

# 연구 성과평가와 연구정보서비스의 연계를 위한 기초 연구: 과학기술 분야 연구개발사업을 중심으로

## A Study on Framework for Linkage of Research Performance Evaluation and Research Information Service

김판준(Pan Jun Kim)\*

### 초 록

국가적 차원의 연구 성과평가와 연구정보서비스의 연계를 위한 프레임워크를 메타데이터 표현과 교환의 두 가지 측면에서 모색하였다. 이를 위해 과학기술분야 연구개발사업을 대상으로 국가적 차원의 연구 성과평가 메타데이터의 기능적 요건을 도출하였고, 이에 기초하여 주요 기능별로 국제적인 표준의 적용 방안을 제안하였다. 또한 웹 아키텍처 상에서 연구정보를 재사용 및 교환할 수 있는 국제표준으로서 OAI-ORE에 기반하여 성과평가 메타데이터를 표현 및 연계하기 위한 구현 방안과 사례를 제시하였다.

### ABSTRACT

This study aims to investigate a framework for linkage of national research performance evaluation and research information service from the perspective of metadata representation and exchange. Based on results of the functional requirements for metadata of national research performance evaluation are derived, this study suggests strategies for the application of international metadata standards. Also, this study presents a method to implement the metadata of research performance evaluation based on OAI-ORE, which is an international standard that can reuse and exchange the research information on web architecture.

키워드: 연구성과, 성과평가, 연구정보서비스, 메타데이터, 기능적 요건, 표준, 연구개발사업  
research performance, performance evaluation, research information service,  
metadata, functional requirements, standard, R&D program, OAI-ORE, OAI-PMH

---

\* 신라대학교 문헌정보학과 전임강사(pjkim@silla.ac.kr)

■ 논문접수일자: 2011년 11월 16일 ■ 최초심사일자: 2011년 11월 23일 ■ 게재확정일자: 2011년 12월 6일  
■ 정보관리학회지, 28(4): 243-261, 2011. [<http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2011.28.4.243>]

## 1. 서론

### 1.1 연구의 필요성

우리나라의 국가 연구개발사업에 대한 투자와 관심이 지속적으로 증가하고 있는 가운데 효율적인 성과평가에 대한 필요성이 커지고 있다. 정부의 연구개발 예산은 2006년 8.9조원에서 2010년 13.7조원으로 증가하였고, 2011년도에는 전년 대비 8.7% 증가한 14.9조원에 이르고 있다(기획재정부 2011). 이처럼 지난 수년 동안 정부의 연구개발 투자가 지속적으로 확대되면서 정부는 국가연구개발사업의 효율성을 제고하기 위한 노력을 국가적 차원에서 강화하고 있다. 2005년 12월 제정된 '국가 연구개발 성과평가 및 성과관리에 관한 법률'은 이러한 노력의 구체적인 결과로 나타난 것이며, 이를 실행하기 위한 국가기관으로서 '국가과학기술위원회'는 국가 연구개발성과의 체계적인 관리 및 적극적인 활용·확산을 위하여 5년마다 『연구성과 관리·활용 기본계획』<sup>1)</sup>을 수립·추진하고 있다. 이러한 일련의 활동은 정부가 추진하는 과학기술분야의 연구개발 활동을 성과 중심으로 평가하고 연구 성과를 효율적으로 관리·활용함으로써 연구개발투자의 효율성 및 책임성을 향상시키는 것을 목적으로 하는 것이다.

이와 같은 맥락에서 성과정보를 포함하는 연구정보의 관리 및 서비스에 대한 중요성이 필연적으로 강조되고 있다. 연구정보는 연구활동의 전 생애주기 동안 생산 및 관리되는 모든 정보자원이라고 할 수 있으며, 이러한 연구정

