니다. 인권을 존중하고 지속가능발전을 위한 목적으로 제정되는 유네스코의 ‘오픈사이언스 권고’가 국제규범으로서의 역할을 다하여 전지구적 문제를 해결하고, ‘누구도 뒤처지지 않는’ 세상을 만들어 가는데 도움이 될 수 있기를 기대합니다.

유네스코한국위원회 사무총장 김 광 호

유네스코 오픈사이언스 권고를 향하여: 오픈사이언스 권고 마련의 배경과 경과, 그리고 전망

“유네스코의 193개 회원국은 2019년 제40차 총회에서 유네스코 오픈사이언스 권고를 마련하자는 계획을 승인했다. 2020년 현재 다양한 방식을 통해 오픈사이언스의 원칙과 실천에 관한 세계적으로 의견을 수렴하고 있으며, 최종적으로 회원국의 검토와 승인을 거쳐 2021년 말 오픈사이언스 권고를 채택할 예정이다. 유네스코가 권고 마련을 준비하는 가운데, 관련 논의가 촉발된 배경과 의의를 소개하고 마련 중인 권고의 주요 내용과 향후 기대 효과 등을 공유하고자 한다. 이를 통해 유네스코 오픈사이언스 권고에 관한 국내 인식과 관심을 제고하고, 권고 마련 과정 및 향후 이행 과정에서 국내 참여를 독려할 수 있기를 바라마지 않는다.”

오픈사이언스의 재부상과 확산 배경

오래된 개념의 재도약

오픈사이언스 *open science* 라는 개념이 등장한 것은 상당히 오래된 일이다. 학계에서는 근대 과학자들의 개방형 이념과 실천을 오픈사이언스라 불리왔다. 중세시대 비밀주의와 함께 성행하던 연금술을 뒤로하고, 근대 과학은 연구의 결과를 공개적으로 토론하고 검증하여 그 위

에 새로운 지식을 더하는 개방의 미덕 아래 발전해 왔다(David, 2008; 신은정 외, 2016). 근대 과학사회학자 머튼은 과학자 커뮤니티가 집단적으로 공유하고 있는 연구의 규범을 ‘개방’이라고 설명하면서 이를 오픈사이언스라 지칭했다(Merton, 1942). 과학자들이 개방적인 연구 규범을 실제로 얼마나 내재화하여 실천해냈는가에 대해서는 여러 이견이 존재한다(McMullin, 1985). 하지만 적어도 근대의 과학은 개인적 경험이나 예지력, 근거 없는 미신과는 다르게, 논리적인 설명과 객관적인 근거, 그리고 이에 대한 공개적인 토론과 검증을 특징으로 한다는 점에서 개방형 연구 규범을 이상화하고 있다고 볼 수 있다.

오픈사이언스는 종종 폐쇄적인 연구문화나 행태, 가치와 대비되는 개념으로 사용되었다. 20세기 후반 연구계에서는 기업의 후원을 받아 기술 개발이 진행되는 경향이 강해졌다. 이를 계기로 연구의 상업화, 연구 성과에 대한 지식재산권의 행사 등이 강조되기 시작하였다. 이러한 추세 속에서 약화되는 연구 공동체의 개방성을 지칭하는 개념과 지식재산권과 대비되는 제도로서 오픈사이언스가 언급되었다(McMullin, 1985; David, 2003). 특히 David(2003) 등은 연구 성과를 전유·사유화하려는 경향에 반대하며 과학의 공공재적 성격을 강조하는 공공 연구의 관점에서 오픈사이언스를 새로운 원칙으로 제안한 바 있다. 하지만 이러한 논의들은 주로 학술연구를 중심으로 이루어졌고 공공정책이나 기업 활동, 시민사회 활동의 영역에서는 거의 다루어지지 않았다.

반면 최근의 ‘오픈사이언스’는 이전보다 훨씬 더 대중적인 언어로 언급되고 있다. 오픈사이언스에 관한 새로운 비즈니스가 등장하고 정부나 연구지원기관에서도 관련된 정책을 고안·이행하기 시작했으며, 시민사회에서도 관련 활동을 촉구하는 다양한 시도가 이어지고 있다. 어떠한 변화들이 오래된 개념이었던 오픈사이언스를 다시 떠오르게 만들

었는가? 이전까지 노력했던 ‘개방’과 현재 확대되고 있는 ‘개방’의 의미는 어떻게 다르고 어떤 면에서 서로 맥을 같이 하는가? 최근 다시금 주목받고 있는 오픈사이언스의 특징과 가능성을 이해하기 위해서는 현대 과학계를 둘러싼 ‘개방’의 의미가 어떻게 변화하고 있는지, 그 환경의 변화를 먼저 살펴볼 필요가 있다.

오픈사이언스를 재정의하는 환경의 변화는 크게 세 가지로 요약해볼 수 있다. 기술·산업 환경의 변화, 연구·교육 환경의 변화, 사회·정책적 환경의 변화가 그것이다. 이러한 환경의 변화에 대한 인식에 관하여 보다 자세히 살펴보고자 한다.

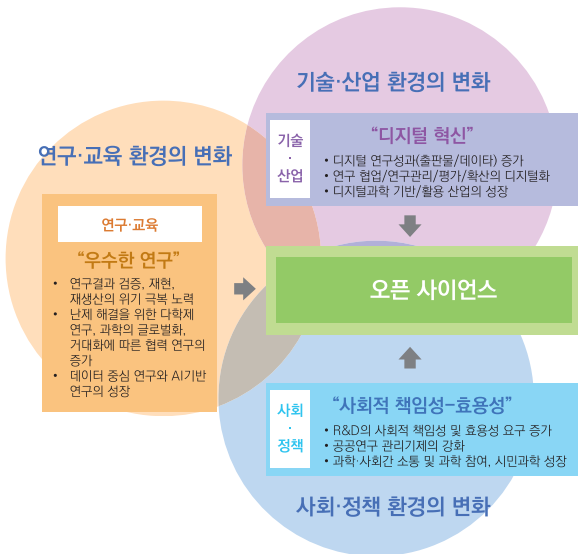


그림 1. 오픈사이언스를 재정의하는 세 가지 변화의 흐름

출처: 신은정 외(2017)
바탕으로 저자 작성

디지털 기술의 발전과 새로운 개방

개방의 의미와 방식을 새롭게 규정짓는 첫 번째 물결은 디지털 기술의 발전이다.

근대 과학이 태동한 19세기만 하더라도 연구에 대한 자유로운 토론과 검증은 일부 과학자들의 모임을 통해서만 가능했던 매우 예외적인 사건이었다. 인쇄술이 발달하면서 연구 결과를 출판하여 널리 알릴 수 있게 되었지만, 여전히 출판과 배포에는 상당한 시간과 비용이 소요되었고 연구에 대한 자유로운 토론과 검증은 출판물 지면의 한계를 넘지 못했다.

인터넷의 보급과 온라인 기반 활동의 근간이 되는 디지털 기술의 발달은 기존의 시·공간적 제약을 상당 부분 걷어내고 있다. 온라인 출판 시스템이 보편화되면서 인쇄와 배포에 소요되는 비용과 시간이 절약되었고 출판 전에 원고를 심사하고 수정하는 과정 또한 효율화되었다. 예전보다 더 빨리 출간하고 더 많은 지역에 배포할 수 있는 온라인 기반이 마련되었기 때문이다.

출판된 논문을 인용하는 경우 인용한 논문과 인용된 논문을 함께 확인할 수 있도록 두 논문을 온라인으로 연계 제공하거나, 관심 논문의 저자가 작성한 다른 논문이나 유사한 주제의 논문들을 추천하는 서비스도 가능해졌다. 논문이 아닌 연구자나 연구기관을 중심으로 연구의 성과를 추적하는 일도 가능하며, 이러한 기능을 적극 활용한 연구자 경력 프로파일링 서비스도 증가 추세이다. 이처럼 서비스 환경의 변화로 인하여 연구자가 개인적 친분이나 조직적 협력 관계가 없는 경우에도 온라인에서 관심 분야의 동료 연구자를 탐색하거나 유사 연구를 추적하여, 새로운 연구 지원이나 협력을 도모할 수 있게 되었다.

연구 결과를 출판·활용하는 일뿐만 아니라 연구를 기획·수행하고 협업하는 과정 전반도 디지털화되고 있다. 연구자들이 쉽게 접할 수 있는 온라인 자료가 증가하고 이메일이나 소셜 미디어, 화상회의 등을 통해 동료들과 시·공간 제약 없이 소통하고 협의하는 일도 점차 일상화되고 있다. 최근 온라인 연구플랫폼 서비스는 연구자가 연구의 과정과 단계를 계획·관리하고 해당 내용을 연구팀 등과 공유·갱신해 나가며, 연구 노트로 기록, 보존할 수 있도록 지원한다. 연구 과정에서 생산된 연구 데이터를 온라인 상에서 실시간으로 동료들과 공유하며 분석·활용하는 사례도 증가하고 있다. 한편 대형 입자가속기, 지구관측센터 등의 거점에서 생산되는 대용량 연구데이터를 공동으로 분석하는 글로벌 차원의 거대과학 연구 협력이 증가하고 있다. 다른 한편에서는 국지적 관찰 자료를 전 지구적으로 함께 수집·공유·분석하는 네트워크형 연구나 소규모 연구 자료를 특정 소규모 커뮤니티 중심으로 가공·정제·발전시켜 나가는 점조직 형태의 협력 연구도 증가 추세에 있다.

기계 해독 가능한 형태로 수집·가공되어 온라인상에서 공유·이전되는 연구데이터가 많아질 수록 이를 활용하여 빅데이터 기술이나 인공지능 기술의 발전, 더 나아가 디지털 산업의 성장을 도모할 수 있는 가능성이 증가한다. 또한 이들 기술을 통해 연구데이터 및 연구 과정을 효율화·자동화하거나 새로운 연구·혁신의 기회를 탐색할 수 있는 여지 또한 확대되고 있다.

요컨대, 디지털 기술의 발달은 연구 결과와 과정이 더욱 손쉽고 빠르게 그리고 광범위하게 개방될 수 있도록 지원하고 있다. 기술의 발전으로 개방의 속도, 범위, 규모가 급격히 증가하고 있으며, 경우에 따라서는 개방의 의미와 기능까지도 변화하고 있다.

개방형 연구에 대한 과학계 수요의 증가

두 번째 변화의 물결은 연구를 주도하고 있는 과학계에서 일어나고 있다. 디지털 기술의 발전으로 인해 연구의 결과와 과정을 공유·공개하는 일이 훨씬 수월해졌으며, 더 나아가 과학계의 실천적 변화는 이러한 개방형 연구를 가속화시키고 있다.

과학계에서 오픈사이언스를 선도하려는 일차적인 이유는 누구보다 먼저 새로운 지식과 기술, 해결책을 발견하여 연구와 혁신을 선도하려는 의지 때문이다.

20세기에 이어 21세기까지 과학계는 인류 역사상 유례없는 발견과 발명을 쏟아냈다. 새로운 지식과 기술을 탐구하는 일에 대한 사회경제적 지원이 증가하고, 연구에 종사하는 사람과 조직도 늘었으며 이들의 연구 성과도 급증했다. 연구계가 성장함에 따라 더 새롭고 획기적인 발견, 더 많고 값진 성과에 대한 연구 경쟁 또한 치열해졌다. 스포츠계에서 신기록을 향한 경주하는 것과 마찬가지로 연구계는 새로운 발견과 발명을 위해 시·공간을 초월하여 경쟁하고 있다.

쉬운 문제들은 이미 다 풀렸거나 곧 풀릴 것이고, 다루기 힘든 난제들이 남아있는 현재 상황에서 연구자들은 새로운 해결책을 모색하기 위하여 다양한 시도를 한다. 예를 들어 기존의 상식이나 학문적 전통을 뛰어넘는 개방형 연구 협력을 시도하거나, 이론이 아닌 대량의 데이터를 기반으로 새로운 결과를 예측하는 데이터 중심의 연구를 진행한다. 다수가 단기간에 지식과 관찰을 집중적으로 동원하여 문제를 해결해 나가는 크라우드소싱 방식의 연구도 또 하나의 사례이다.

온라인상에서 다양한 디지털 기술을 활용하여 이루어지는 오픈사이언스 활동은 새로운 분과 협력이나 시·공간을 초월하는 대규모 연구 협

력을 가능하게 함으로써, 새로운 연구·혁신을 선도하려는 연구자의 수요를 충족시켜 주고 있다. 연구가 종료된 이후 그 결과를 공유하는 것이 아니라 연구를 진행하는 과정에서 동료들과 실시간으로 협력하고 소통하는 연구방식은 새로운 지식과 기술의 개발 속도를 앞당기고, 그 활용도와 영향력 확대에도 도움을 주고 있다.

한편, 연구 결과뿐만 아니라 연구의 과정과 자료를 공유·공개하는 것은 연구의 신뢰성과 재현성을 제고(提高)하는 데에도 도움을 준다. 20세기 후반부터 연구 경쟁이 치열해지면서 굵직한 연구부정 사건들이 이어졌다. 충분한 근거나 신뢰성 있는 자료 없이 성급하게 연구 결과를 발표하거나 잘못된 결과를 보고하는 사례가 늘어나면서 과학계에서 연구 재현성 위기가 심화되었다. 위기에 대한 경각심을 계기로 진행된 오픈사이언스 콜라보레이션 프로젝트는 심리학 분야 연구 100선 중 36%만이 재현 가능하다는 결과를 발표하여 상당한 충격을 준 바 있다 (Open Science Collaboration, 2015). 이에 대한 반작용으로 과학계는 연구 결과뿐만 아니라 이를 뒷받침하는 논거와 자료, 분석도구까지 공개적으로 검증하려는 노력을 확대했다. 주요 출판사들도 이러한 수요를 일찍이 간파하고 관련 정책들을 도입, 이행하기 시작했다. 그 결과 연구 결과를 수록한 출판물뿐만 아니라 출판 결과를 뒷받침 하는 연구데이터를 공개·공유하는 일이 보편화되고 있다. 과학의 이념적 지향을 복원하고 연구의 재현성을 제고하려는 이러한 노력들은 오픈사이언스가 과학계를 통해 확산되는 근본적인 동력이 되고 있다.

개방형 연구에 대한 사회 전반의 수요 증가

세 번째 변화의 물결은 과학을 둘러싼 사회 전반에서 일어나고 있다. 과학이 수행되는 과정과 이로 인해 발생한 성과에 대한 사회적 관심이 증가한 것이다. 과학적 성과를 기반으로 새로운 혁신과 비즈니스를 도모할 가능성이 확대되고, 연구의 결과를 활용하려는 기업의 수요가 증가했다. 과학 활동의 부작용으로 발생하는 예기치 못한 위험이나 윤리적 문제 등에 관한 사회적 관심도 늘어나면서 기업뿐만 아니라 다양한 이해관계자가 연구 활동에 관심을 보이게 되었다. 자연히 연구를 수행한 당사자가 아니더라도 연구의 성과와 과정에 대해 인지하고 사후적으로 활용하고자 하는 사회적 요구가 늘었다. 보다 직접적으로 연구의 성과를 최종적으로 활용하는 기업이나 사회의 이해관계자들이 필요로 하는 연구를 과학자들이 수행할 것을 요구하는 추세도 점차 뚜렷해졌다.

이에 따라 연구자뿐만 아니라 사회의 다양한 이해관계자들이 연구 결과에 접근하고 활용할 수 있게 하려는 정책적·정치적 노력이 이어지고 있다. 특히 2000년대 이후 공적 자금으로 수행된 연구의 결과는 공공재로서 쉽게 접근, 활용할 수 있도록 제공되어야 한다는 의식이 확대되었다. 또한 특정한 목적 없이 순수한 학문적 관심에서 수행된 학술연구의 결과는 널리 활용되어 지식 발전을 도모할 수 있어야 한다는 주장이 설득력을 얻으면서 다양한 사회적 운동과 공공정책들이 수립, 이행되고 있다. 예를 들어, 2002년 발표된 부다페스트 오픈액세스 이니셔티브 *Budapest Open Access Initiative, BOAI* 는 인터넷의 보급으로 학술 논문에 대한 자유로운 접근이 용이해진 만큼, 이를 적극 진흥하여 더 많은 사람들이 학술 논문을 접하고 이용할 수 있도록 하자는 성명을 담고 있다(BOAI, 2020). 경제협력개발기구 *OECD* 는 2000년대 중반부터 공적 자금으로 지원된 연구데이터에 대한 접근성을 제고하자는 선언과 권고

등을 마련하고 제안해 왔다. 웰컴트러스트, 멀린다게이츠재단 등과 같은 비영리재단에서도 공적 자금으로 수행된 연구에 대해 그 성과를 공개하고 자유롭게 이용할 수 있도록 오픈액세스 출판과 데이터 공유를 요청하는 정책들을 채택, 이행하고 있다. 국가와 지역 차원에서도 공적 자금이 투입된 연구의 성과를 보다 널리 확산, 활용할 수 있도록 하려는 정책적 노력을 기울이고 있다(신은정 외, 2018).

과학의 과정과 성과에 대한 사회적 관심이 높아지면서 과학자들과 사회구성원 간 직접적인 소통과 협력도 증가하고 있다. 학계와 기업이 공동으로 연구를 기획, 수행하는 일이 일상화되었고, 학계가 시민사회와 소통하며 연구를 기획, 수행하는 사례도 늘고 있다. 일부 지역민들의 불편이나 우려에 대한 해결책을 찾거나 전 지구적 문제에 대응하기 위한 연구들도 시민사회에서 먼저 제안하여 수행되는 경우가 생겨났다. 이러한 연구는 전통적인 연구지원기관이나 직접적인 이해관계자의 지원을 통해 수행되기도 하지만, 문제의식을 공유하는 다수의 사회구성원이 크라우드펀딩으로 연구비를 지원하기도 한다. 연구 문제를 설정하고 해결하는 과정에 과학자뿐만 아니라 다수의 사회구성원이 연구에 참여하는 크라우드소싱 방식도 보다 널리 활용되고 있다. 더 나아가, 자신의 문제를 해결하기 위한 해결책을 스스로 모색하기 위해 혹은 과학자로서 살피지 못하는 지역사회 구성원의 문제를 발굴, 해결하기 위해 시민 혹은 지역민들이 직접 연구를 기획, 수행하는 시민과학, 리빙랩, 오픈랩과 같은 시도도 늘고 있다.