보는 연구활동에 대한 신뢰성 있는 증거로서 체계적으로 수집, 관리, 활용되어야 한다(김판준 2010). 그러나 현재 국내의 연구정보는 다양한 주체와 프로세스로 인하여 상호간의 정보 공유 및 유기적 연계 없이 분산 관리 및 서비스되고 있다. 즉, 대학 및 연구기관, 연구관리전문기관, 중앙부처 및 연구회 등 여러 연구관리 주체별로 자신들의 특성과 목적에 기반을 둔 조직과 규정에 따른 다양한 프로세스에 의해 연구정보를 관리하고 있다. 최근 연구정보 및 서비스의 통합을 위한 노력이 부분적으로 진행되고는 있으나 학문분야별 특성과 관리 주체간의 소통이 미비한 관계로 연구정보의 효율적인 관리와 서비스간의 연계는 기본적인 수준에 머물러 있다. 또한 다양한 주체 및 프로세스로 인하여 일관성이 없고 부정확한 메타데이터의 관리 및 활용은 이러한 문제를 더욱 심화시키고 있어, 연구정보의 관리와 서비스간의 연계를 더욱 어렵게 만드는 원인이 되고 있다. 구체적으로 각 주체별로 서로 다른 메타데이터 스키마의 사용, 표준화된 관리 지침 및 검증 시스템의 미비, 관련 주체별로 연구관리 및 연구정보서비스를 위한 다양한 개별적인 시스템(연구관리시스템, 연구업적시스템, 성과관리시스템, 디지털도서관, 리포지토리 등)의 구축과 운영에 따른 문제들은 단시간에 해결하기 어려운 난제들이다.

따라서 연구정보의 관리와 활용은 물론 연구정보서비스와의 효율적 연계를 위한 보다 체계적인 접근이 필요하다. 이러한 문제를 본질적으로 해결할 수 있는 프레임워크를 구축

1) 제1차 『연구성과 관리·활용 기본계획』('06~'10) 수립('06.3) 제2차 『연구성과 관리·활용 기본계획』('11~'15) 수립('11.4) ※ 기본계획에 따라 매년 『연구성과관리 실시계획』 수립·시행('07~'11).

하기 위한 전략은 크게 두 가지 핵심적인 요소 측면에서 접근할 수 있는데, 연구정보의 체계적인 관리 및 교환을 위한 기반이 되는 것으로 메타데이터 표준과 이러한 메타데이터들의 교환 및 재사용을 위한 표준의 적용을 고려할 수 있다.

## 1.2 연구의 목적 및 제한점

연구관리와 연구정보서비스간의 효율적인 연계를 위한 기초적인 연구로서 본 연구는 우선적으로 과학기술분야 연구개발사업에 대한 국가적 차원의 연구 성과평가에 주목하였다. 그 이유는 다양한 주체와 프로세스에 의해 생산 및 활용되고 있는 연구정보 중에서 특히 연구 성과평가 관련 정보는 국가적 차원의 연구 성과평가를 수행하기 위한 핵심적인 요소이기 때문이다. 현재 정부에서 추진하고 있는 국가적 차원의 연구 성과평가에서도 과학기술분야의 연구개발 활동에 초점을 맞추고 있으며, 연구성과를 효율적으로 관리·활용함으로써 연구개발투자의 효율성 및 책임성을 향상시키는 것을 목적으로 하고 있다. 또한 다양한 주체와 업무 프로세스에 의해 관리되고 있는 연구정보 전반에 대하여 획일적인 접근을 모색하는 것은 해당 주체들의 특성과 다양성을 저해할 수 있다는 측면에서, 정보 표준화의 장점을 가장 효과적으로 추구할 수 있는 핵심적인 영역으로서 연구 성과평가를 중심으로 연구정보서비스와의 연계를 모색하는 것이 바람직할 것이다. 따라서 본 연구는 연구 성과평가의 체계적 수행을 위한 기반을 제공하기 위한 것으로 성과평가 메타데이터에 초점을 맞추어 연구 성과평가

와 연구정보서비스의 효율적 연계 방안을 제시하고자 한다.

본 연구의 제한점으로는 연구관리와 연구정보서비스의 효율적 연계라는 광범위하면서도 복잡한 문제를 해결하기 위한 하나의 초석을 제공하는 데 의의를 두고 있다는 것이다. 따라서 전체 연구정보를 대상으로 하지 않고 가장 핵심이 되는 영역으로서 연구 성과평가 메타데이터를 중심으로 논의를 전개하였다. 특히 지난 수년 동안 활발하게 국가적인 차원의 성과평가시스템을 구축하고 있는 과학기술분야의 연구개발사업을 대상으로, 연구관리와 연구정보서비스간의 효율적 연계를 위한 기반을 조성할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다. 이를 위해 본 연구는 연구 성과평가 정보의 체계적인 관리 및 공유를 위한 메타데이터 표준과 이러한 메타데이터들의 교환 및 재사용을 위한 표준이라는 두 가지 핵심적인 요소에 주목하여 다음의 세 가지 측면으로 접근하였다.