일반인들이 과학을 이해하고 과학에 대해 소통하고 평가하는 방식도 변하고 있다. 이제는 논문이나 책을 통해 과학을 이해하기보다 온라인 채널과 미디어를 통해 다양한 방식으로 과학을 접하고 배우고 때로는 평가할 수도 있다. 연구 성과의 활용 정도를 평가하는 방식도 학술

논문에 인용되는 정도를 넘어 상업 저널이나 정책 자료, 소셜 미디어 등에 인용·활용되는 정도를 측정하는 평가 지표들도 고안, 활용되고 있다. 과학에 대한 일반인의 관심과 이해를 돕는 과학저널리즘, 과학커뮤니케이션, 과학문화 등이 성장하면서 자연스럽게 과학 지식 및 활동에 대한 정보도 보다 개방적인 형태로 일반인들에게 전달되고 재해석되고 평가되고 있다.

오픈사이언스에 관한 새로운 이해

디지털 기술이 발전하고 과학과 사회의 거리가 더욱 좁아진 현대 사회에서 오픈사이언스는 새로운 방식의 개방을 추구하는 개념으로 진화했다. 이제 오픈사이언스는 디지털 기술을 활용한 과학 개방의 시도를 의미한다. 과학계 내에서 이루어지는 개방형 연구뿐만 아니라, 과학계를 넘어선 다양한 사회구성원에게 연구를 개방하고 활용을 가능하게 한다는 점에서 현대의 오픈사이언스의 의미는 근대 오픈사이언스와 다른 측면이 있다.

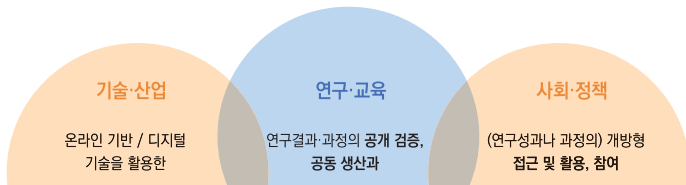


그림 2. 오픈사이언스의 핵심 요소

유네스코 오픈사이언스 권고의 배경 및 추진 경과

유네스코와 오픈사이언스

유네스코는 교육, 과학, 문화를 통해 국가 간 협력을 촉진하여 궁극적으로 세계 평화와 안전에 기여하는 것을 목적으로 하는 유엔 기구이다. 설립 당시 유네스코 헌장 제1조에서는 과학의 국제적 교류를 강조하며 어느 나라에서 생산된 인쇄물이나 출판물이라도 전 세계 모든 국가의 국민들이 접근할 수 있도록 하는 방안을 발의할 것을 요청한 바 있다(유네스코, 1945). 또한 유네스코 헌장은 전 세계가 지식 활동의 모든 부문에서 국가 간 협력을 장려할 것을 강조하며 이를 위하여 출판물 및 예술적·과학적 의의가 있는 자료의 교환을 장려하고 있다.

인권과 오픈사이언스

유네스코는 국제 사회가 합의한 인권과 자유를 존중하고 보호하는데 앞장 서고 있으며, 궁극적으로는 세계 평화와 안전에 기여하기 위해 글로벌 차원의 과학 협력을 진흥하고 있다. 이는 과학을 통해 생산된 지식과 그 혜택을 누릴 권리, 그리고 이를 만들어 갈 책임과 자유가 전 인류에게 있음을 강조한다. 유엔의 핵심 선언인 세계 인권 선언 *Universal Declaration of Human Rights* 에서도 이러한 관점이 분명히 드러난다. 세계 인권 선언은 “전 인류가 과학 발전과 그 혜택을 공유하고 예술을 향유할 권리가 있으며, 커뮤니티의 문화적 삶에 자유롭게 참여할 권리와 책무, 근원적 자유를 가진다.”라고 밝히고 있다(유네스코, 1948). 이러한 관점에서 유네스코는 과학 지식에 접근할 권리만큼 과학에 참여할 권리 또한 강조하고 있다.

지속가능발전과 오픈사이언스

전 인류가 직면한 빈곤, 열악한 보건과 위생, 불평등, 환경파괴, 생물다양성 손실, 토양·수질 오염, 기후변화, 에너지 부족, 기타 자연재해 및 인재와 같은 문제를 해결하기 위해, 유네스코는 전 지구적 협력이 필요하며 특별히 과학·기술·혁신을 통한 문제 해결을 위해 공조해야 함을 강조해 왔다. 따라서 유엔에서 채택한 지속가능발전목표 Sustainable Development Goals, SDGs 달성에 있어서도 효율적이고 투명하며 역동적인 과학 커뮤니티가 중요하며, 이를 위해 과학자뿐만 아니라 사회 전체가 동참할 것을 역설한 바 있다. 이러한 배경에서 과학의 개방과 참여를 포괄하고 있는 오픈사이언스는 지속가능발전목표를 달성하고 세계의 번영과 평화, 안전을 도모하기 위한 중요한 수단이자 가치로 강조되기 시작했다.

유네스코는 설립 이후 지난 70여 년간 개방적 과학 교류를 지지해 왔다(유네스코, 2019b). 여기서 지지하는 과학의 교류는 국경을 넘어서고 때로는 이념적 분단을 넘어선다. 전 지구적 과학 교류와 협력의



그림 3. 지속가능발전목표 (SDGs)

출처: 유엔개발계획, 2020

궁극적인 목표는 세계 평화와 안전이지만, 이를 달성하기 위한 세부 목표로서 인권 및 자유의 존중, 지속 가능 발전 목표의 달성도 추구하고 있다. 이러한 유네스코의 관점은 현재 유네스코에서 오픈사이언스 권고를 준비하는 기본적인 원칙이 되고 있다.

오픈사이언스와 관련된 유네스코의 이전 활동

글로벌 과학 교류에 대한 유엔 및 유네스코 차원의 지지 아래, 유네스코의 세부 기관들은 오픈액세스, 오픈교육, 과학규범 등의 측면에서 오픈사이언스에 관한 다양한 실천지침들을 마련·이행해 오고 있다.

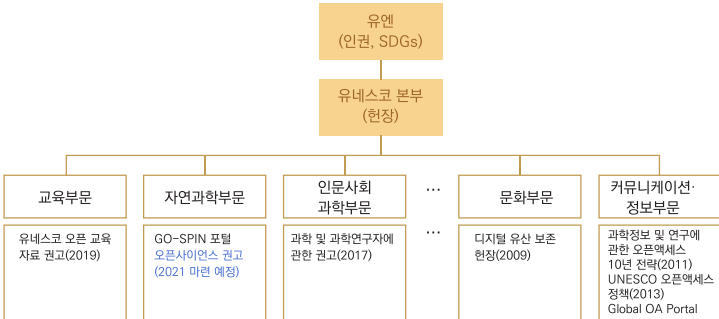


그림 4. 유네스코의 오픈사이언스 관련 이전 활동 개괄

출처: 유네스코, 2020a

유네스코 오픈액세스정책

대표적으로 유네스코는 오픈액세스 정책을 선도해 온 국제기구 중 하나이다. 2003년 정보사회 세계 정상회의 World Summit on Information Societies 를 계기로 유네스코는 온라인 과학 e-Science 과 정보 접근성 이슈에 관한 국제 협력 활동을 본격화해 왔다. 유네스코 회원국과 지역사무소, 유관 기관들 간 오픈액세스에 관한 논의를 독려하고 오픈액세스 정책 및 활동을 도입할 수 있는 기술적·조직적 자문을 제공해 왔다. 이러한 경험을 바탕으로 2011년 제36차 총회에서는 '과학 정보 및 연구에 관한 오픈액세스 10년 전략(이하 오픈액세스 전략)'을 마련·승인하였다.

오픈액세스 전략에 따라 유네스코는 다양한 오픈액세스 이니셔티브들을 추진해 왔다. 2012년 오픈액세스 정책 도입을 위해 「오픈액세스 진흥을 위한 정책 지침」을 발간하고(유네스코, 2012), 2013년부터는 유네스코에서 발간된 간행물 등에 적용할 「유네스코 오픈액세스 정책」을 마련·이행 중이다(유네스코, 2013). 특별히 글로벌 오픈액세스 포털 GOAP, Global Open Access Portal 을 구축하여 세계 158개국의 오픈액세스 정책 및 실천 동향 정보를 공유·공개하고 실효성 있는 오픈액세스정책의 마련 및 이행을 지원하고 있다(유네스코, 2020b). 또한 과학 정보 및 연구에 관한 오픈액세스 네트워크(구 NOASIR, Network for Open Access to Scientific Information and Research, 현 Open Scholarship Initiative)를 설립하여 다양한 학문 분야의 오픈액세스 출판 및 리포지터리를 지원해 왔다. 정보과학 및 문헌정보 관련 기관을 대상으로 한 교육프로그램 또한 개발하여 제공하고, 최근에는 지속 가능한 발전 및 남-남 협력을 위한 오픈사이언스 기구로서 AmeliCA를 승인하였다(AmeliCA, 2020).

유네스코 과학 및 과학연구자 권고

한편, 글로벌 차원에서의 과학 교류를 증진하기 위해 2017년 제39차 유네스코총회에서는 「과학 및 과학연구자에 관한 권고 Recommendation on Science and Scientific Researchers」를 채택했다(유네스코, 2017)¹⁾. 본 권고는 공공재로서 과학의 가치를 강조하며 학문의 자유와 책임감 있는 연구, 그리고 이를 위한 국제 공조를 요청하였다.

유네스코의 「과학 및 과학연구자에 관한 권고」는 유네스코 인문사회과학부문에서 주관하는 사무로서 실무적으로 현재 준비 중인 「오픈사이언스 권고」와 직접적인 연관성이 있다.

구체적으로 본 권고는 과학의 정수에 자리하고 있는 학문의 자유가 과학적 결과와 가설, 견해 등의 자유롭고 개방적인 소통을 포함하며, 이를 통해 객관적이고 정확한 과학을 견인할 수 있다고 서문에서 밝히고 있다. 이를 위하여 과학연구자들은 부당한 영향을 받지 않고 독립된 판단을 할 수 있도록 보호되어야 함(제16조)을 명시하였다. 또한 전 세계 동료들이 제기한 질문과 비판, 제안, 지적 자극 등을 제약 없이 받아들일 수 있어야 한다(제39조)고 명문화하였다.

이를 위하여 일차적으로 오픈액세스 출판을 비롯한 과학 출판에서 동료평가가 필요하고(제26조), 공공재로서 과학을 발전시키기 위하여 자유로운 열람을 포함한 지식의 접근성이 제고되어야 하며(제36조)²⁾, 책임성 있는 연구를 수행하기 위하여 연구 결과에 대해 연구자뿐만 아니라 정책입안자, 일반 대중에게 알리고 소통·공유할 필요가 있다(제16조)고 밝히고 있다.

1) 본 권고는 1974년 채택된 「과학 연구자의 지위에 관한 권고」를 대체한 것이다.
2) 물론 이와 함께 과학적 기여에 대한 정당한 보상과 인정이 필요함도 분명히 하고 있다(제18조 및 제37조).

유네스코 오픈 교육 자료 권고

이외에도 최근 '오픈 교육 자료'에 관한 유네스코 권고가 마련·채택되었다. 유네스코 회원국들은 2019년 제40차 총회에서 「오픈 교육 자료에 관한 권고 Recommendation on Open Educational Resources」를 새롭게 마련했다(유네스코, 2019c). '오픈 교육 자료'는 공공 도메인 혹은 지식 재산권 아래 오픈 라이선스를 통해 배포된 모든 형태의 학습 자료이자 지도·연구 자료로서 다른 사람들에게 별도의 접근 비용 없이 제공되어 재사용, 변용, 재배포될 수 있는 자료를 의미한다(제1조). 정보통신기술은 오픈 교육 자료의 제공 및 활용에 있어 상당한 진일보를 가능케 했다. 유네스코 권고를 통해 '오픈 교육 자료'를 심분 활용하여 개방적이고 효과적인 교육이 확대될 수 있도록 국제적인 공조와 참여를 요청하고 있다. 오픈 교육 자료 정책은 다른 오픈 정책들과 함께 추진될 수 있으며, 유네스코는 유관 정책으로서 오픈액세스, 오픈데이터, 오픈소스 소프트웨어, 오픈사이언스에 관한 정책들을 열거하고 있다(제12조).

유네스코가 오픈사이언스에 관한 직접적인 정책을 마련한 바는 없으나, 이상에서 살펴본 바와 같이 오픈액세스, 오픈 교육 자료, 과학 정보의 공개 및 교류 등의 목적 아래 유네스코 차원에서 다양한 활동들을 전개해 왔다. 이러한 기존 활동을 확장·발전시키는 차원에서 오픈사이언스 권고가 검토·마련되기 시작했다.

유네스코 오픈사이언스 권고 마련 과정의 시작

유네스코는 2018년을 전후로 오픈사이언스에 관하여 본격적으로 논의하기 시작했다. 2018년 세계 과학의 날 the World Science Day for Peace and Development 행사에서 오픈사이언스에 관한 별도의 라운드테

이들 세션을 마련하여 논의의 장을 마련하였고, 같은 해 유럽연합의 과학연구혁신본부장인 유네스코에 직접 내방하여 오픈사이언스에 관한 협력방안을 논의하기도 했다. 그리고 2018년 10월 열린 제205차 유네스코 집행이사회에서 유네스코 사무총장은 유네스코 차원의 오픈사이언스 이니셔티브를 제안하였다.

유네스코 사무총장의 제안에 따라 ‘유네스코 오픈사이언스 권고의 타당성에 관한 기술적·재정적·법적 검토’ 사전 조사에 바로 착수하였고, 그 결과는 2019년 초 제206차 유네스코 집행이사회에 보고되었다. 사전 조사 결과 보고서(206 EX/9)는 전 지구적으로 부상하고 있는 오픈사이언스의 가능성과 도전과제를 검토한 결과, 국제적 차원에서 오픈사이언스 규범이 필요하고 그 규범은 유네스코의 고유 사명에 부합하기 때문에, 유네스코 오픈사이언스 권고 수립을 제안하였다. 사전 조사 결과는 집행이사회를 거쳐 유네스코 전체 회원국이 참여하는 총회 안건으로 상정되었다.

2019년 하반기에 열린 제40차 총회에서 193개 회원국은 유네스코 차원의 ‘오픈사이언스 권고’의 수립·이행을 결의하였다. 회원국들은 오픈사이언스를 통해 출판물과 연구데이터, 더 나아가 과학적 지식의 생산·접근·확산을 촉진하고 사회와 과학의 간극을 좁히며 전 지구적 과학 기술 격차를 좁혀서, 과학기술을 기반으로 하는 지속가능 발전, 인권 보호, 민주주의, 세계 평화가 구현될 수 있도록 하자는 것에 의견을 모았다.

오픈사이언스 권고는 2019년부터 2021년까지 마련될 예정이다. 2년간 회원국을 포함한 다양한 이해관계자 및 국제사회의 의견을 수렴하여 2021년 말 제41차 총회에서 채택하는 것을 목표로 하고 있다.



그림 5. 제40차 유네스코 총회

출처: 유네스코, 2019a

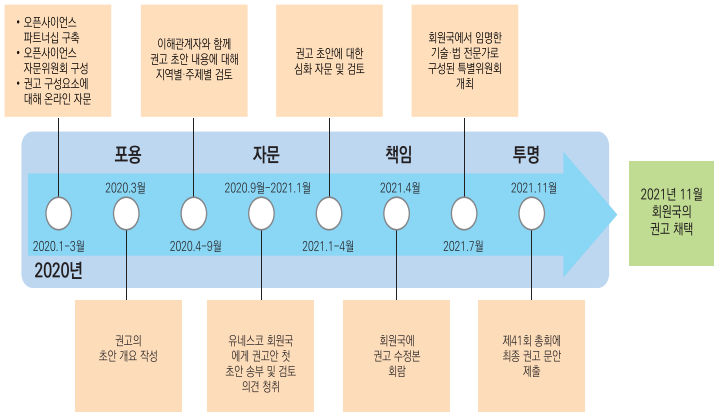


그림 6. 유네스코 권고 마련 일정

출처: 유네스코, 2020j

코로나 19 대응을 위한 오픈사이언스 관련 최근 활동

유네스코는 오픈사이언스 권고 마련을 위한 실무회의 이외에도 오픈사이언스에 관한 국제사회의 인식과 실천을 제고하기 위하여 여러 행사와 사업, 홍보 활동을 펼치고 있다. 대표적으로 2020년 전 세계적으로 확산되고 있는 코로나19 대유행에 대응하기 위한 글로벌 과학 협력 및 오픈사이언스의 중요성을 역설하며 국제사회의 합의와 실천을 주도해 가고 있다(유네스코, 2020c, 2020d).

2020년 3월 30일 유네스코에서 주관한 “코로나19와 오픈사이언스” 웨비나에는 전 세계 122개국의 정부 관계자들이 참여하여 코로나19 극복을 위한 전 지구적 과학 협력과 오픈사이언스의 중요성을 공유하고 이를 위한 국제협력 방안을 모색하였다(유네스코, 2020e).

유네스코 오픈사이언스 권고 마련 진행 경과

유네스코 오픈사이언스 권고는 유네스코 고유의 사명을 발전시키되 개별 국가나 지역, 다양한 이해관계자의 의견을 광범위하게 수렴하여 국제사회에서 폭넓게 합의·수용·실천 가능한 규범을 설정하고자 한다. 따라서 회원국을 중심으로 진행되는 유네스코 총회와 정부 간 협의뿐만 아니라 다양한 의견수렴 절차를 마련하여 이행해나가고 있다(유네스코, 2020f).

첫째, 유네스코는 국제사회 주요 유관 기관 및 이해관계자들을 오픈사이언스 파트너로 인정하고 2020년 상반기까지 이들의 의견을 수렴

하여 광범위한 오픈사이언스 파트너십을 형성해 왔다. 주요 오픈사이언스 파트너로서 국제 학술단체, 지역·국가의 연구기관, 대학 연합, 도서관, 출판연합, 데이터센터 및 리포지터리, 시민과학단체 등 비영리재단, 펀딩기관, 유엔 기구 및 회원국 조직 등이 참여하여 의견을 개진했다(유네스코, 2020g).³⁾

둘째, 권고에 관한 글로벌 차원의 포괄적 의견 수렴 및 여론 형성을 위하여 온라인 방식으로 자문을 구했다(유네스코, 2020f). 2020년 초 온라인 설문조사를 설계하여 2월부터 6월까지 진행한 결과, 총 133개국 3,000여 명의 응답을 수집하였다. 해당 결과는 오픈사이언스에 관한 글로벌 차원의 이해와 지지를 가늠하는 참고자료로 활용할 뿐만 아니라 지역별, 분과별, 부문별 차이를 이해하고 실천 사항을 구체화하는데 도움을 줄 것으로 기대된다.

국제사회의 의견을 광범위하게 수렴하기 위한 의견수렴 과정을 거치는 한편, 핵심 주제와 이슈를 중심으로 구체적인 자문 의견을 수렴하는 과정도 추가적으로 진행되었다. 먼저, 유네스코는 2020년 6월 오픈사이언스 자문위원회를 구성했다(유네스코, 2020h). 유네스코 회원국을 구성하는 총 6개 지역 대표와 국제사회 유관 기관 전문가 등 총 30명의 자문위원을 선임하여, 2020년 7월부터 9월까지 두 차례에 걸쳐 자문회의를 개최했다. 자문위원회는 유네스코 사무국과의 긴밀한 협조 속에 오픈사이언스 권고의 초안을 마련하여 2020년 9월 말 유네스코

3) 예를 들어 국제한림원연합회(InterAcademy Partnership, IAP), 세계과학원(The World Academy of Sciences, TWAS), 국제과학협의회(International Science Council, ISC), 도서관전자정보재단(Electronic Information for Libraries, EIFL), 과학기술데이터위원회(Committee on Data for Science and Technology, CODATA), 오픈액세스리포지터리연합(Confederation of Open Access Repositories, COAR), 시민과학글로벌파트너십(Citizen Science Global Partnership, CSGP) 등이 포함된다 (유네스코, 2020g).

회원국에게 전달하고, 이후 피드백을 수용하여 권고 수정과정까지 자문을 제공할 예정이다.

마지막으로 오픈사이언스 권고에 관한 지역 및 특정 그룹의 이해와 관심을 모으고 의견을 수렴하기 위해 지역별·주제별 자문회의를 개최한다(유네스코, 2020i). 지역별 상황에 따라 회의 개최 시기는 다르지만 대체로 2020년도 하반기 관련 자문회의가 완료될 예정이다. 이를 통해 2021년 말 개최될 제41차 유네스코 총회에서는 오픈사이언스 권고에 대한 보다 종합적 토론과 합의가 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

지역별 오픈사이언스 관련 최근 이니셔티브

유럽연합 소속의 서유럽 및 일부 동유럽 국가들은 2016년부터 유럽연합 차원에서 본격 추진 중인 오픈사이언스 정책의 일환으로 연구출판물에 대한 오픈액세스, 연구데이터에 대한 데이터 관리 계획 수립·이행 및 FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) 원칙을 토대로 체계적 관리를 제도화해 나가고 있다. 또한 유럽연합 차원의 정책에 국한되지 않고 개별 국가나 비영리재단 차원에서도 2010년대 중후반부터 자체적으로 오픈액세스정책이나 연구데이터 관리정책 및 서비스 등을 개발, 적용하고 있는 중이다(EC, 2020).

아프리카 오픈사이언스 플랫폼 African Open Science Platform 은 남아프리카공화국 과학기술부의 지원으로 남아프리카학술원 Academy of Science of South Africa 에서 2016년부터 2019년까지 3년간 수행한 프로젝트이다. 유네스코 및 과학기술데이터 위원회 CODATA 와의 긴밀한 협력 아래 프로젝트가 수행되었으며, 결과를 종합하여 남아프리카 오픈사이언스 전략을 담은 2018년 “The African Open Science Platform”을 발표하였다 (AOSP, 2020).

2020년에 착수한 말레이시아 오픈사이언스 플랫폼은 말레이시아 과학기술혁신부가 지원하고 말레이시아 오픈사이언스 연합에서 수행하는 2년간의 프로젝트이다. ISC, ANDS, CODATA, GOFAIR 등과 협력하고, 말레이시아 이해관계자들의 이해와 참여를 바탕으로 오픈사이언스의 실천 전략을 마련하기 위하여 현재 웹사이트를 운영 중이다(MOSP, 2020).

유네스코 오픈사이언스 권고 초안의 내용

유네스코 오픈사이언스 권고의 구조와 주요 내용

유네스코 오픈사이언스 권고의 주요 목적은 오픈사이언스에 관한 국제 규범을 발전시켜 나가는 것이다. 국제적 차원에서 이루어지는 다양한 오픈사이언스 활동의 규범적 기준을 논의하여 오픈사이언스가 지향해야 할 원칙과 가치, 그리고 이를 위해 추진해야 할 실천적 과제를 제시하고자 한다.

본고의 서두에서 살핀 바와 같이 오픈사이언스 관련 활동이 점차 다원화되는 상황에서 국제사회가 인정하는 공통의 이해와 실천을 도모하는 일은 결코 쉽지 않은 과제이다. 하지만 전 지구적 이해와 실천이 마련될 때 오픈사이언스의 가치와 기능이 배가될 것이다. 따라서 유네스코 오픈사이언스 권고는 포괄적 형태의 환경 인식과 정의, 실천 과제를 담을 것으로 예상된다.

오픈사이언스 자문위원회를 통해 지금까지 논의·합의된 유네스코 오픈사이언스 권고 초안의 구성은 다음과 같다. 이 초안은 이후 회원국 의견 수렴과 정부간 회의를 하면서 수정, 보완될 수 있다.



그림 7. 유네스코 오픈사이언스 권고 초안 구성

출처: 유네스코(2020k)

오픈사이언스 권고 초안의 목표

유네스코 오픈사이언스 권고는 지역, 성별, 정치·사회·경제적 차별 없이 과학지식에 보편적으로 접근할 수 있게 함으로써 인류 발전 및 전 지구적 지속 가능 번영을 도모하려는 목적을 담고 있다(유네스코, 2020k). 디지털 기술의 발전에 따른 공과 과를 인지하여 과학계 새로운 패러다임을 설정하는 과정에서 국제적 총괄 규범으로서 기능하고자 한다. 즉, 지역별 차별성을 인정하되 글로벌 차원에서 공통적으로 지향하고 이행해나갈 오픈사이언스정책의 틀과 방향을 제공하는 것이 주요 목적이다.

오픈사이언스는 ‘과학을 보다 개방적이고, 접근가능하며, 효율적이고, 투명하고 민주적인 형태로 바꾸는 운동 *movement*’이다(유네스코, 2020j). 즉, 오픈사이언스를 통하여 효율적이고 신뢰할 수 있는 과학을 재건함과 동시에 나아가 사회경제적·정치적 조건에 따라 존재하는 과학의 격차를 좁히고 보다 민주적이고 포용적인 형태의 과학 참여와 성과 확산을 지원하려는 방향성을 의미한다.

오픈사이언스의 정의 및 범위

오픈사이언스는 새로운 과학의 패러다임이자 운동이며, 다양한 실천을 포괄하는 광의의 개념이다. 과학적 지식과 수단, 데이터와 자료가 자유롭게 접근할 수 있도록 하고, 개방적인 정보 공유와 협력이 가능케 하며, 사회구성원이 과학지식의 생산과 확산 과정에 보다 적극적으로 참여할 수 있는 방편과 지향을 동시에 담고 있는 개념이다(유네스코, 2020k).

다시 말해, 오픈사이언스는 과학 정보 및 데이터, 결과물에 보다 널리 접근 **Open Access** 하고, 이러한 과학 정보와 데이터, 결과물의 신뢰성을 높이며 **Open Data**, 과학에 사회의 다양한 이해관계자가 적극적으로 참여할 수 있도록 하는 **Open to Society** 운동이자 실천을 일컫는다(유네스코, 2020j).

오픈사이언스를 광범위한 운동이자 변화의 물결로 인식하는 관점에서 관련된 다양한 활동이 오픈사이언스에 포함될 수 있다(유네스코, 2020j, 2020k). 오픈사이언스는 **오픈액세스**로 출판하는 행위뿐만 아니라 오픈액세스를 옹호하고 활성화하고자 하는 활동, 더 나아가 과학 지식의 출판 및 소통을 보다 수월하고 개방적으로 만들고자 하는 활동 전반을 포괄한다. 또한 연구 과정에서 산출된 연구데이터나 워크플로우, 소스코드, 소프트웨어, 연구노트 등 다양한 자료를 보다 투명하고 접근 가능한 형태로 제공함으로써 연구 과정을 개방하는 **오픈데이터**, **오픈소프트웨어** 등의 활동도 포함한다. 실험실이나 연구 인프라, 하드웨어를 공개·공유하는 **오픈하드웨어** 및 **오픈사이언스 인프라** 관련 활동 또한 오픈사이언스의 일부이다.

이외에도 보다 개방적인 형태로 연구를 기획하고 연구자금을 모으거나 연구 결과를 평가하는 활동, **개방형 평가** 등도 오픈사이언스에 포함된다(유네스코, 2020j, 2020k). 과학·연구 자료의 접근성 및 활용도를 제고하는 개방형 교육도 오픈사이언스의 또 다른 실천 영역이다. 무엇보다 시민들이 직접 과학에 참여하거나 과학과 사회가 긴밀히 소통·협력하는 다양한 형태의 **개방형 사회 협력·참여** **open engagement of social actors** 활동도 오픈사이언스에 포함된다. 특히 유네스코에서는 전 세계에 존재하는 다양한 사회문화적 배경과 언어, 지식 체계를 인정하고 소수 그룹이나 인종, 토착민 등을 존중하는 차원에서 **지식 체계의 다양성**

에 관한 포용성·개방성 또한 강조하고 있다(유네스코, 2020k).

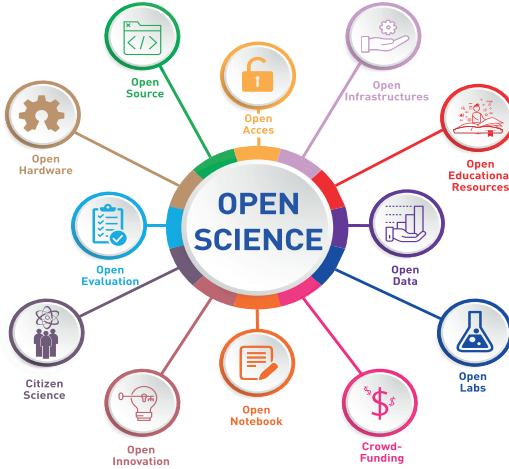


그림 8. 오픈사이언스의 구성요소

출처: 유네스코, 2020j

물론 오픈사이언스의 범위가 넓은 만큼, 개방의 방식과 수준도 다양할 수밖에 없다. 경우에 따라 무한한 개방보다 현존하는 지식재산제도나 안보·안전 문제, 사생활 문제, 각종 소수·희귀 집단의 보호를 고려한 제한적인 개방이나 보호가 필요할 수 있다. 따라서 오픈사이언스 실천의 범주를 설정할 때, 현재의 법제도 및 사회·윤리적 이슈들을 고려하여 개방과 보호 간 균형을 맞출 필요가 있다.

오픈사이언스의 핵심 가치와 원칙

유네스코 오픈사이언스 권고를 통해 지향하는 핵심 가치와 원칙으로서 다음 요소들이 제안 및 검토되고 있다(유네스코, 2020k).

- i) **집단적 편익** *collective benefit* : 글로벌 공공재로서 오픈사이언스가 전 인류에 공히 귀속되며 그 편익 또한 전 인류를 이롭게 하도록 해야 한다.
- ii) **형평성과 공정성** *equity and fairness* : 오픈사이언스를 통해 선진국과 개발도상국의 연구자가 평등한 가운데, 과학적 자료와 성과를 공정하고 상호호혜적인 형태로 공유하며, 지역, 성별, 민족성, 사회경제적 형편에 관계없이 모두가 동등하게 과학적 지식에 접근할 수 있도록 해야 한다.
- iii) **우수성과 진실성** *quality and integrity* : 오픈사이언스는 다양한 지식의 원천을 긴밀하게 연결하고, 연구 방법 및 결과에 대한 엄격한 검증과 검토를 보편화하여 양질의 연구를 지원해야 한다.
- iv) **다양성** *diversity* : 오픈사이언스는 서로 다른 국가와 지역의 사회구성원과 서로 다른 연구 커뮤니티가 보유한 인식론적 다원성을 지지하기 위하여 다양한 언어와 연구 주제, 연구 결과, 실천 양식과 작업 방식을 수용해야 한다.
- v) **포용성** *inclusiveness* : 오픈사이언스는 과학계 전체의 참여뿐만 아니라 폭넓은 대중의 참여와 토착민이나 전통 커뮤니티와 같은 기존 학계에 속하지 않았던 새로운 지식 소유자의 참여를 장려해야 한다.

이러한 가치 아래 보다 실천적인 원칙으로서 다음 요소들이 제안된다(유네스코, 2020k).

- i) **투명성, 엄밀한 검토와 비판, 검증가능성** *transparency, scrutiny, critique and verifiability* : 오픈사이언스는 과학의 전 과정 개방성을 증가시키는 것으로, 과학의 근본이 되는 검증과 동료 심사, 엄밀한 검토와 비판이 활성화될 때 함께 발전할 수 있다.
- ii) **공평한 기회와 접근** *equal opportunities and access* : 모든 이들이 출신 국가나 성별, 연구 분야, 경력 단계, 자금 여력에 관계 없이 오픈사이언스에 기여하며 혜택을 얻을 수 있는 동등한 기회를 가진다.
- iii) **존중과 책임, 책무성** *respect, responsibility and accountability* : 개방성이 확대되면 모든 오픈사이언스 행위자의 책임과 책무성 또한 증가하며, 이는 건전한 오픈사이언스 거버넌스의 토대가 된다.
- iv) **협력, 참여와 포용** *collaboration, participation, and inclusion* : 과학탐구의 모든 과정에서 지역, 언어, 세대, 학문, 자원의 경계를 넘어서서 협력이 규범이 되어야 하며, 사회적으로 중요한 문제를 해결하기 위해 사회구성원 전체의 지식과 실질적인 참여를 포용하여야 한다.
- v) **유연성** *flexibility* : 정보통신기술의 발전, 다원적 지식 체계와 역량 등으로 모두에게 맞는 실천 방법은 없다. 앞서 언급한 핵심 가치들을 추구하되 상황에 맞는 다양한 오픈사이언스 실천방안을 장려한다.
- vi) **지속가능성** *sustainability* : 오픈사이언스는 지속 가능한 형태의 실천과 서비스, 인프라 및 재원 구조를 바탕으로 유지될 수 있어야 한다. 오픈사이언스 인프라는 비영리 기반으로 모든 대중에게 차별 없는 영구적 접근성을 보장할 수 있어야 한다.

오픈사이언스의 주요 실천 영역

오픈사이언스의 활성화를 위하여 다음과 같은 실천 과제들이 제안되고 있다.

- **오픈사이언스에 대한 공통의 이해 촉진** : 회원국은 권고에 정의된 오픈사이언스에 대한 공통의 이해를 지원·촉진하고, 조직이나 국가, 지역 단위에서 오픈사이언스 인식이 제고될 수 있도록 지원한다.
- **오픈사이언스 진흥 정책의 마련** : 회원국은 자국의 여건과 환경을 고려하여 오픈사이언스의 진흥을 위한 조직 및 국가 차원의 정책을 개발하거나 장려해 나간다.
- **오픈사이언스 인프라에 대한 투자** : 회원국은 오픈사이언스 인프라에 체계적이고 장기적으로 투자함으로써 다양한 이해관계자의 수요와 니즈를 반영하는 기술적·조직적 서비스가 제공될 수 있도록 한다.
- **오픈사이언스 역량 개발에 대한 투자** : 회원국은 오픈사이언스 전환에 필요한 역량과 기술, 인력에 투자하여 필요한 수준(critical mass)의 인력과 역량을 확보한다.
- **오픈사이언스 인센티브 및 문화 육성** : 회원국은 오픈사이언스를 장려하는 보상·평가체계를 고안·마련함과 동시에 이를 저해하는 기존의 평가체제나 개방으로 인한 새로운 부작용과 차별을 줄이고 오픈사이언스 친화적인 문화가 조성될 수 있도록 지원한다.
- **혁신적 오픈사이언스 시도의 장려** : 오픈사이언스는 과학 전 과정의 변화를 동반하여 단계마다 새로운 시도를 수용하기에 기존의 활동 범위와 방식에 얽매이지 않고 새로운 실험과 혁신적 접근법들이 장려될 필요가 있다.

- **오픈사이언스 국제협력 증진** : 회원국은 오픈사이언스 활성화를 위하여 양자협력과 다자협력을 포함한 모든 당사자 간 국제협력을 증진한다.

오픈사이언스의 실천 주체

유네스코 오픈사이언스 권고는 유네스코 회원국인 각국의 정부를 대상으로 한다. 따라서 일차적인 권고의 실천 주체는 각국의 정부이다. 하지만 오픈사이언스는 정부의 실천만으로 이루어질 수 없는 범사회적 현상으로서 다양한 사회구성원의 참여가 필요하다(유네스코, 2020k). 구체적으로 연구를 직접 수행하는 연구자와 이를 활용하여 관련 내용을 전파하는 출판사, 교육가, 그리고 개방적 연구 활동을 지원하는 기술자, 소프트웨어 개발자, 공학자, 관련 성과를 활용하고 새로운 성과를 만들어 내는 혁신가, 일반 대중 등 다양한 주체들이 오픈사이언스의 핵심 실천가가 된다. 오픈사이언스 실천을 독려·지원하는 법제도적 환경과 정책, 연구비 재원 등을 마련하는 법률가, 정책담당자, 정치적 리더와 연구지원기관 등도 오픈사이언스의 주요한 실천가이다. 오픈사이언스 권고의 이행을 위해 이들을 포함한 전 사회구성원의 적극적 이해와 실천이 요청된다.