첫째, 문헌조사를 통하여, 국가적 차원의 연구 성과평가를 위한 메타데이터의 개념 및 기능을 규명하였다.

둘째, 문헌 조사 및 크로스워크분석(cross-walk analysis)를 통하여, 국내 과학기술 분야 연구개발사업에 대한 성과평가 메타데이터의 기능에 따른 기능적 요건을 도출하였다.

셋째, 국제적인 표준의 적용을 통하여, 국내 과학기술 분야 연구개발사업의 연구관리와 연구정보서비스간의 효율적인 연계를 위한 기반을 제공할 수 있는 연구 성과평가 메타데이터의 실제적인 구현 방안 및 사례를 제시하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 연구 성과평가

연구 성과평가를 논의하기 위해서는 먼저 연구성과의 개념을 규명할 필요가 있는데, 크게 두 가지 측면에서 정의할 수 있다. 첫째, 광의의 학문적 정의로서 Cohen과 Levinthal(1989)은 “연구성과란 연구과정에서 창출되어 공개적으로 이용 가능하게 되는 모든 독창적이고 가치 있는 지식”이라 하였다. 둘째, 협의의 법률적 정의에서는 “연구성과라 함은 연구개발을 통하여 창출되는 특허·논문 등 과학기술적 성과와 그 밖에 유·무형의 경제·사회·문화적 성과”(국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률 제2조 제8호, [법률 제10970호, 2011. 7.25, 일부개정])로 규정하고 있다. 이렇게 볼 때 학문적인 측면에서 연구성과는 광범위한 개념으로서 연구과정에서 생산되어 활용되는 모든 성과를 포괄적으로 의미하는 것으로 파악할 수 있다. 한편으로 현행 국내법상의 연구성과는 보다 구체적으로 연구개발을 통해 생산되는 과학기술적 성과와 그 밖에 유·무형의 경제·사회·문화적 성과를 말하며, 특히 과학기술분야에 초점을 맞추고 있다. 본 연구의 대상이 되는 연구

성과는 후자의 현행법상에 정의된 연구성과를 의미하는 것으로, 과학기술분야의 연구개발사업을 수행하면서 창출되어 관리되는 모든 성과물(output) 또는 효과(outcome)를 말한다.

연구성과의 분류는 크게 성과물과 성과효과의 두 가지 측면으로 구분하는 경우가 많으며, 선행연구의 연구성과 분류를 정리한 결과는 <표 1>과 같다.

본 연구에서는 연구성과의 정의와 분류 측면에서 전술한 법률상의 정의에 기초한 것으로 과학기술분야의 연구개발사업을 통해 창출되는 구체적인 성과물(output)과 이로부터 파생되는 유·무형의 성과효과(outcome)를 중심으로 논의를 진행한다. 따라서 본 연구에서 연구성과는 다음과 같이 분류할 수 있다.

첫째, 성과물(output)은 과학기술분야의 연구개발사업에서 창출된 구체적인 결과물이 되는 것으로 보고서, 논문, 특허, 문서, 조사·발표자료, 시제품, 시설·장비, 소프트웨어, 노트, 기술요약, 화합물, 데이터(raw data, dataset) 등을 포함한다.

둘째, 성과효과(outcome)는 과학기술분야의 연구개발사업을 통해 창출 및 파생되는 유·무형의 과학·기술적 효과, 경제적 효과, 사회적 효과, 정책적 효과 등이 이에 속한다.