유네스코 오픈사이언스 권고의 향후 전망과 기대

유네스코 오픈사이언스 권고 마련 향후 계획

유네스코 오픈사이언스 권고 초안의 주요 내용은 2020년 9월까지 논의를 바탕으로 작성된 것으로 향후 논의 과정에서 추가 변경될 수 있다.

현재 마련된 유네스코 오픈사이언스 권고 초안은 올해 말 올해 말까지 회원국의 의견을 받고 있다. 이후에도 추가적인 의견수렴과 최종안에 대한 기술적·법률적 검토를 거쳐 2021년 제41차 총회에서 해당 권고를 채택할 예정이다.

유네스코 오픈사이언스 권고는 오픈사이언스에 관한 국제적 기준을 설정하는 의미가 있다. 유네스코 차원에서 협약보다는 수위가 낮지만 분명한 법적 구속력을 갖춘 정책수단이 되는 것이다.

2021년 총회에서 최종적으로 승인이 된다면, 유네스코는 회원국들이 해당 권고에 준하는 원칙이나 법제도적 개선, 실천방안을 마련 이행하도록 독려할 것이다. 이를 위하여 매 4년에 한 번씩 회원국의 이행 경과를 모니터링하는 절차가 수반될 예정이다.

유네스코 오픈사이언스 권고에 거는 기대

오픈사이언스를 통한 가능성이 곳곳에서 확인되고 있지만, 지역이나 국가, 분과별로 마련된 분절적 정책과 지침으로 글로벌 차원의 혜택을 충분히 누리지 못하는 상황이다. 이에 유네스코 오픈사이언스 권고는

전 지구적으로 공통의 이해를 도모하고 실천을 추동하는 역할을 할 것으로 기대된다. 특히 일정 수준의 이행 구속력을 갖춘 유네스코 권고를 통해 전 세계 193개 회원국이 공통의 실천 규범을 발전시켜 나간다는 점에서 의의가 크다.

국내적으로도 연구혁신 환경을 한 단계 발전시키고 과학을 통한 사회적 기여를 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 지역적·국제적으로도 글로벌 과학 교류와 협력 증진에 핵심 기반 역할을 할 가능성이 크기 때문에 이를 통한 새로운 연구 협력 및 과학 외교의 물꼬가 마련될 수 있기를 기대해 본다.

참고문헌

- 신은정·안형준·정원교(2016), *오픈사이언스를 위한 연구 성과물 공개 정책과 과제*, 과학기술정책연구원.
- 신은정·안형준·양현채·최병삼·양승우·정원교·김수연(2017), *오픈사이언스정책의 도입 및 추진 방안*, 과학기술정책연구원.
- 신은정·안형준·정일영·우청원·서현정 (2018), *오픈사이언스를 통한 공공연구 효과성 제고 방안*, 과학기술정책연구원.
- David, P. A.(2008), "The Historical Origins of 'Open Science': An Essay on Patronage, Reputation and Common Agency Contracting in the Scientific Revolution," *Capitalism and Society*, 3(2), Article 5.
- David, P.A.(2003), "The economic logic of 'open science' and the balance between 전 세계 193개국의 회원국이 private property rights and the public domain in scientific data and information," in *The Role of the Public Domain in Scientific and Technical Data and Information: An NRC Symposium*, J. Esanu and P. F. Uhlir (eds.), Washington, D. C.: Academy Press, pp. 19-34.
- Merton, R. K.(1942; 1972), *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago: University of Chicago Press.
- McMullin, E.(1985), "Openness and Secrecy in Science: Some Notes on Early History," *Science, Technology & Human Values*, 10(2), pp. 14-23.
- Open Science Collaboration(2015), "Estimating the Reproduc-

- ibility of Psychological Science,” *Science*, 349 (6251), aac4716 DOI: 10.1126/science.aac4716.
- 유네스코(1945), “유네스코 헌장(UNESCO Constitution) 제 1조,” http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=15244&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html(접속일: 2020.08.12.)
- 유네스코(1948), “세계인권선언 (The Universal Declaration of Human Rights)”, 제27조, <https://www.un.org/en/universal-declaration-human-rights/>(접속일: 2020.08.12.)
- 유네스코(2012), “오픈액세스 진흥을 위한 정책 가이드라인 (Policy Guidelines for the Development and Promotion of Open Access),” <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/resources/publications-and-communication-materials/publications/full-list/policy-guidelines-for-the-development-and-promotion-of-open-access/>(접속일: 2020.08.12.)
- 유네스코(2013), “오픈액세스 정책 (Open Access Policy),” http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ERI/pdf/oa_policy_rev2.pdf(접속일: 2020.08.12.)
- 유네스코(2017), “과학 및 과학연구자에 관한 권고 (Recommendation on Science and Scientific Researchers),” https://en.unesco.org/themes/ethics-science-and-technology/recommendation_science(접속일: 2020.08.12.)
- 유네스코(2019a), 유네스코 홈페이지, “유네스코 제40차 총회(40th session of the UNESCO General Conference),” <https://iite.unesco.org/news/40th-session-of-the-unesco-gen>

- eral-conference/(접속일: 2020.09.11.)
- 유네스코(2019b), “유네스코 오픈사이언스 권고의 타당성에 관한 기술적·재정적·법적 검토(Preliminary Study of the Technical, Financial and Legal Aspects on the Desirability of a UNESCO Recommendation on Open Science),” Executive Board, Document code 206th session, EX/9 내용 바탕으로 작성 <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367018>(접속일: 2020.08.12.)
- 유네스코(2019c), “유네스코 오픈 교육 자료 권고(Recommendation on Open Educational Resources),” http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=49556&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html(작성일: 2019.11.25., 접속일: 2020.09.22.)
- 유네스코(2020a), “UNESCO 활동 영역 소개 (What We Do),” <https://en.unesco.org/>(접속일: 2020.09.22.)
- 유네스코(2020b), “UNESCO 글로벌 오픈 액세스 포털 (Global Open Access Portal),” <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/portals-and-platforms/goap/>(접속일: 2020.08.12.)
- 유네스코(2020c), “”코로나19 - 오픈사이언스 국제협력 강화 (COVID-19 - Open science and reinforced scientific cooperation),” <https://en.unesco.org/covid19/scienceresponse>(접속일: 2020.08.31.)
- 유네스코(2020d), “코로나19에 대한 연구 및 정보 공유를 위한 오픈 액세스 촉진(Open access to facilitate research and information on COVID-19),” <https://en.unesco.org/covid19/>

communicationinformationresponse/opensolutions(접속
일: 2020.08.12.)

유네스코(2020e), “유네스코, 코로나19에 대응하여 오픈사이언스
및 국제협력 촉진을 위해 122개 국가 논의(UNESCO mobi-
lizes 122 countries to promote open science and rein-
forced cooperation in the face of COVID-19),” [https://
en.unesco.org/news/unesco-mobilizes-122-coun-
tries-promote-open-science-and-reinforced-coop-
eration-face-covid-19](https://en.unesco.org/news/unesco-mobilizes-122-countries-promote-open-science-and-reinforced-cooperation-face-covid-19)(작성일: 2020. 3. 30. 접속일:
2020.08.12.)

유네스코(2020f), “오픈사이언스 국제 자문(Global Consultation
on Open Science),” [https://en.unesco.org/science-sus-
tainable-future/open-science/consultation](https://en.unesco.org/science-sustainable-future/open-science/consultation)(접속일:
2020.08.12.)

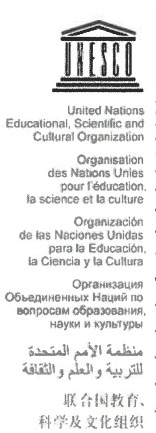
유네스코(2020g), “오픈사이언스 파트너십(Open Science Partner-
ship),” [https://en.unesco.org/science-sustainable-future/
open-science/partnership](https://en.unesco.org/science-sustainable-future/open-science/partnership)(접속일: 2020.08.12.)

유네스코(2020h), “오픈사이언스 자문위원회(Open Science Adviso-
ry Committee),” [https://en.unesco.org/science-sustain-
able-future/open-science/advisory-committee](https://en.unesco.org/science-sustainable-future/open-science/advisory-committee)(접속일:
2020.08.12.)

유네스코(2020i), “지역위원회(Regional Consultations),” [https://
en.unesco.org/science-sustainable-future/open-science/
regional-consultations](https://en.unesco.org/science-sustainable-future/open-science/regional-consultations)(접속일: 2020.08.12.)

유네스코(2020j), Open Science 영문 브로슈어, “Towards a UNES-
CO Recommendation on Open Science,” <http://en.unes->

- co.org/sites/default/files/open_science_brochure_en.pdf
유네스코(2020k), “유네스코 오픈사이언스 권고 초안(Draft UNESCO Recommendation on Open Science),” (작성일: 2020.9.10.)
유엔개발계획(2020), 유엔개발계획 홈페이지, <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html>(접속일: 2020.09.14.)
AmeliCA(2020), AmeliCA 홈페이지 <http://amelica.org/index.php/en/open-science/>(접속일: 2020.08.12.)
AOSP(2020), 아프리카 오픈사이언스 플랫폼 홈페이지(African Open Science Platform), <http://africanopenscience.org.za/>(접속일: 2020.08.12.)
BOAI(Budapest Open Access Initiative)(2020), “부다페스트 오픈사이언스 이니셔티브(Budapest Open Access Initiative),” <https://www.budapestopenaccessinitiative.org/>(접속일: 2020.08.12.)
EC(2020), Open Science Policy Platform, <https://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=open-science-policy-platform>(접속일: 2020.08.12.)
MOSP(2020), Malaysia Open Science Platform, 말레이시아 오픈사이언스 플랫폼 홈페이지, <https://www.akademisains.gov.my/mosp/>(접속일: 2020.08.12.)



First draft of the UNESCO Recommendation on Open Science

PREAMBLE

The General Conference of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), meeting in Paris XX November 2021,

Recognizing the urgency of addressing complex and interconnected environmental, social and economic challenges for the people and the planet, including poverty, health issues, access to education, rising inequalities and disparities of opportunity, natural resource depletion, loss of biodiversity, land degradation, climate change, natural and human-made disasters, spiralling conflicts and related humanitarian crises;

Acknowledging the vital importance of science, technology and innovation to respond to these challenges by providing

solutions to satisfy human needs, improve living standards and human well-being, advance environmental sustainability, foster sustainable social and economic development and promote democracy and peace:

Further acknowledging the opportunities and the potential provided by the expansion of information and communication technologies and the global interconnectedness to accelerate human progress, to bridge the digital divide and to develop knowledge societies;

Noting that the global COVID-19 health crisis has proven worldwide the urgency of access to scientific information, sharing of scientific knowledge, data and information, enhancing scientific collaboration and science- and knowledge-based decision making to respond to global emergencies and increase the resilience of societies;

Committed to leaving no one behind with regard to access to science and benefits from scientific progress by ensuring that, for example, when a safe and effective vaccine or treatment for COVID-19 is developed, it is produced rapidly on scale and the data, scientific knowledge and methods needed to produce it are openly available for all countries;

Recalling that one of the key functions of UNESCO, as stipulated in Article I of its Constitution, is to maintain, increase and diffuse knowledge by encouraging cooperation among the nations in all branches of intellectual activity, including the exchange of publications, objects of artistic and scientific

interest and other materials of information and by initiating methods of international cooperation calculated to give the people of all countries access to the printed and published materials produced by any of them;

Affirming the principles of the Universal Declaration of Human Rights, which state that all people have the right to freely to participate in the cultural life of the community, to enjoy the arts, and to share in scientific advancement and its benefits (Article 27);

Also affirming the 2007 United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples, which recognizes the rights of indigenous peoples to maintain, control, protect and develop their traditional knowledge and cultural expressions, as well as the manifestations of their sciences, technologies and cultures;

Building on the basis of the UNESCO Recommendation on Open Educational Resources, adopted by the UNESCO General Conference at its 40th session in 2019, and the UNESCO Recommendation on Science and Scientific Researchers adopted by the UNESCO General Conference at its 39th session in 2017;

Recognizing that science under the aforementioned Recommendation on Science is a global common good and, by the Universal Declaration of Human Rights and the International Covenant on Economic Social and Cultural Rights, is also an internationally-agreed fundamental human right which should be accessible to and bring benefit to all humankind;

Recognizing that Open Science originated as a movement to transform scientific practice to adapt to the changes, challenges, opportunities and risks of the 21st century digital era and to increase the societal impact of science in response to the growing and complex global issues facing humanity;

Further recognizing the significant available evidence for the economic benefits and substantial return on investment associated with Open Science practices and infrastructures, which enable innovation, dynamic research and economic partnerships;

Considering that, produced in an open, collaborative and inclusive way, Open Science, as a source of knowledge that is accessible, transparent, verifiable and subject to scrutiny and critique, is a more efficient enterprise that improves the quality of science and thereby the reliability and the commensurability of the evidence needed for robust decision-making and policy;

Further considering that the collaborative and inclusive characteristics of Open Science allow new social actors to be actively involved in scientific production, democratizing knowledge, addressing existing systemic inequalities and enclosures of wealth, knowledge and power and guiding scientific work towards solving problems of social importance;

Acknowledging that greater access to scientific inputs and outputs can improve the effectiveness and productivity of the scientific systems by reducing duplication costs in collecting,

creating, transferring and reusing data and scientific material, allowing more research from the same data, and increasing the social impact of science by multiplying opportunities for local, national, regional and global participation in the research process, and opportunities for wider circulation of scientific findings;

Considering that Open Science should not only foster enhanced sharing of scientific knowledge but also promote inclusion of scholarly knowledge from marginalized groups (such as women, minorities, Indigenous scholars, non-Anglophone scholars, scholars from less-advantaged countries) and contribute to reducing inequalities in access to scientific development, infrastructures and capabilities among different countries and regions;

Recognizing that Open Science respects the diversity of cultures and knowledge systems around the world as foundations for sustainable development, fostering open and robust dialogue with indigenous peoples and local communities and diverse knowledge holders for contemporary problem-solving and emergent strategies towards transformative change;

Acknowledging the transformative potential of Open Science for reducing the existing inequalities in science, technology and innovation and accelerating progress towards the implementation of the Agenda 2030 and the achievement of the Sustainable Development Goals and beyond;

Taking fully into account, in the adoption and application of

this Recommendation, the great diversity of the laws, regulations and customs which, in different countries, determine the pattern and organization of science technology and innovation:

1. Adopts the present Recommendation on Open Science on this day of ... November 2021;
2. Recommends that Member States apply the provisions of this Recommendation by taking appropriate steps, including whatever legislative or other measures may be required, in conformity with the constitutional practice and governing structures of each State, to give effect within their jurisdictions to the principles of the Recommendation;
3. Also recommends that Member States bring the Recommendation to the attention of the authorities and bodies responsible for science, technology and innovation, and consult relevant actors concerned with Open Science;
4. Further recommends that Member States report to it, at such dates and in such manner as shall be determined, on the action taken in pursuance of this Recommendation.

I . AIM AND OBJECTIVES OF THE RECOMMENDATION

1. Universal access to scientific knowledge, regardless of geography, gender, political boundaries, ethnicity or economic or technological barriers is an essential prerequisite for human development and progress towards planetary sustainability.
2. Driven by unprecedented advances in our digital world, and mindful of the associated risks, Open Science sets a new paradigm for the scientific enterprise based on transparency, sharing and collaboration, providing access to all outputs of research, adopting new ways of conducting and evaluating research, and including social actors beyond the scientific community in the creation of knowledge and its use for decision and policy-making.
3. As Open Science turns into a global movement, robust institutional and national Open Science policies and legal frameworks need to be developed by all nations to ensure that scientific knowledge, data and expertise are universally and openly accessible and their benefits universally and equitably shared.
4. To this end, the aim of this Recommendation is to provide an international framework for Open Science policy and practice that recognizes regional differences in Open Science perspectives, takes into account, in particular, the specific challenges of scientists and other Open Science

actors in developing countries, and contributes to reducing the digital, technological and knowledge divides existing between and within countries.

5. This Recommendation outlines a common definition, shared values, principles and standards for Open Science at the international level and proposes a set of actions conducive to a fair and equitable Open Science transition at individual, institutional, national, regional and international levels.
6. To achieve its aim, the key objectives and areas of action of this Recommendation are as follows:
 - (i) promoting a common understanding of Open Science and diverse paths to Open Science;
 - (ii) developing an enabling policy environment for Open Science;
 - (iii) investing in Open Science infrastructures;
 - (iv) investing in capacity building for Open Science;
 - (v) transforming scientific culture and aligning incentives for Open Science;
 - (vi) promoting innovative approaches for Open Science at different stages of the scientific process;
 - (vii) promoting international cooperation on Open Science.

II. DEFINITION OF OPEN SCIENCE

7. As per the 2017 UNESCO Recommendation on Science and Scientific Researchers, the term ‘Science’ signifies the enterprise whereby humankind, acting individually or in small or large groups, makes an organized attempt, by means of the objective study of observed phenomena and its validation through sharing of findings and data and through peer review, to discover and master the chain of causalities, relations or interactions; brings together in a coordinated form subsystems of knowledge by means of systematic reflection and conceptualization; and thereby furnishes itself with the opportunity of using, to its own advantage, understanding of the processes and phenomena occurring in nature and society.
8. The term ‘Open Science’ refers to an umbrella concept that combines various movements and practices aiming to make scientific knowledge, methods, data and evidence freely available and accessible for everyone, increase scientific collaborations and sharing of information for the benefits of science and society, and open the process of scientific knowledge creation and circulation to societal actors beyond the institutionalized scientific community.
9. For the purposes of this Recommendation, ‘Open Science’ means a complex of at least the following key elements:
 - (i) **Open Access**: Open access generally involves users being

able to gain full and immediate access to and unrestricted use of scientific outputs including scientific publications, data, software, source code and protocols, produced in all parts of the world, free of charge to the user and re-usable. Subject to the users' properly attribution of source and authorship, all users are granted free, irrevocable, worldwide rights to access, copy, retain, use, distribute, transmit and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any medium for any responsible purpose. In the case of scientific publications, the publication and all related scientific outputs (e.g. original scientific research results, raw data and metadata, software, including source code, source materials, digital representations of pictorial and graphical materials and scholarly multimedia material), should be deposited, upon publication, in at least one online repository using suitable technical standards that is supported and maintained by an academic institution, scholarly society, government agency, or other well-established non-profit organization devoted to common good that seeks to enable open access, unrestricted distribution, interoperability, and long-term archiving.

- (ii) **Open Data:** data that can be freely used, reused and re-distributed by anyone, subject only, at most, to the good practice of acknowledgement, attribution and citation. To ensure the openness of data, it is necessary that data and databases, as appropriate, are clearly described as 'in

the public domain', assigned a public domain waiver, or an open license. Data should be available in a human- and machine-readable and modifiable format, in accordance with principles of good data governance, such as for example the FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable) principles. When access to data needs to be restricted for security, privacy or other reasons, it should be in line with paragraph 10 below of this Recommendation.

- (iii) **Open Source/Software and Open Hardware:** open software describes software that is publicly available under an open license that grants others the right to access, modify, expand, study, create derivative works, use and/or share the software and its source code, design, or blueprint. The source code must be included in the software release or made available upon request and the chosen license must allow modifications, derived works, and sharing under equal conditions. Similarly open hardware refers to the design specifications of a physical object which are licensed in such a way that said object can be studied, modified, created, and distributed by anyone providing as many people as possible the ability to construct, remix, and share their knowledge of hardware design and function. In the case of both open software and open hardware, a community-driven process for contribution, attribution and governance should be in place to enable reuse, improve sustainability and

reduce unnecessary duplication of effort.

- (iv) **Open Science Infrastructures:** digital infrastructures that are needed to support Open Science and serve the needs of different communities. Open Science platforms and repositories are among the critical Open infrastructures, which provide essential services to manage and provide access to data, scientific literature, thematic science priorities or community engagement. Different repositories are adapted to local circumstances, user needs and the requirements of research communities, yet should adopt interoperable standards and best practices to ensure the content in repositories is appropriately vetted, discoverable and reusable by humans and machines. Some repositories and infrastructure provide ‘science ready’ data products, sometimes using high-level analytic and artificial intelligence procedures, to support analysis and research in the community they serve. Open Science infrastructures should be non-profit and they should guarantee permanent and unrestricted access to all public.
- (v) **Open Evaluation:** organized assessment of research with highly transparent and participatory peer review process, including possible disclosure of the identity of the reviewers, publicly available reviews and the possibility for a broader community to provide comments and participate in the assessment process. Additionally, to further transparency of the scientific enterprise, Open Notebooks include the opening of the whole research

process and insights in every stage. Entire research projects are made openly available from the beginning, granting others access to virtual research workspaces.

- (vi) **Open Educational Resources:** learning, teaching and research materials in any format and medium that reside in the public domain or are under copyright that have been released under an open license, that permit no-cost access, re-use, re-purpose, adaptation and redistribution by others.
- (vii) **Open Engagement of Societal Actors:** Open Science extends collaboration with societal actors beyond the scientific community by opening up practices and tools that are part of the research cycle. In the perspective of developing a collective intelligence for problem solving, including through the use of transdisciplinary research methods, Open Science provides the basis for integration of concerns, values, and world-views of policy-makers and practitioners, entrepreneurs, activists and citizens, giving them a voice in developing research that is compatible with their needs and aspirations. Citizen and participatory science have developed as a model of scientific research conducted by non-professional scientists, but frequently carried out in association with formal, scientific programmes or with professional scientists with the web and social media as important agents of interaction. For the effective reuse of the outputs of citizen and participatory science by other actors,

including scientists, these products should be subject to the curation, standardization and preservation methods necessary to ensure the maximum benefit to all. While active involvement of citizens and communities has direct dividends for science, the benefits are further multiplied by increasing the fraction of the population knowledgeable about science and supportive of it.

(viii) **Openness to Diversity of Knowledge:** Open science recognizes the richness of diverse knowledge systems and epistemologies and diversity of knowledge holders and producers. It aims to enhance inter-relationships and complementarities between diverse scholars and epistemologies based on the principle of non-discrimination, adherence to international human rights norms and standards, respect for knowledge sovereignty and governance, and the recognition of rights of knowledge holders to receive a fair and equitable share of benefits that may arise from the utilization of their knowledge. In particular, Open Science promotes:

- *Openness to Indigenous Knowledge Systems* in line with the 2007 United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples and the principles for Indigenous Data Governance, such as for example the CARE (Collective Benefit, Authority to Control, Responsibility, and Ethics) data principles. Such efforts acknowledge the right of Indigenous peoples and local communities to govern and make decisions on the

custodianship, ownership and administration of data on traditional knowledge and on their lands, and resources.

- *Openness to all Scholarly Knowledge and Inquiry* in line with principles of non-discrimination established by international human rights law, including income, gender, age, race, ethnicity, migratory status, disability, and geographic location.

10. Scientific outputs should be as open as possible, and only as closed as necessary. Open Science affords necessary protection for sensitive data, information, sources, and subjects of study. Proportionate access restrictions are justifiable on the basis of national security, confidentiality, privacy and respect for subjects of study. This includes legal process and public order, trade secrets, intellectual property rights, personal information and the protection of human subjects, of sacred indigenous knowledge, and of rare, threatened or endangered species. Some research results, data or code that is not opened may nonetheless be made accessible to specific users according to defined access criteria made by local, national or regional pertinent governing instances. The need for restrictions may also change over time, allowing the data to be made accessible at a later point. Open Science reflects the need to respect protections and the right of communities and nations to preserve the use and development of their knowledge and traditions, and to do so proportionately.

11. The key objectives of adhering to Open Science are:
 - (i) maintaining and promoting good practice and scientific rigour, as well as accelerated discovery by maximizing access to robustly described data, software, including source code and methods underpinning scientific conclusions;
 - (ii) maximizing access to scientific knowledge and the re-use and combination of data and software, including source code, and thereby maximizing the common good achieved through public investment in scientific resources and infrastructures; and
 - (iii) maximizing the engagement and participation of all people and cultures in the scientific process, thus fostering the democratization of the scientific process and the increased societal impact of the scientific endeavor for the greater common good.
12. There are multiple actors in research and innovation systems and each of them has a role to play for Open Science, and responsibilities associated with that role and some or all of the aforementioned objectives. The present Recommendation specifically addresses the following key Open Science actors:
 - (i) **Researchers**, regardless of their nationality, ethnicity, gender, discipline and socio-economic background, who are at the center of Open Science activities;

- (ii) **Leaders** at research institutions who are key to developing a supportive structure and reward system for Open Science practices;
- (iii) **Educators**, including university faculty, experts in the ethical conduct of science, members of professional societies, and innovators in the private sector, who all have a role to play in the training related to open science principles and practices, and in educating all actors about open collaboration at all levels;
- (iv) **Information scientists**, including librarians and computer scientists, who play a role in developing tools for Open Science practices and for ensuring that the products of research are appropriately stewarded and preserved for future use;
- (v) **Software developers, coders, creatives, innovators, engineers** and all people that engage in peer production of science contributing to the dynamic hybrid interdisciplinary spaces where open science is practiced and advanced.
- (vi) **Legal scholars, legislators, magistrates and civil servants who by their services** enable the smooth functioning of the legal frameworks benefitting Open Science practices;
- (vii) **Publishers, editors and leaders of professional societies**, who ensure a transition toward publication models that support Open Science;

- (viii) **Technical staff** who ensure the appropriate functioning of the infrastructure, so that production and dissemination of outputs can be in line with Open Science;
 - (ix) **Research funders** who provide the necessary resources for the broad range of Open Science practices;
 - (x) **Policy makers, societal actors and communities** that provide the policy foundation and political support for changes in the practice of science and for ensuring the public benefit;
 - (xi) **Users and the public at large** who appreciate available scientific outputs, provide relevant feedback, communicate science and/or create value-added outcomes in collaboration with or without the original producers of scientific outputs.
13. Open Science exists today with scientific outputs already available in the public domain or under open license schemes, such as for example Creative Commons licenses, that allow re-distribution and re-use of a licensed work under specific conditions, including that the creator is appropriately credited.
 14. Open Science critiques and transforms the boundaries of intellectual property to increase access to knowledge by everyone. The open approach does not contradict the use of intellectual property as a route to benefit through private exploitation and use of knowledge to create competitive

new products or services and possibly bringing tangible economic benefits.

III. OPEN SCIENCE CORE VALUES AND GUIDING PRINCIPLES

15. The core values of Open Science stem from the ethical, epistemological and socio-technological implications of opening science to society and broadening the principles of openness to the whole cycle of scientific research. They include:

- (i) ***Collective Benefit***: as a global public good, Open Science belongs to humanity in common and benefits humanity as a whole;
- (ii) ***Equity and Fairness***: Open Science should play a significant role in ensuring equity among researchers from developed and developing countries, enabling fair and reciprocal sharing of scientific inputs and outputs and equal access to scientific knowledge to both producers and consumers of knowledge regardless of geography, gender, ethnicity or socio-economic circumstances;
- (iii) ***Quality and Integrity***: Open Science should support high quality research by bringing together multiple sources of knowledge and making research methods and outputs widely available for rigorous review and scrutiny;

- (iv) *Diversity*: Open Science should embrace a diversity of practices, workflows, languages, research outputs and research topics that support the needs and epistemic pluralism of diverse research communities, scholars, knowledge holders and social actors from different countries and regions;
 - (v) *Inclusiveness*: In the common pursuit of new knowledge, Open Science should meaningfully engage the scientific community as a whole, as well as the wider public and knowledge holders beyond the institutionalized scientific community, including indigenous peoples and other traditional communities, engages the scientific community as a whole, as well as the wider public and knowledge holders.
16. The following guiding principles for Open Science provide a framework for enabling conditions and practices within which the above values are upheld, and the ideals of Open Science are made a reality:
- (a) *Transparency, scrutiny, critique and verifiability*: increased openness in all stages of the scientific endeavor enhances the societal impact of science and increases the capacity of society as a whole to solve complex interconnected problems. Increased openness leads to increased transparency and trust in scientific information and reinforces the fundamental feature of science as a distinct form of knowledge based on evidence and tested

against reality, logic and the scrutiny of scientific peers. It is important to reaffirm, for a globally interdependent world, with new technologies, the epistemological skepticism, which is the foundation of Open Science and the source of its success.

- (b) ***Equal opportunities and access***: all researchers and societal actors regardless of country of origin, gender, field of research, funding basis, or career stage have an equal opportunity to contribute to and benefit from Open Science. Research outputs should be open by default, with immediate and machine-readable access in open formats to content, metadata and usage statistics, subject to constraints of safety, security and privacy.
- (c) ***Respect, responsibility and accountability***: with greater openness comes greater responsibility for all Open Science actors, which, together with accountability and respect forms the basis for good governance of Open Science.
- (d) ***Collaboration, participation and inclusion***: collaborations at all levels of scientific process, beyond the boundaries of geography, language, generations, disciplines and resources, should become the norm, together with the full and effective participation of societal actors and inclusion of excluded and marginalized knowledge in solving problems of social importance.
- (e) ***Flexibility***: due to the diversity of science systems, actors

and capacities across the world, as well as the evolving nature of supporting information and communication technologies, there is no one-size fits all way of practicing Open Science. Different pathways of transition to and practice of Open Science need to be encouraged while upholding the above mentioned core values and maximizing adherence to the other principles hereby presented.

- (f) **Sustainability:** to be as efficient and impactful as possible, Open Science needs to build on sustainable practices, services, infrastructures and funding models that ensure the equal participation of scientific producers from less privileged institutions and countries. Open Science infrastructures should be non-profit, and they should guarantee permanent and unrestricted access to all public.

IV. AREAS OF ACTION

17. To achieve the objectives of this Recommendation as set out in paragraph 6 above, Member States are recommended to take concurrent action in the following seven areas, taking into account their individual political, administrative and legal contexts.

(i) Promoting a common understanding of Open Science and diverse paths to Open Science

18. Member States are recommended to promote and support the common understanding of Open Science as defined in this Recommendation, and strategically plan and support Open Science awareness raising at institutional, national and regional levels. Member States are encouraged to consider the following:

(a) Promoting a common understanding of Open Science as defined in this Recommendation within the scientific community and among the different Open Science actors at the institutional, national and regional levels;

(b) Ensuring that Open Science incorporates the values and principles as outlined in this Recommendation to ensure that the benefits of Open Science are shared and reciprocal, and do not involve extraction of data and knowledge by technologically and economically more advanced countries;

(c) Encouraging Open Science practices within publicly funded research practices;

(d) Incorporating Open Science into national science technology and innovation policies and strategies and other national and regional policy frameworks for the public advancement of science;

(e) Ensuring that the needs and rights of communities,

including the rights of indigenous peoples over their traditional knowledge, as expressed in the 2007 United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples should not be infringed in Open Science practices:

(f) Engaging the private sector in the discussion about the ways in which the scope of Open Science principles and priorities can be enlarged and mutually shared.

(ii) Developing an enabling policy environment for Open Science

19. Member States, according to their specific conditions, governing structures and constitutional provisions, should develop or encourage policy environments, including those at the institutional and national levels that are supportive of transition to Open Science and effective implementation of Open Science practices. Through a transparent participatory process that includes dialogue with the scientific community and other Open Science actors, Member States are encouraged to consider the following:

(a) Developing and implementing national Open Science policies and strategies in line with the definition, values and principles as well as actions outlined in this Recommendation:

(b) Ensuring that public research funders require Open Science practices and that all scientific outputs from pub-

licly funded research are as open as possible, and only as closed as necessary;

- (c) Encouraging research-performing institutions, particularly those in receipt of public funds, to implement policies and strategies for Open Science.
- (d) Encourage academies, scientific unions and associations, and learned societies to adopt statements of principle in line with this Recommendation to encourage Open Science practice in coordination with national science academies and the International Science Council;
- (e) Promoting multilingualism, to embrace worldwide inclusiveness, information-sharing, collaborative knowledge construction and equity, by enabling global interaction with multinational and multidisciplinary researchers, and other Open Science actors;
- (f) Including citizen and participatory science as integral parts of Open Science policies and practices at the national, institutional and funder levels;
- (g) Designing models that allow co-production of knowledge with heterogeneous actors and establishing guidelines to ensure the recognition of non-scientific collaborations;
- (h) Supporting the development of national/international legal instruments to allow for sharing across repositories without regard to national or regional boundaries;
- (i) Fostering equitable public-private partnerships for Open

Science and engaging the private sector in Open Science, provided that there is appropriate certification and regulation to prevent vendor lock-in, predatory behavior and extraction of profit from publicly funded activities. The importance of commercial providers of services and data renders the call for open availability of information and data as well as transparency about their quality and provenance even more urgent. Given the public interest in Open Science and the role of public funding, Member States should ensure that the market for services relating to science and Open Science functions properly in the global and public interest and without market dominance on the part of any commercial organizations:

- (j) Designing and implementing funding and investment policies and strategies for Open Science based on the core values and principles of Open Science. The costs associated with the transition to Open Science relate to the necessary cultural change in research settings to support Open Science practices, the development and adoption of Open Science infrastructures and services; capacity building of all actors and innovative, highly collaborative and participatory approaches to the scientific enterprise. Where Open Science receives public funds, it is vital to consider how such funds are disbursed most effectively for public benefit and maximum return on investment.

(iii) Investing in Open Science infrastructures and services

20. Open Science both requires and merits systematic and long-term strategic investment in science technology and innovation, with emphasis on investment in technical and digital infrastructure and related services. Considering Open Science as a global public good, Open Science services should be viewed as essential research infrastructures, governed and owned by the community, and funded collectively by governments, funders and institutions reflecting the diverse interests and needs of the research community and society. Member States are encouraged to ensure adequate investment in:

- (a) National science technology and innovation systems, with at least 1% of national gross domestic product (GDP) dedicated to research and development expenditure.
- (b) Reliable internet connectivity and bandwidth for use by scientists and science-users across the world.
- (c) National research and education networks (NRENs) and their functionality, encouraging regional and international collaboration to ensure maximum interoperability and alignment between NREN services.
- (d) Computing facilities and digital public infrastructure supporting Open Science in order to ensure the long-term preservation, stewardship, and community control of research products. Any research supporting infrastruc-

ture or service should have a strong community-led base and ensure interoperability and inclusivity. These open infrastructures could be supported by direct funding or through an earmarked percentage of each funded grant.

(e) Federated and diversified information technology infrastructure for Open Science, including high performance computing and data storage where needed, and robust, open and community managed infrastructures, protocols and standards to support bibliodiversity and engagement with society. While avoiding fragmentation by enhancing the federation of existing Open Science infrastructures and services, attention should be given to ensuring that this infrastructure is accessible for all, internationally interconnected and as interoperable as possible, and that it follows certain core specifications, such as for example the FAIR and CARE principles for data stewardship. Technical requirements for every digital object of significance for science, whether a datum, a dataset, metadata, code, a publication should also be addressed. Examples include attribution of persistent identifier for digital objects, metadata required for their efficient assessment, access, use and re-use, and the stewardship of data by a trusted global network of data repositories.

(f) Community agreements which define community practices for data sharing, data formats, metadata standards, ontologies and terminologies, tools and infrastructure. International Scientific Unions and Associations, regional

or national research infrastructures, and journal editorial boards each have a role to play in helping develop these agreements.

- (g) Joint strategies for shared, multinational, regional Open Science platforms. Such initiatives are a mechanism to provide coordinated support for Open Science covering: access to Open Science services and research infrastructures (including storage, stewardship, data Commons), alignment of policies, educational programmes and technical standards. With a number of initiatives underway in different regions, it is important that they should interoperate from the perspective of policy, practices and technical specifications. It will also be important to invest in funding programmes to enable scientists to create and use such platforms, particularly in low- and middle-income countries.
- (h) A new generation of open information technology tools that automate the process of searching and analyzing linked articles and data, making the process of generating and testing hypotheses faster and more efficient. These tools and services will have maximum impact when used within an Open Science framework that spans institutional, national, and disciplinary boundaries, while addressing potential risks and ethical issues that may arise from the development and use of such artificial intelligence technologies.

- (i) Innovative approaches at different stages of the scientific process and the international scientific collaboration as outlined, respectively, in paragraph 24 below of this Recommendation.
- (j) Platforms for exchanges and co-creation of knowledge between scientists and society, including through predictable and sustainable funding for volunteer organizations conducting Citizen Science and participatory research at the local level.
- (k) Community-based monitoring and information systems to complement national, regional and global data and information systems.