<표 1> 연구성과 분류

구분	Fahrenkreg, G. et al.(2002)	황의인 등(2004)	최태진(2007)
성과물 (outputs)	연구결과(outputs) • 논문, 특허, 제품(시제품), 프로세스, 서비스, 표준 등	1차적 성과 • 논문, 특허, 시제품	연구결과(output) • 논문, 특허, 시제품
성과효과 (outcome or impact)	효과(impact) • 과학·기술적 효과, 경제적 효과, 사회적 효과, 정책적 효과	2차적 성과 • 비용절감, 매출증대, 품질개선 등 • 인력양성, 경제적 효과, 수입대체 효과 등	연구성과(outcome) • 사업화, 창업, 기술이전, 비용절감, 매출증대, 제품개선

연구 성과평가는 이러한 연구성과를 종합적으로 파악하고 개선방안을 도출하여 목표달성의 효율성을 높이기 위한 목표관리 과정의 핵심적 단계이다. 다시 말해서 연구 성과평가는 새로운 연구개발 활동의 첫 발판을 마련해주는 동시에 과거의 R & D활동의 과정과 성과에 대한 종합적인 성찰을 통하여 향후 연구개발 활동의 바람직한 방향을 설정해 주는 목표지향적 비판활동이라고 할 수 있다(김상현 1991).

전 세계적으로 많은 국가들이 다양한 방법으로 연구평가를 수행하고 있다. 현재 연구평가 전략은 계량서지학 지표의 이용(bibliometrics)부터 전문가 평가(peer review)에 이르기까지 다양하게 존재하지만, 아직까지 최적의 방법이 발견되지 않은 상황에 있다(Key Perspectives Ltd 2009). 따라서 대부분의 국가들이 단일 전략에 의존하기 보다는 전문가에 의한 질적평가(peer-review)와 계량적 방법에 의한 양적평가(bibliometrics)를 상호보완적으로 사용하고 있다. 그 중에서 영국을 비롯한 유럽의 여러 국가들은 질적평가 중심에서 양적평가를 강화하고 있는 반면, 미국은 전통적인 질적평가를 중심으로 하고 있다. 또한 한국은 최근 성과 중심의 연구 성과평가를 지향하는 가운데 질적평가와 양적평가간의 균형을 맞추는 방안을 활발히 모색하고 있다.

국가별 연구 성과평가의 현황을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다(Key Perspectives Ltd 2009; MacColl 2010). 먼저 유럽은 영국을 중심으로 다수의 유럽연합 회원국들이 국가적 차원에서 성과평가를 수행 또는 추진하고 있으며, 최근 기존의 질적 평가 중심에서 양적 평가를 강화하는 추세에 있다. 유럽연합 차원에서 연

구 성과평가를 포함하는 연구(정보)관리의 체계화 및 표준화(euroCRIS의 CERIF)를 추진하는 한편, 각국의 개별 연구기관 차원에서 연구성과물의 관리와 서비스는 도서관 및 리포지토리에 의해 수행되고 있다. 따라서 유럽의 여러 국가들이 연구관리와 연구정보서비스를 위한 기본적인 인프라를 어느 정도 구축하고 있는 가운데, 유럽연합 차원에서 다양한 프로젝트를 통해 연구관리시스템(CRIS)과 정보시스템(DL, Repository 등)간의 연계를 활발히 추진하고 있다. 특히, 주목할 점은 이러한 과정에서 영국, 덴마크, 아일랜드 등 다수의 국가들에서 도서관이 연구 성과평가 과정에 상당한 역할을 하고 있다는 것이다.

이와는 달리 미국은 국가적 차원의 성과평가 제도 없이 민간 차원의 자율적 성과평가를 수행하고 있다. 연구개발 자금의 출처 및 관리 주체가 정부 주도적이지 않고 다변화되어 있는 미국은 전통적인 전문가 평가(peer-review) 중심의 질적평가가 여전히 연구 성과평가 방법의 중심축을 이루고 있다. 그러나 연구관리 및 정보서비스의 체계화 및 표준화 관련 국제협력에는 지속적으로 참여하고 있으며, 유럽의 경우와 마찬가지로 연구성과물의 관리 및 서비스는 디지털도서관과 리포지토리들에 의해 이루어지고 있는 경우가 많다. 또한 유럽과 마찬가지로 연구정보서비스의 향상을 위한 기존 정보시스템(연구관리시스템, 디지털도서관, 리포지토리 등)들 간의 통합 및 연계를 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