(iv) Investing in capacity building for Open Science

21. Open Science requires investment in capacity building and human capital. Transforming scientific practice to adapt to the changes, challenges, opportunities and risks of the 21st century digital era, requires targeted research, education and training in the skills required for new technologies and in the ethos and practices of Open Science. This should have as its objective to develop the critical mass of scientists respecting gender, geographical and disciplinary balance with specific capacity building and training in Open Science. Member States are encouraged to consider the following:

- (a) Providing systematic and continuous capacity building on Open Science concepts, principles and practice, including data science and stewardship, curation and archiving, information and data literacy, web safety, content ownership and sharing, as well as software engineering and computer science;
- (b) Investing in and promoting advanced education and the professionalization of roles in data science and data stewardship. To take advantage of the opportunities offered by Open Science, research projects, research institutions and civil society initiatives need to call on advanced data science skills including analysis, statistics, machine learning (ML) / artificial intelligence (AI), visualization and the ability to write code and use algorithms with scientific and ethical responsibility. Enabling Open Science also requires advanced and professional data stewards who manage and curate data and ensure that the data are FAIR and looked after by trusted institutions or services;
- (c) Agreeing on a standardized set of Open Science competencies aligned with specific researcher career stages and specific actors' needs and develop recognized skills and training programmes in support of the attainment of these competencies. A core set of data science and data stewardship skills should be regarded as part of the foundational expertise of all researchers and incorporated into the 'research skills' curriculum starting at least at the

undergraduate level;

(d) Promoting the use of Open Educational Resources to increase access to Open Science educational and research resources, improve learning outcomes, maximize the impact of public funding, and empower educators and learners to become co-creators of knowledge.

(v) Transforming scientific culture and aligning incentives for Open Science

22. Member States, according to their specific conditions, governing structures and constitutional provisions, are recommended to actively engage in removing the barriers and disincentives for Open Science, particularly those relating to research and career evaluation and awards systems. Assessment of scientific contribution and career progression rewarding good Open Science practices is a prerequisite for transition to Open Science. Attention should also be given to preventing and mitigating the unintended negative consequences of the transition to Open Science, such as increased costs for scientists, migration, exploitation and privatization of data from the global South by the global North, loss of intellectual propriety and knowledge, and premature sharing of research results. Member States are encouraged to consider the following:

(a) Combining efforts of many different actors, including research funders, universities, journals, and scientific

societies across disciplines and countries, to change the current research culture and to reward researchers for sharing, collaborating and engaging with society;

- (b) Reviewing research assessment and career evaluation systems in order to align them with the principles of Open Science. Considering that a commitment to Open Science requires time and attention that cannot be automatically converted into traditional academic output such as publications, but which can have a significant impact on science and society, evaluation systems should take into account the wide breadth of missions within the knowledge chain: basic research, curiosity-driven research, research that furthers technological innovation, and research that contributes to understanding and solving social problems. These missions come with different forms of knowledge creation and communication, not limited to publishing in peer reviewed international journals;
- (c) Promoting the development and implementation of evaluation systems that:
- use indicators more wide-ranging than journal-based metrics and that go beyond the Journal Impact Factor;
 - give value to all relevant research activities and scientific outputs including high quality FAIR data and metadata; well-documented and reusable software, protocols and workflows; and machine-readable sum-

maries of findings;

- take into account evidence of research impact and knowledge exchange, such as widening participation in the research process, influence on policy and practice and engaging in open innovation with partners beyond academia.

- (d) Ensuring that the practice of Open Science is a known, well-understood and standardized element in academic recruitment and promotion criteria;
- (e) Ensuring diversity in scholarly communications with adherence to the principles of open, transparent and equitable access and supporting collaborative publishing models with no article processing charges (APCs) or book processing charges (BPCs), as many low- and middle-income countries would find it difficult to fund APCs or BPCs so that, though their researchers would be able to read freely, they would be largely unable to publish;
- (f) Enforcing effective governance measures and proper legislation (such as for example those proposed via the CARE principles on indigenous data governance and the 2010 Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from their Utilization to the Convention on Biological Diversity) in order to address inequality and prevent related predatory behaviours as well as to protect the intellectual creation of Open Science methods, products and data;

- (g) Promoting creative commons licensing schemes that allow re-distribution and re-use of a licensed work on the condition that the creator is appropriately credited;
 - (h) Promoting high quality and responsible research in line with the 2017 UNESCO Recommendation on Science and Scientific Researchers and exploring the potential of Open Science practices to reduce scientific misconduct, including the fabrication and falsification of results and plagiarism.
- (vi) Promoting innovative approaches for Open Science at different stages of the scientific process
23. Open Science requires changes in scientific culture, methodologies, institutions and infrastructures, and its principles and practices extend to the entire research cycle, from formulation of hypothesis, development and testing of methodologies, data collection, analysis, management and storage, peer-review and other evaluation and verification methods, to communication, distribution and uptake and use/re-use. To promote innovative approaches for openness at different stages of the scientific process, Member States are encouraged to:
- (a) Promote Open Science from the outset of the research process and extending the principles of openness in all stages of the scientific process including the encouragement of preprints in order to accelerate dissemination

and encourage rapid growth in scientific knowledge;

- (b) Develop new participatory methods and validation techniques to incorporate and value inputs from the broader public, including through participatory and citizen science;
- (c) Support scientists and other societal actors in accumulating and using open data resources in a transdisciplinary mode to maximize scientific, social and economic benefit, and stimulate the creation of hybrid disciplinary spaces where scientists from different disciplines interact with software developers, coders, creatives, innovators, engineers, etc;
- (d) Enhance open access to large-scale research infrastructures, such as international infrastructure in physics, astronomy, and space science, as well as collaborative infrastructures in other fields, such as health and social sciences, among others;
- (e) Promote Open Science as an enabler of open innovation, with the objective of accelerating the transformation of scientific and research results for social economic and environmental benefits, and of providing spaces for engagement of a whole spectrum of actors in the research value chain, from individual researchers to research institutions, public and private organizations and small and medium scale enterprises, start-up firms and consolidated large commercial enterprises.

(vii) Promoting international cooperation on Open Science

24. To promote Open Science globally, Member States should promote and reinforce international cooperation among all relevant actors, whether on a bilateral or multilateral basis. Member States are encouraged to consider the following:

- (a) Promoting and stimulating cross-border collaboration on Open Science, leveraging existing transnational, regional and global collaboration mechanisms and organizations. This should include joining efforts towards universal access to the outputs of science, regardless of discipline, geography, gender, ethnicity or socio-economic circumstances; development and use of shared Open Science infrastructures, as well as capacity building, repositories, communities of practice, and solidarity between all countries regardless of their state of Open Science development;
- (b) Establishing regional and international funding mechanisms for promoting and strengthening Open Science and identifying those mechanisms, including partnerships, which can support international, regional and national efforts;
- (c) Supporting the creation and maintenance of effective collaborative networks to exchange best Open Science practices and lessons learned from the design, develop-

ment and implementation of Open Science policies, initiatives and practices;

- (d) Promoting cooperation among countries in capacity building for data management and stewardship and to prevent the exploitation and misuse of open data across borders;
- (e) Entrusting UNESCO with the mission to coordinate, in consultation with stakeholders and member states, the development and adoption of a set of Open Science Goals, which will guide and stimulate international cooperation to advance Open Science for the benefit of humankind and planetary sustainability.

V. MONITORING

25. Member States should, according to their specific conditions, governing structures and constitutional provisions, monitor policies and mechanisms related to Open Science using a combination of quantitative and qualitative approaches, as appropriate. Member States are encouraged to consider the following:

- (a) deploying appropriate research mechanisms to measure the effectiveness and efficiency of Open Science policies and incentives against defined objectives;
- (b) collecting and disseminating progress, good practices, innovations and research reports on Open Science and

its implications with the support of UNESCO with a multi-stakeholder approach;

- (c) developing strategies to monitor the effectiveness and long-term efficiency of Open Science, which include a multi-stakeholder approach. Such strategies could focus on strengthening the connections between science, policy and society, increased transparency, and accountability for inclusive and equitable quality research, which effectively responds to global challenges.



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture

Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Организация
Объединённых Наций по
вопросам образования,
науки и культуры

منظمة الأمم المتحدة
للثقافة والعلم والتربية

联合国教育、
科学及文化组织



유네스코 오픈사이언스 권고 초안 요약문⁴⁾

서문

유엔교육과학문화기구(유네스코)는 2021년 11월 파리에서 열린 총회에서

빈곤, 보건 문제, 교육 기회, 늘어나는 기회 불평등과 격차, 자연 자원 고갈, 생물 다양성 손실, 토지 황폐화, 기후 변화, 자연재해와 인재, 커지는 갈등과 관련된 인도주의적 위기 등 인류와 지구의 복잡하고 서로 연결된 환경, 사회 및 경제적 도전과제를 해결하는 게 시급함을 인식하고

인류가 당면한 도전과 과제를 해결하기 위한 수단으로 과학, 기술 및

4) UNESCO Preliminary Report on the first draft of the Recommendation on Open Science (Ref. CL/4333)를 바탕으로 번역된 요약본을 “과학기술 정책연구원 (2020.11.20.), 『한-UNESCO 과학분야 협력방안 연구』, 정책용역연구과제(관리번호 2020-7), 과학기술정보통신부.”로부터 발췌·인용하였으며, 일부 수정함.

혁신이 매우 중요하며 과학기술 개발과 혁신을 통해 적절한 솔루션을 제공하고 인간의 생활 수준과 복지를 증진하며, 환경의 지속 가능성을 높이고 지속 가능한 사회 및 경제 개발을 촉진하는 동시에 민주주의와 평화를 공고히 할 수 있음을 인지하고.

정보 및 통신 기술의 확장은 인류의 발전을 가속화하고 디지털 격차를 해소하며, 지식 사회를 앞당길 기회를 제공할 것임을 더욱 인지하며.

코로나19가 초래한 글로벌 의료 위기로 글로벌 위기에 대응하고 사회의 저항력을 높이는 데 있어 과학 정보에 대한 접근성과 과학 지식, 데이터 및 정보의 공유, 과학적 협력 및 과학 지식 기반 의사 결정의 중요성이 부각되고 있음에 주목하고.

누구나 과학 지식과 데이터에 접근할 수 있도록 보장함으로써 과학 발전의 혜택이 균등하게 분배되어야 한다는 전제에 합의하고, 안전하고 효과적인 코로나19 백신이 개발되면 관련 과학 지식과 데이터, 방법 등을 전 세계와 공유하기로 하며.

유네스코 헌장 제1조에 명시된 유네스코의 주요 기능 중 하나는, 출판물이나 과학 및 예술적 관심사와 기타 정보의 교류를 포함하여, 모든 지식 활동 영역에서 국가 간 협력을 장려하고 국적에 상관없이 모든 사람이 공유하고 접근할 수 있는 협력 방법을 제안함으로써 지식을 보존하고 증진하며 확산하는 것임을 상기하며.

세계인권선언에서는 누구나 공동체의 문화생활에 자유롭게 참여하고 예술을 즐기고 과학적인 발전과 그 혜택을 공유할 권리를 가지고 있다(27조)고 선언하고 있음을 확인하며.

또한 유엔은 2007년 원주민 권리 선언을 통해 원주민은 스스로 고유한 전통 지식과 문화, 과학, 기술을 유지하고 발전시킬 권리가 있다고 인정하였음을 확인하며.

2017년 유네스코 39차 총회에서 채택한 유네스코 과학 및 과학연구자에 관한 권고와 2019년 제40차 총회에서 채택한 유네스코 오픈 교육

자료 권고에 기초하여,

앞서 언급한 권고에서 과학은 공공재로 간주되며 세계인권선언과 경제, 사회 및 문화적 권리에 관한 국제규약에 따라 누구나 자유롭게 과학 활동에 참여하고 과학 활동의 결과물에 접근하며 그 혜택을 공평하게 누릴 수 있는 권리를 가짐을 인식하고,

오픈사이언스는 21세기 디지털 시대가 가져올 변화와 기회, 그리고 도전과제와 위험에 대응할 수 있도록 과학 활동의 변화를 추구하는 움직임에서 시작되었으며, 오픈사이언스 활동과 인프라에 대한 투자는 혁신과 연구 및 경제 협력을 가능하게 함으로써 경제적 이익과 투자 수익을 창출함을 인식하고,

개방과 협력 및 포용을 특징으로 하는 오픈사이언스는 누구나 접근할 수 있고 투명하며 비판과 조사를 통해 검증가능한 지식의 원천으로써 과학의 품질을 제고하고 의사결정과 정책 수립에 필요한 근거를 제시할 수 있는 더 효과적인 활동임을 고려하고,

협력과 포용을 강조하는 오픈사이언스는 새로운 사회 주체가 적극적으로 과학 지식 생산에 참여하여 지식 민주화에 기여하고, 기존 체계의 불평등과 부와 지식 및 권력에 의한 단절을 해소하며 과학 활동을 통해 사회 문제 해결을 촉진함을 더욱 고려하고,

과학의 개방성 확장은 과학 시스템의 유효성과 생산성을 높여 같은 데이터와 과학 자료를 수집하고 생성하며 전환하고 재사용하는데 소요되는 중복 비용을 절감하고 연구에 참여하고 과학적 발견을 공유할 기회를 배가함으로써 과학의 사회적 파급효과를 높임을 인식하고,

오픈사이언스는 과학 지식을 공유하는 데 그치지 않고 소외된 집단(여성, 원주민 학자, 개발도상국 학자, 비영어권 학자, 소수자 등)에서 생성된 학술 지식을 포용·장려하고 과학 개발과 인프라 및 역량에서 지역 및 국가 간 격차 해소에 기여해야 함을 고려하고,

또한 전 세계 문화와 지식체계의 다양성을 존중하고 지속 가능한 발

전의 초석으로 간주하며 원주민과 지역 공동체 및 다양한 지식 보유자 간 소통과 대화를 촉진하여 변화에 적응하고 오늘날 인류가 마주한 문제를 해결하는 데 활용해야 함을 인식하고.

오픈사이언스는 과학과 기술 및 혁신 불평등을 해소할 수 있는 잠재력을 가지고 있으며 2030 의제와 지속가능발전목표의 달성을 앞당길 수 있음을 인정하고.

이 권고의 채택과 활용에서 과학기술과 혁신 양상, 구조를 결정하는 고유한 법 규정과 관습의 다양성을 고려하며.

1. 2021년 11월 ^{***}일, 오픈사이언스에 관한 이 권고를 채택한다.
2. 회원국은 고유한 법 및 사회 거버넌스 구조에 부합하는 규제 수단을 마련하고 이 권고에서 제시한 원칙에 따라 관련 조항을 적용할 것을 권고한다.
3. 또한 과학, 기술 및 혁신을 책임지는 유관 기관에 이 권고를 배포하고 오픈사이언스 관련 활동 주체에 자문을 구하도록 권고한다.
4. 향후 결정될 방식과 기한 내 이 권고에 따라 취한 조치를 보고하도록 권고한다.

I. 권고의 목표와 목적

1. 지리적 위치나 성별, 정치 성향, 민족성, 경제 또는 기술적 장벽을 넘어 과학 지식에 대한 보편적인 접근성 보장은 인류의 발전과 전 지구적 발전을 위한 필수 전제 조건이다.
2. 오픈사이언스는 디지털 세계의 전례 없는 발전과 그에 따른 위험성을 고려해 투명성과 공유 및 협력을 토대로 모든 연구 결과물에 대한 접근을 허용하고, 지식을 생성하고 지식을 토대로 의사결정을 내리는 과정에 과학계라는 울타리를 넘어 사회 행위자의 참여를 유도

하고 적극 권장하는 새로운 과학 패러다임이다.

3. 오픈사이언스가 글로벌 운동으로 변모함에 따라 모든 국가는 누구나 과학지식과 데이터, 전문 지식에 접근할 수 있도록 허용하고 그에 따른 혜택을 공평하게 분배할 수 있도록 오픈사이언스 정책과 법적 기틀을 확립할 필요가 있다.
4. 이 권고의 목적은 오픈사이언스 관점에서 지역 간 차이, 특히 개발도상국에서 연구를 수행하는 과학자와 사회 주체가 당면한 도전과제에 대응하여 오픈사이언스 정책과 활동 범위를 규정하는 기틀을 제공하고 국가 내외에 존재하는 디지털과 기술, 지식 격차를 줄이는데 기여하는 것이다.
5. 국경을 넘어 오픈사이언스의 공통된 정의와 공유가치, 원칙 및 표준을 개괄적으로 설명하고 개인, 기관, 국가, 지역 및 전 세계가 오픈사이언스로의 전환을 위하여 실행할 수 있는 일련의 조치를 제안하였다.
6. 권고에서 제시한 목적을 달성하기 위한 주요 활동 영역과 목표는 다음과 같다.
 - (i) 오픈사이언스와 다양한 구현 수단에 대한 이해 기반 확장
 - (ii) 오픈사이언스를 장려하는 정책 환경 개발
 - (iii) 오픈사이언스 인프라 투자
 - (iv) 오픈사이언스 역량 구축
 - (v) 과학 문화 변화와 적절한 인센티브 마련
 - (vi) 모든 연구 활동 단계에서 혁신적인 접근법 장려
 - (vii) 오픈사이언스 관련 국제 협력 촉진

II. 오픈사이언스의 정의

7. 유네스코가 2017년 채택한 유네스코 과학 및 과학연구자에 관한 권고에서는 ‘과학’을 발견한 사항과 자료를 공유하고 동료 평가를 통해 관찰한 현상을 객관적으로 분석하고 검증함으로써 인과관계와 상호작용의 관계를 규명하고, 체계적인 고찰과 개념화를 통해 지식을 체계화함은 물론, 자연과 사회 현상을 이해하며, 인류의 발전에 기여하고자 하는 개인 또는 집단 차원의 조직화된 행동으로 정의하고 있다.
8. ‘오픈사이언스’란 용어는 누구나 과학 지식, 방법, 데이터 및 증거에 접근할 수 있도록 허용하고 과학과 사회의 이익을 위해 정보를 공유하며, 과학적 협력을 증진할 목적으로 이루어지는 다양한 운동과 활동을 아우르는 포괄적인 개념으로, 제도화된 과학 공동체를 넘어 사회적 행위자에게 과학 지식을 생성하고 배포하는 열린 과정을 의미한다.
9. 이 권고의 목적에서 ‘오픈사이언스’의 최소 구성 요소는 다음과 같다.
 - (i) **오픈액세스**: 보통 오픈액세스에서 사용자는 전 세계 모든 지역에서 생성된 과학 출판물, 데이터, 소프트웨어, 소스 코드 및 프로토콜 등 과학 활동의 산물에 제한 없이 즉시 접근이 가능하며 무료로 재사용할 수 있다.
출처와 저작권을 적절히 명시한다는 조건 아래, 사용자는 저작물을 복제, 보유, 사용, 배포, 전송하고 공개적으로 제시할 수 있으며 목적과 매체와 무관하게 파생 저작물을 생성하는데 활용할 수 있다. 과학 출판물의 경우, 출판물과 모든 관련 결과물은 출판과 동시에 적어도 하나의 온라인 레파지토리(repository)에 보관되어야 하며 레파지토리는 공공의 이익

과 오픈액세스, 제한 없는 재배포, 호환성, 장기 보존을 보장하는 비영리 조직에서 관리하고 유지하여야 한다.