아시아에서는 한국, 호주, 일본, 중국 등이 정부가 주도하는 국가적 차원의 성과평가를 추진하고 있다. 특히 우리나라는 2006년 '국가 연구개발 성과평가 및 성과관리에 관한 법률'을 제정

하여 국가적인 차원의 연구 성과평가를 정부에서 주도적으로 추진해 왔다. 또한 2011년 7월 동법률의 개정으로 '국가과학기술위원회'의 역할 및 기능을 강화하는 동시에 질적 평가와 양적 평가의 균형을 모색하고 있다. 그러나 다양한 주체 및 관리 프로세스로 인하여 성과평가를 포함한 연구관리 및 연구정보서비스의 표준화가 미진함은 물론, 국가적 차원과 개별 기관차원 양자에서 성과평가를 포함한 연구관리와 연구정보서비스간의 연계는 기초적인 수준에 머물러 있다. 이와 관련하여 현재 우리나라의 연구 성과평가의 특성은 개괄적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 국가적 차원의 연구 성과평가를 위한 법률을 제정하고, 이에 기초하여 정부주도로 과학기술분야 연구개발사업의 연구성과를 평가하고 있다. 둘째, 평가 유형으로는 국가과학기술위원회가 수행하는 상위 및 특정 평가와 중앙부처, 연구회, 전문기관 및 개별기관 자체적으로 수행하는 자체평가와 추적평가가 있다. 셋째, 평가방법 또는 전략 측면에서는 전문가 중심의 질적평가와 계량서지학 지표를 사용하는 양적평가간의 균형을 적극적으로 모색하고 있다.

## 2.2 연구 성과평가 메타데이터

연구정보는 연구 프로세스와 연구사업 공모 관리로부터 발생하는 연구자, 과제, 결과(성과물), 연구비에 대한 관리정보를 말한다(JISC 2010). 또한 연구정보는 연구활동과 과제, 연구자, 연구비 지원기관, 연구 수행기관, 연구비, 결과(성과물) 및 효과에 관한 정보이며(Rogers 2009), 연구정보관리시스템은 근본적으로 기관이 최초의 연구비 지원 응모에서부터 프로젝트의 종료까지

전체 연구 프로세스와 연구 평가 관련 정보를 관리하기 위해 설계된 데이터베이스이다(Day 2010). 이러한 맥락에서 연구 성과평가 정보는 전체 연구정보의 부분집합이 되는 것으로, 그중에서도 특히 연구 성과평가 메타데이터는 가장 핵심이 되는 하위집합이라고 할 수 있다.

메타데이터는 정보자원의 속성을 기술하는 데이터를 일컫는 용어로 "정보자원을 설명하는 요소집합" 또는 "정보자원을 보다 쉽게 검색, 활용 및 관리할 수 있도록 정보자원에 대하여 기술하고 설명하는 구조적 정보"(남영광 외 2005: Hodge 2001)이다. 또한 메타데이터는 정보자원을 기술, 설명, 위치를 알려주거나 그 밖에 검색, 이용 또는 관리를 쉽게 해주는 구조화된 정보이다(NISO 2004). 즉, 메타데이터는 정보를 표현하는 구조화된 정보로서 특정 정보자원에 대한 기술(description), 구조화, 관리 등의 기능을 제공하기 위한 것이다. 따라서 연구 성과평가 메타데이터는 연구정보의 가장 핵심적인 부분집합으로서, 연구 성과평가에 관련된 정보자원을 효율적으로 기술(description), 구조화, 관리하기 위한 메타데이터라고 할 수 있다.

연구 성과평가에 적용할 수 있는 메타데이터의 유형은 일반적으로 다음과 같이 크게 세 가지로 구분할 수 있다(Caplan 2003).

첫째, 기술 메타데이터(descriptive metadata)는 정보자원의 기술 즉 발견, 식별, 검색, 이용, 관계 등에 관한 메타데이터를 말한다. 이러한 기술 메타데이터는 적합한 정보의 발견 및 식별, 자원의 집합과 분산, 소재과약 등을 위한 것이다.