- (ii) **오픈데이터:** 저작권을 존중하고 적절히 인용한다는 전제 아래 누구나 데이터를 무료로 이용하고 재사용하며 재배포할 수 있다. 데이터의 개방성을 보장하려면 데이터와 데이터베이스를 “공공 영역”으로 지정하고 공개사용권을 할당하여야 한다. 데이터는 FAIR(검색성, 접근성, 호환성, 재사용성)과 같은 데이터 관리기준에 따라 사람이나 컴퓨터가 읽고 수정할 수 있는 형태로 공개되어야 한다. 보안, 개인정보보호 또는 기타 이유로 데이터 접근을 제한해야 한다면 이 권고의 제10항에 부합하여야 한다.
- (iii) **오픈소스, 오픈소프트웨어 및 오픈하드웨어:** 오픈소프트웨어란 공개사용권에 따라 누구나 접근, 수정, 확장, 연구하고 다른 작업에 활용할 수 있으며 소스 코드와 설계 및 기획안을 다른 사람과 공유할 수 있는 소프트웨어를 말한다. 소스 코드는 소프트웨어 배포와 함께 공개되거나 요청에 따라 제공되어야 하며 동일한 조건에서 코드를 수정하고 공유하며 다른 파생물을 생성하는 데 활용할 수 있어야 한다. 마찬가지로 오픈하드웨어란 모든 사람에게 연구, 수정, 생산 및 배포할 수 있는 권리가 허용된 물리적 객체의 설계규격을 말하며 하드웨어 설계와 기능에 관한 지식 구축과 교환 및 공유를 촉진한다. 오픈소프트웨어와 오픈하드웨어의 경우, 재사용성과 지속가능성을 증진하고 불필요한 중복 노력을 회피하기 위한 커뮤니티 기반 프로세스가 구축되어야 한다.
- (iv) **오픈사이언스 인프라:** 오픈사이언스를 지원하고 다양한 커뮤니티의 수요를 충족하는 데 필요한 디지털 인프라를 말한다. 오픈사이언스 플랫폼과 레퍼지토리는 오픈사이언스의 주요

인프라로 데이터와 과학 문헌에 대한 접근을 보장하고 과학 주제별 우선순위를 정하며 커뮤니티 참여를 장려하는 데 반드시 필요한 서비스를 제공한다. 레파지토리는 지역 여건과 사용자 수요, 연구 커뮤니티 요건에 따라 다를 수 있으나, 호환성을 보장하고 사람과 컴퓨터가 검색하고 재사용할 수 있어야 한다. 일부 레파지토리는 높은 수준의 분석과 인공지능 기술을 활용한 데이터를 제공하여 지역에서 이루어지는 분석 및 연구 활동을 지원하기도 한다. 오픈사이언스 인프라는 비영리 목적으로 운영되어야 하며 제한 없는 접근성이 보장되어야 한다.

- (v) **공개 평가:** 동료가 심사의 주체로 높은 수준의 투명성을 보장하는 조직화된 평가로 평가자의 신원과 검토 결과를 공개하기도 하며, 커뮤니티의 의견 제시와 평가 참여를 장려한다. 또한 과학 활동의 투명성 제고를 위한 오픈노트북은 모든 단계에서 연구 데이터와 결과를 공개한다.
- (vi) **개방형교육자료:** 형태와 매체 등에 관계없이 공개사용권에 따라 공공 영역에 공개되어 누구나 무료로 각자의 목적에 따라 재사용 및 재배포가 허용된 학습, 교수 및 연구자료를 말한다.
- (vii) **사회적 행위자의 공개 참여:** 오픈사이언스는 연구 생애주기의 일부를 구성하는 활동과 도구를 공개하여 과학 커뮤니티에 국한되지 않고 사회 행위자와 협력을 모색하고 확장한다. 다학제 연구 기법의 활용을 포함하여, 문제해결을 위한 집단적 지성을 개발한다는 관점에서 오픈사이언스는 정책 입안자와 실무자, 기업가, 사회활동가 및 시민의 관심사, 가치 및 세계관을 통합하는 기틀을 제공하고 수요와 추구하는 목표에 따라 연구를 개발할 수 있는 기회를 제공한다. 시민 및 참

여 과학은 비전문 과학자가 연구를 수행하는 연구 모델로 발전했지만, 일반적으로 과학프로그램과 연계되거나 전문 과학자가 참여하고 웹과 소셜미디어가 주요한 소통 창구로 활용된다. 과학자 등 행위자가 시민 및 참여 과학의 결과물을 효과적으로 재사용하고 모두에게 최대한의 이익을 제공하기 위하여 결과물을 수집, 분류, 구조화하고 표준화하며 보존할 수 있는 방법이 마련되어야 한다. 시민과 커뮤니티의 적극적인 참여는 그 자체로 진보를 의미하지만, 과학 지식의 저변 확대로 참여형 과학이 가져다 주는 혜택을 배가시킬 수 있다.

(viii) **지식 다양성에 대한 개방성:** 오픈사이언스는 지식체제와 인식론, 지식보유자와 생성자의 다양성을 인정한다. 차별금지 원칙과 국제인권법에서 명시한 규범과 표준에 따라 다양한 학문과 인식론 간 상호 작용과 상호 보완을 증진하고 주권과 거버넌스를 존중하며, 지식에서 파생된 이익이 공정하고 공평하게 배분되도록 노력한다. 특히, 오픈사이언스는 다음을 지향하고 장려한다.

- **토착지식체제에 대한 개방성:** 유엔의 2007년 원주민 권리 선언(Declaration on the Rights of Indigenous Peoples) 과 CARE(집단 혜택, 통제권, 책임성 및 윤리성) 데이터 원칙과 같은 원주민 데이터 거버넌스(Indigenous Data Governance) 원칙이 마련되었다. 이는 원주민과 지역 사회가 소유한 전통 지식, 토지 및 자원에 대한 관리와 소유권, 의사결정권을 인정하고 존중하고자 하는 노력의 일환이다.
- **학술 지식과 탐구에 대한 개방성:** 수입, 성별, 나이, 인종, 민족, 이주민으로서의 지위, 장애 및 지리적 위치에 따른 차별을 금지하는 국제인권법 원칙을 존중한다.

10. 과학 활동의 결과물은 개방성을 극대화하고 폐쇄성을 최소화하여

야 한다. 오픈사이언스는 민감함 데이터와 정보, 정보 제공자 및 연구 대상자를 보호하는 동시에 국가 안보나 비밀보장, 개인정보보호 및 연구대상자 보호를 위한 적절한 접근 제한도 필요하다. 여기에는 법적 절차 및 공공질서, 영업 비밀, 지식재산권, 개인정보 및 연구대상자, 토착 지식, 희귀종이나 멸종위기종 보호를 포함한다. 정해진 기준에 따라 특정 사용자가 일부 미공개 연구결과나 데이터, 코드에 접근하도록 허용하기도 한다. 제한 필요성이 시간에 따라 달라질 수 있으며 정보 공개 제한이 더 이상 필요하지 않을 수도 있다. 오픈사이언스는 고유한 지식과 전통에 관한 커뮤니티와 해당 국가의 권리를 존중하고 보호한다.

11. 오픈사이언스 주요 목표는 다음과 같다.

- (i) 과학적 결론을 뒷받침하는 소스 코드와 방법을 포함하여, 데이터 및 소프트웨어에 대한 접근성을 최대한 보장함으로써 과학 발견을 가속화하는 동시에 과학적 엄격성과 우수 관행을 증진하고 보존한다.
- (ii) 과학 지식에 대한 접근을 비롯해 소스 코드를 포함하는 데이터 및 소프트웨어의 조합과 재사용을 진작하여 과학 자원과 인프라에 대한 공공 투자를 유도하고 공공 자산을 확장한다.
- (iii) 문화적 차이를 초월해 모든 사람의 과학 활동 참여를 장려함으로써 과학 프로세스의 민주화를 달성하고 공공 이익을 위한 과학적 노력의 사회적 파급효과를 극대화한다.

12. 다양한 주체가 주어진 역할과 앞서 언급한 목표를 달성하기 위하여 연구와 혁신에 참여한다. 이 권고에서 강조하는 오픈사이언스 핵심 주체는 다음과 같다.

- (i) 국적, 민족, 성별, 관습, 사회 및 경제적 배경과 무관하게 연구자는 오픈사이언스 활동의 핵심 주체다.

- (ii) 연구기관의 리더는 오픈사이언스 활동을 지원하는 구조와 보상 체계를 개발하는 데 핵심적인 역할을 수행한다.
 - (iii) 대학교수와 과학윤리 전문가, 전문 협회 회원, 민간부문 혁신가 등 교육자는 오픈사이언스의 원칙 및 활동과 관련된 교육에 참여하고 모든 수준에서 활동 주체의 협력을 교육한다.
 - (iv) 도서관 사서와 컴퓨터 과학자 등 정보과학자는 오픈사이언스 활동을 위한 도구 개발에 기여하고 미래를 위하여 연구 결과물을 적절히 관리하고 보존하는 기능을 수행한다.
 - (v) 소프트웨어 개발자, 코드 개발자, 창작가, 혁신가 및 기술자는 역동적이며 다양한 분야가 상호협력하는 공간에서 오픈사이언스 활동을 수행한다.
 - (vi) 법학자, 입법자, 행정가 및 공무원은 규제 틀이 원활히 기능하도록 지원한다.
 - (vii) 출판사, 편집자 및 전문협회 리더는 오픈사이언스를 지원하는 출판 모델로의 전환을 책임진다.
 - (viii) 기술 인력은 오픈사이언스 원칙에 따라 결과물을 생성하고 배포할 수 있도록 인프라의 기능을 유지하고 관리한다.
 - (ix) 연구비 제공자는 다양한 오픈사이언스 활동에 필요한 자원을 제공한다.
 - (x) 정책 입안자와 사회적 행위자 및 지역사회는 과학계 관행의 변화와 공공 이익을 위한 정책적 토대를 마련하고 정치적으로 지원한다.
 - (xi) 사용자와 대중은 과학 활동의 결과를 활용하고 적절한 의견을 제시하고 공유하여 부가가치를 창조한다.
13. 오늘날 오픈사이언스는 저작자 표시 등 특정 조건에 따라 저작물의 재배포와 재사용을 허용하는 저작물사용허가표시와 같은 공개 사용권에 따라 공공 영역에 공개된 과학 결과물을 생성하고 있다.

14. 오픈사이언스는 지식 재산의 경계를 허물어 누구나 지식에 접근할 수 있도록 허용하지만 개방형 접근법이 지식재산권을 이용한 영리 추구하고 잠재적인 경제성을 실현하기 위한 상용 제품 개발을 금지하지는 않는다.

III. 오픈사이언스의 핵심 가치와 실행 원칙

15. 오픈사이언스의 핵심 가치는 과학을 사회에 개방하고 과학활동의 전 주기에서 개방성을 확장하는 데 따른 윤리, 인식론 및 사회기술적 시사점에서 유추할 수 있다. 오픈사이언스의 핵심 가치는 다음을 포함한다.

- (i) **집단적 편익**: 오픈사이언스는 글로벌 공공재로써 인류 전체에 귀속된다.
- (ii) **형평성과 공정성**: 오픈사이언스는 선진국과 개발도상국 연구자 모두에게 동등한 기회를 보장하고, 지리적 위치나 성, 인종 또는 사회경제적 지위와 무관하게 과학 지식의 생산자와 소비자 모두에게 동등한 접근성을 제공하는 데 기여한다.
- (iii) **품질 및 무결성**: 오픈사이언스는 다양한 지식 소스를 체계적으로 조직화하고 엄격한 조사와 검토가 가능하도록 연구 방법과 결과를 공개하여 연구 품질을 향상한다.
- (iv) **다양성**: 오픈사이언스 과학 활동과 언어, 연구 결과 및 연구 주체의 다양성을 수용함으로써 다양한 연구 커뮤니티와 전 세계 학자, 지식 보유자 및 사회 주체의 수요를 충족하고 인식론적 다원주의를 지원한다.
- (v) **포용성**: 새로운 지식을 추구하는 공공의 노력으로써 오픈사이언스는 제도권 과학 커뮤니티를 벗어나 원주민과 전통 커뮤니티

등 더 넓은 범위의 대중과 지식 보유자의 참여를 유도한다.

16. 앞서 언급한 오픈사이언스의 이상과 가치를 현실에서 구현할 수 있는 실행 원칙은 다음과 같다.

- (a) **투명성과 조사, 비평 및 검증 가능성**: 과학 활동의 모든 단계에서 개방성을 높여 복잡하게 얽힌 사회문제를 해결하는 사회 역량을 제고한다. 개방성 확장을 통해 과학 정보의 투명성과 신뢰도를 높이고 증거와 논증 및 검증, 동료 평가에 기반하는 독특한 형태의 지식으로써 과학의 근본적인 기능을 강화한다. 새로운 기술과 더불어 인식론적 회의론이 오픈사이언스의 근간이자 성공의 원천이라는 사실을 잊어서는 안 된다.
- (b) **동등한 기회와 접근성**: 출신 국가나 성별, 연구 분야, 연구비 출처, 연구자로서의 지위와 무관하게 모든 연구자와 사회 주체는 동등하게 오픈사이언스에 기여하고 그 혜택을 누릴 권리를 가진다. 연구 결과와 함께 메타데이터 및 사용 통계도 컴퓨터로 읽을 수 있는 형식으로 공개되어야 한다.
- (c) **책임성**: 개방성 확장에 따라 모든 오픈사이언스 활동 주체의 책임도 커진다. 책임성과 책임을 존중하는 원칙은 오픈사이언스 거버넌스의 근간이다.
- (d) **협력, 참여 및 포용**: 협력은 과학 활동의 모든 단계에서 표준이 되어야 하며, 중요한 사회 문제를 해결하기 위하여 소외되고 배제된 지식을 포용하고 모든 사회 주체의 전폭적이며 효과적인 참여를 진작하여야 한다.
- (e) **유연성**: 전 세계에 걸쳐 다양한 과학체계와 활동 주체가 존재하고 보유한 역량 또한 다르다. 과학 활동을 지원하는 정보와 기술은 끊임없이 진화하므로 오픈사이언스 활동을 정의하는 하나의 기준은 존재하지 않는다. 이 권고에서 제시한 핵심 가치를 보존하는 동시에 오픈사이언스를 구현하기 위한 다양한 접근법과 활

동을 장려하여야 한다.

- (f) **지속가능성** : 효율성을 높이고 파급효과를 확장하기 위하여 오픈 사이언스는 상대적으로 여건이 열악한 기관과 국가의 연구자에게 동등한 참여 기회를 제공하는 지속가능한 과학 활동 기준과 서비스, 인프라 및 연구비 지원 모델을 구축할 필요가 있다. 오픈 사이언스는 비영리 목적으로 모두에게 영구적이며 제한 없는 접근성을 보장하여야 한다.

IV. 활동 영역

- 17. 이 권고에서 제시한 목표를 달성하기 위하여 회원국은 고유한 정책, 행정 및 법체계에 따라 다음 7개 영역에서 활동을 수행하여야 한다.

(i) 오픈사이언스와 다양한 구현 수단에 대한 이해 기반 확장

- 18. 회원국은 이 권고의 정의에 따라 기관, 국가, 지역 차원에서 오픈 사이언스에 대한 인식을 확장하고 공통된 이해 기반을 확립한다. 회원국에 다음을 권고한다.
 - (a) 과학 커뮤니티 내부와 기관, 국가 및 지역 차원에서 오픈 사이언스 행위 주체 간 오픈 사이언스에 대한 공통된 이해 기반을 증진한다.
 - (b) 오픈 사이언스의 혜택을 상호 공유하기 위하여 이 권고에서 제시한 가치와 원칙을 오픈 사이언스 활동에 반영하고 기술 및 경제 선진국의 데이터와 지식 추출을 방지한다.
 - (c) 공공 재원으로 지원하는 연구에서 오픈 사이언스를 장려한다.

- (d) 국가과학기술 및 혁신 정책과 전략, 그리고 기타 지역 정책 프레임워크에 오픈사이언스를 통합한다.
- (e) 유엔의 원주민 권리 선언(2007년)에 근거한 전통 지식에 대한 원주민의 권리 보호를 포함하여 오픈사이언스 활동이 커뮤니티의 활동과 권리를 침해하여서는 안 된다.
- (f) 민간 부문과 오픈사이언스 원칙 적용 범위 및 우선순위를 논의하고 결과를 상호 공유할 수 있다.

(ii) 오픈사이언스를 위한 정책 환경 개발

19. 회원국은 고유한 여건과 통제 구조 및 제도적 규정을 고려하여 기관 및 국가 차원에서 오픈사이언스 활동과 오픈사이언스로의 이행을 지원하는 정책 환경을 구축하고 장려하여야 한다. 회원국은 과학 커뮤니티와 오픈사이언스 행위자와 소통하고 투명한 참여 과정을 통하여 다음을 고려하도록 권고한다.
- (a) 이 권고에서 제시한 정의와 가치 및 원칙 그리고 활동을 고려하여 국가 오픈사이언스 정책과 전략을 개발하고 시행한다.
 - (b) 공공 재원으로 연구를 지원하는 경우 오픈사이언스 활동을 장려하고 연구 결과의 개방성을 최대화한다.
 - (c) 연구수행기관, 특히 공공 재원으로 연구를 수행하는 경우 오픈사이언스 정책 및 전략을 시행하도록 장려한다.
 - (d) 학계와 과학단체, 혹은 연합체가 이 권고에서 제시한 원칙을 채택하도록 권고한다.
 - (e) 다양한 국가, 연구 분야 및 오픈사이언스 활동 주체 간 글로벌 상호작용을 진작함으로써 국경을 초월한 포용과 정보공유 및 협력을 촉진하고 이를 위해 가능한 다양한 언어 사용을 장려한다.
 - (f) 오픈사이언스의 필수 요소로 국가와 기관 및 연구비 제공자 수준

에서 시민 및 참여 과학을 장려한다.

- (g) 다양한 주체가 공동으로 지식 생산에 기여하는 모델을 설계하고 과학 활동에 국한되지 않고 협력을 촉진하는 지침을 마련한다.
- (h) 국가 또는 지역 간 레파지토리 공유를 허용하는 국가 및 국제법 기틀을 마련한다.
- (i) 오픈사이언스를 위한 민관 협력을 진작하고 민간 부문의 오픈사이언스 참여를 유도한다. 동시에 호환성을 제한하거나 공공 재원으로 수행되는 연구 활동을 통해 영리 추구를 억제하는 체계와 규정을 마련한다. 영리를 추구하는 서비스 및 데이터 제공자의 중요성이 높아지면서 정보 및 데이터의 개방성과 품질 및 출처의 투명성 확보가 시급한 과제로 떠오르고 있다. 오픈사이언스에 대한 공공의 관심과 공공 재원의 비중이 높아지고 있으므로, 회원국은 영리를 추구하는 특정 조직의 시장 지배를 억제하고 과학 및 오픈사이언스와 관련된 서비스 시장이 적절히 기능하도록 보장하여야 한다.
- (j) 오픈사이언스의 가치와 원칙에 근거하여 오픈사이언스 연구비 지원 및 투자 정책과 전략을 계획한다. 오픈사이언스로 전환하는데 소요되는 비용은 오픈사이언스 활동을 지원하는 연구 문화의 변화, 오픈사이언스 인프라와 서비스 개발 및 채택, 모든 활동 주체의 역량 강화, 협력과 참여를 강조하는 혁신적인 접근법과 관련된다. 공공 재원으로 오픈사이언스 활동을 지원하는 경우, 공공 이익과 투자 수익을 극대화하는 방향으로 재원을 분배할 필요가 있다.

(iii) 오픈사이언스 인프라와 서비스 투자

20. 과학 기술에 대한 전략적이며 체계적인 장기 투자는 오픈사이언스

의 전제 조건이자 장점이다. 특히 기술과 디지털 인프라 및 관련 서비스에 대한 투자가 중요한 부분을 차지한다. 오픈사이언스가 글로벌 공공재라는 점을 고려하면 오픈사이언스 서비스는 필수 연구 인프라로 간주되어야 한다. 인프라는 커뮤니티가 소유하고 관리하며 연구 커뮤니티와 사회의 다양한 관심과 수요를 반영하여 정부와 연구비 제공자 및 연구 기관이 투자한다. 회원국은 다음 분야에 적절한 투자를 보장한다.

- (a) 국가과학기술 및 혁신시스템 연구 개발에 국내총생산(GDP)의 1% 이상 투자
- (b) 전 세계 과학자와 과학 소비자가 사용할 수 있도록 인터넷을 연결하고 대역폭 확보
- (c) 국가연구교육네트워크(NERN)와 그 기능, 호환성과 NERN 서비스와 연계성을 높이기 위한 지역 및 국제 협력
- (d) 오픈사이언스를 지원하는 컴퓨터 설비와 디지털 공공인프라를 구축하여 연구 결과물을 장기 보존하고 관리 책임을 정의하며 커뮤니티 통제를 보장하는 인프라와 서비스를 지원하는 모든 연구는 커뮤니티가 주도하고 호환성과 포용성이 전제되어야 한다. 오픈 인프라 구축을 위하여 직접 재원을 마련하거나 연구비를 일정 비율 할당하기도 한다.
- (e) 고성능 컴퓨터 및 데이터 보관 시설을 포함하여 커뮤니티가 관리하는 견고한 개방성 인프라와 사회 참여, 다양성 프로토콜 및 표준을 마련하고 오픈사이언스를 위한 중앙집중형, 분산형 정보기술 인프라를 구축한다. 기존 오픈사이언스 인프라와 서비스의 연합을 통하여 분산을 방지하는 동시에 호환성과 접근성을 보장하고 데이터 관리 책임을 명확히 하기 위하여 FAIR 및 CARE 원칙과 같은 핵심 규격을 준수하여야 한다. 데이터, 데이터세트, 메타데이터, 코드, 출판물 등 과학 활동에서 중요한 의미를 지니는 모

든 디지털 객체의 기술적 요건을 정의한다.

- (f) 데이터 공유, 데이터 형식, 메타데이터 표준, 용어, 도구 및 인프라 관련 활동에 관한 커뮤니티 합의 국제과학학회 및 협회, 지역 또는 국가 연구 인프라 학술지 편집위원회 등이 합의 도출 과정에 참여할 수 있다.
- (g) 오픈사이언스 플랫폼을 위한 공동 전략을 수립하고 이행하여 오픈사이언스 서비스와 연구 인프라에 대한 접근성을 향상하고 정책과 교육 프로그램 및 기술 표준의 일관성을 보장함으로써 오픈사이언스를 체계적으로 지원할 수 있다. 다양한 지역에서 여러 이니셔티브가 진행 중이라는 점을 고려했을 때, 정책, 활동 및 기술적 규격에서 호환성이 확보되어야 한다. 특히 중·저소득 국가에서 과학자들이 구축된 플랫폼을 사용할 수 있도록 지원하는 연구지원프로그램 대한 투자가 중요할 것이다.
- (h) 논문 검색과 분석을 자동화하고 효과적이며 신속한 가설 설정과 검증을 지원하는 차세대 개방형 정보기술 도구를 개발한다. 이러한 도구와 서비스의 파급효과는 국가, 기관 및 연구 분야의 경계에 얽매이지 않는 오픈사이언스 프레임워크와 함께 사용되었을 때 극대화되며, 인공지능기술의 개발과 사용이 초래할 수 있는 윤리적 문제와 잠재적인 위험성에 대한 해결책을 제시할 수 있다.
- (i) 과학 프로세스의 여러 단계에서 적용 가능한 혁신적인 접근법과 국제 협력은 아래 제24항에서 다루었다.
- (j) 지역 수준에서 시민 과학과 참여형 연구를 지원하는, 예측 가능하고 지속 가능한 연구비 지원을 포함하여 과학자와 사회가 공동으로 지식을 생성하고 교환할 수 있는 플랫폼을 구축한다.
- (k) 국가, 지역, 글로벌 데이터와 정보시스템을 보완하는 커뮤니티 주도 모니터링 및 정보시스템을 구축한다.

(iv) 오픈사이언스 역량 구축을 위한 투자

21. 오픈사이언스는 역량 구축과 인적 자원에 대한 투자를 요구한다. 21세기 디지털 시대가 가져올 변화와 기회, 그리고 도전과제와 위험에 대응할 수 있는 방향으로 과학 활동을 이행하기 위해서는 새로운 기술과 오픈사이언스 문화에 관한 연구와 교육이 필요하다. 성별과 지리적 여건 및 분야의 균형을 고려하여 과학자를 양성하며, 오픈사이언스 역량을 강화하고 교육 기회를 제공하여야 한다. 회원국에 다음을 권고한다.
- (a) 데이터 과학 및 관리 책임, 정보 수집, 보존 및 구조화, 정보와 데이터의 이해 및 활용, 웹 안전성, 콘텐츠 소유권과 공유, 소프트웨어 공학 및 컴퓨터 과학 등 오픈사이언스 개념과 원칙 및 활동을 위한 역량을 체계적이고 지속적으로 강화한다.
 - (b) 데이터 과학 및 관리 책임 교육과 전문성 제고를 위한 투자를 유도한다. 오픈사이언스의 장점과 기회를 활용하기 위해서는 분석, 통계, 기계학습(ML), 인공지능(AI), 코드 작성 및 시각화, 알고리즘 활용 등 고도화된 데이터 과학 기술을 활용할 필요가 있다. 오픈사이언스를 구현하기 위해서는 데이터 보관 및 관리 책임을 명확히 하고(예, FAIR), 데이터를 관리하는 기관이나 서비스의 신뢰성이 보장되어야 한다.
 - (c) 연구자의 경력 개발 단계와 특정 활동 주체의 필요에 맞춰 요구되는 오픈사이언스 역량을 표준화하고 그러한 역량을 구축하는데 필요한 기술과 교육 프로그램을 개발한다. 데이터 과학 및 관리 책임 기술을 모든 연구자의 기초 연구 역량으로 간주하고 늦어도 학부 과정에서 교육을 시작한다.
 - (d) 오픈사이언스 교육 및 연구 자원에 대한 접근성 확장을 위해 개방형 교육 자료 사용을 장려하여 학습 성과를 높이고 공공 연구

비의 파급 효과를 최대화하는 동시에 교육자와 학습자가 지식을 공동 생산하도록 유도한다.

(v) 오픈사이언스를 향한 과학 문화 변화와 적절한 인센티브 마련

22. 회원국은 주어진 여건과 조직 구조 및 제도적 규정을 고려하여 오픈사이언스 도입 장벽을 허물고 불이익을 초래할 수 있는 요소를 제거해야 한다. 특히 연구 및 경력 평가와 보상 체계를 개선하고, 과학적 기여도와 성과를 평가하여 우수한 오픈사이언스 활동에 대한 보상을 제도화한다. 연구비 부담 증가나 데이터의 부당한 이용이나 사유화, 지식재산권 손실, 미성숙한 연구 결과의 공유 등 오픈사이언스로 전환하는 과정에서 의도하지 않는 부정적 결과를 사전에 방지하고 완화하기 위한 수단을 강구한다. 회원국에 다음을 권고한다.

- (a) 연구비 제공자와 대학 및 학술지, 다양한 분야의 학술 단체와 국가 등 다양한 활동 주체의 노력을 결속하여 기존의 연구 문화를 바꾸며, 연구 결과를 사회와 공유하고, 사회 주체의 참여를 유도하고, 협력 성과에 대한 인센티브를 제공한다.
- (b) 오픈사이언스 원칙에 부합하도록 연구 및 경력 평가시스템을 재검토한다. 오픈사이언스를 실현하기 위한 시간과 노력은 출판물과 같은 전통적인 학술 성과로 환산할 수 없으나 과학과 사회에 지대한 영향을 미친다는 사실을 고려하여 기초 연구, 호기심에서 출발한 연구, 기술혁신을 촉진하는 연구, 사회문제 이해와 해결에 기여하는 연구 등 지식 생성 사슬 내에서 이루어지는 다양한 활동을 반영하여 평가 체계를 개선할 필요가 있다. 이러한 과정은 다양한 형태의 지식 창조와 의사소통을 수반하며 국제 학술지에 논문을 게재하는 데 국한되지 않는다.

- (c) 다음에 요건을 충족하는 평가시스템을 개발하고 시행한다.
- 학술지와 학술지의 영향력 지수 등 학술지 기반 계량지표를 대체하는 포괄적인 지표를 활용한다.
 - 고품질 FAIR와 메타데이터, 재사용 가능한 소프트웨어, 연구 방법과 절차, 발견 사항 등 모든 연구 활동과 연구 결과에 가치를 부여한다.
 - 연구 참여 확대와 정책에 미치는 효과, 학계 외부에서 이루어진 개방형 혁신, 연구의 파급효과와 지식 교환 성과를 평가한다.
- (d) 오픈사이언스에 대한 인식을 확장하고 표준화하여 학계 채용과 승진 기준에 반영한다.
- (e) 개방적이고 투명하며 접근 동등성 원칙을 준수하는 동시에 학계에서 이루어지는 의사소통의 다양성을 보장하고 논문 게재료나 저서 출판 비용 부담이 없는 협력 출판 모델을 지원한다. 중·저소득 국가에서 무료로 연구 결과에 접근할 수 있으나 논문 게재료나 출판 비용 부담으로 연구 결과를 학술지에 게재하거나 저서를 출판하기 어려운 경우가 있다.
- (f) 불평등과 지식 독점을 방지하고 해소하기 위한 통제 수단과 적절한 법 규정을 시행한다(예 : 원주민의 데이터 거버넌스에 관한 CARE 원칙과 생물다양성협약 부속 유전자원에 대한 접근과 유전자원의 이용으로부터 발생하는 이익의 공정하고 공평한 공유에 관한 2010년 나고야의정서).
- (g) 저작자를 적절히 표시할 경우 저작물의 재배포와 재사용을 허용하는 저작물사용허가표시제를 확장한다.
- (h) 과학 및 과학연구에 관한 2017년 유네스코 권고를 기준으로 연구 품질과 책임성을 제고하고 결과 조작이나 표절 등 부당한 과학행위를 억제하는 수단으로 오픈사이언스의 가능성을 탐구한다.

(vi) 모든 연구 활동 단계에서 혁신적인 접근법 장려

23. 오픈사이언스는 과학 문화와 방법론, 제도 및 인프라 측면에서 변화를 요구하며 가설 설정에서 방법론 개발 및 검증, 데이터 수집, 분석, 관리, 보관, 동료 심사, 기타 평가와 검증 방법에서 결과 배포, 수용에 이르는 모든 과학 활동에 오픈사이언스 기준과 원칙이 적용된다. 모든 과학 활동 단계에 걸쳐 개방성 확장을 위한 혁신적인 접근법을 촉진하기 위하여 회원국에 다음을 권고한다.
- (a) 연구 초기 단계부터 개방성을 제고하고 모든 과학 활동 단계로 확장하며 출판 전 논문을 공개하여 과학 지식을 성장을 가속화한다.
 - (b) 시민 및 참여 과학을 포함하여 참여를 유도하는 새로운 방법과 검증기법을 개발한다.
 - (c) 과학자와 다른 사회 주체가 분야에 얽매이지 않고 오픈데이터 자원을 축적하고 사용함으로써 과학, 사회 및 경제적 이득을 최대화하고, 다양한 분야의 과학자들이 소프트웨어 개발자와 코드 개발자, 혁신가, 기술자 등과 상호작용하고 협력할 수 있는 풍토를 조성하고 제반 여건을 마련한다.
 - (d) 물리학과 천문학, 보건, 사회과학 등 다양한 분야에서 국제 협력을 통해 구축된 대규모 연구 인프라를 활용할 수 있도록 접근성을 향상한다.
 - (e) 개방형 혁신을 실현하는 수단으로 오픈사이언스를 장려하여 과학 및 연구 결과를 환경과 사회 경제적 이득으로 전환하는 과정을 가속화하고 연구자, 연구 기관, 공공 및 민간 조직, 중소기업, 스타트업, 대기업 등 다양한 행위 주체가 협력할 수 있는 공간을 마련한다.

(vii) 오픈사이언스에 관한 국제 협력 증진

24. 글로벌 오픈사이언스를 증진하기 위하여 회원국은 양자 또는 다자 간 국제 협력을 증진하기 위하여 노력하여야 한다. 회원국에 다음을 권고한다.

- (a) 기존 지역 또는 글로벌 협력 기제를 활용하여 국경을 초월한 오픈사이언스를 장려하고 촉진한다. 분야, 지리적 위치, 성별, 인종이나 사회경제적 환경과 무관하게 모두 사람과 과학 활동의 결과물을 공유할 수 있도록 협력하고 오픈사이언스 공유 인프라를 개발하고 활용한다.
- (b) 국제 협력과 지역 및 국가적 노력을 지원할 수 있는 협력 관계 구축 등 오픈사이언스를 증진하고 강화하기 위한 연구비 재원을 확보할 수 있는 방안을 수립한다.
- (c) 효과적인 협력 네트워크를 구축하고 유지할 수 있도록 지원한다. 오픈사이언스 활동과 정책을 설계, 개발, 시행하는 과정에서 발굴한 우수 활동 기준과 교훈을 상호 교환한다.
- (d) 데이터 관리 역량 구축을 위한 국제 협력을 증진하고 국가 간 오픈데이터의 오용과 남용을 방지한다.
- (e) 조정기관으로서 유네스코를 신뢰하고 이해당사자와 회원국의 자문을 얻어 오픈사이언스의 목표를 개발하고 채택한다. 이를 토대로 국제 협력을 촉진하고 오픈사이언스 발전을 도모한다.

V. 모니터링

25. 회원국은 주어진 여건과 조직 구조 및 제도적 규정을 고려하여 적절한 정량 및 정성적 접근법을 활용하여 오픈사이언스 관련 정책과 기제를 모니터링하여야 한다. 회원국에 다음을 권고한다.
- (a) 오픈사이언스 정책의 효율성과 유효성을 측정하여 정해진 목표 달성에 따른 인센티브를 제공할 수 있는 연구 기제를 구축하고 시행한다.
 - (b) 오픈사이언스와 관련하여 개발 및 발전 현황과 우수 활동, 혁신, 연구 보고서를 수집하고 배포한다.
 - (c) 다중이해당사자 접근법을 포함하여 오픈사이언스의 유효성과 효율성 모니터링 전략을 개발한다. 과학과 정책 및 사회를 잇는 연결고리를 강화하고 투명성을 제고하며 연구의 포용성과 동등한 기회 제공을 보장하여 글로벌 도전과제에 효과적으로 대응할 수 있는 전략을 도출하고 이행한다.

유네스코 오픈사이언스 권고를 향하여

기획	유네스코한국위원회
지은이	신은정 유네스코오픈사이언스권고 자문위원 과학기술정책연구원 제도혁신연구단장 이다은 과학기술정책연구원 혁신시스템연구본부 선임연구원
편집	김은영 양신욱
펴낸곳	유네스코한국위원회
주소	서울시 중구 명동길(유네스코길) 26
전화	02-6958-4274
팩스	02-6958-4250
전자우편	science@unesco.or.kr
홈페이지	www.unesco.or.kr
교열	이예찬
디자인	디자인프리즘 02-2264-1728

유네스코한국위원회, 2020

유네스코한국위원회 간행물등록번호 SC-2020-BK-1