둘째, 구조 메타데이터(structural metadata)는 정보자원의 조직 및 구조화에 관한 메타데이터이다. 예를 들면, 한 책을 장과 절 단위로 조

직하거나 학술지를 호와 논문 수준으로 분할하여 구조화할 수 있다. 또한 dspace를 사용하는 특정 리포지토리의 콘텐츠를 컬렉션(collection), 연구집단(research group), 개별 문헌(item)의 계층으로 구조화할 수도 있다. 따라서 구조 메타데이터는 정보자원의 조직 및 구조화 전략을 제공함으로써 정보자원의 교환 및 공유를 위한 구조적 프레임워크를 제공할 수 있다.

셋째, 관리 메타데이터(administrative metadata)는 정보자원의 관리를 위한 메타데이터이다. 이러한 관리 메타데이터는 성과평가 측면에서 크게 권한 및 보존에 관한 메타데이터의 두 가지로 구분할 수 있다. 먼저, 권한 메타데이터로는 성과평가 정보에 대한 접근, 보안, 권리 등에 관한 요소들이 포함될 수 있다. 다음으로 보존 메타데이터에는 성과평가 정보의 이력, 맥락, 기술적·물리적·환경적 특성 등의 요소를 포함할 수 있다.

### 2.3 연구 성과평가 메타데이터의 기능적 요건

메타데이터의 유형에 따라 연구 성과평가 메타데이터의 주요 기능들을 기본 기능과 세부 기능으로 구분한 다음, 이에 대응하는 메타데이터 표준들을 매핑한 결과는 <표 2>와 같다.

그 내용을 구체적으로 살펴보면 첫째, 연구 성과평가 메타데이터의 기술(description) 관련 기본 기능으로는 발견과 이용이 있으며, 이들 기능은 성과물의 유형에 따라 기존의 메타데이터

표준들을 적용할 수 있다. 예를 들면, 대표적인 연구 성과물인 보고서와 논문은 DC, CERIF, MODS, 석·박사학위논문은 ETD, 강의자료는 LOM 등을 적용할 수 있다. 둘째, 연구 성과평가 메타데이터의 구조 관련 기능은 개념적 구조화를 위한 엔티티와 관계의 표현, 그리고 논리적 구조화를 위한 구문, 의미, 작성(serialization)<sup>2)</sup>이 있다. 본 연구에서는 이와 관련된 여러 표준들 중에서 OAI-ORE(Open Access Initiative-Object Reuse and Exchange, 이후 OAI-ORE로 표기함)를 중심으로 연구 성과평가 메타데이터의 구조화를 고려할 것이다. 그 이유는 OAI-ORE가 차세대 웹 아키텍처를 기반으로 연구 성과평가 메타데이터를 가장 효과적으로 교환 및 공유할 수 있는 구조를 제공할 수 있을 것으로 판단하였기 때문이다. 셋째, 연구 성과평가 메타데이터의 관리 관련 기본 기능은 검증, 측정, 결과, 권리, 예산, 맥락, 보안, 보존으로 구분할 수 있다. 이러한 관리 측면의 기본 기능들은 기존의 메타데이터 표준들에서는 분산되어 부분적으로 다루어지고 있는 반면, 성과평가 메타데이터에서는 집중되어 세부적으로 취급되어야 하는 핵심 기능들이다. 따라서 기존의 메타데이터 표준에서 적합한 요소들을 추출하거나 성과평가 메타데이터에 적합한 내용과 형식으로 수정 및 보완하여 적용하여야 한다. 이러한 목적에 적절한 기존의 메타데이터 표준으로는 대표적으로 DC, CERIF, PREMIS를 고려할 수 있다.

다음으로 전술한 연구 성과평가 메타데이터

2) serialization은 원래 저장 및 전송 측면에서 데이터 구조나 객체의 상태를 다른 환경에서도 사용할 수 있도록 변환하는 프로세스를 말하지만, 본 연구에서는 자원지도(resource maps)를 실제적으로 구현하는 과정 또는 행위라는 관점에서 작성이라 하였다. 다른 측면에서 serialization은 디지털 보존을 위한 마이그레이션과 유사한 의미를 갖는다.

〈표 2〉 연구 성과평가 메타데이터의 기능

유형	기본 기능	세부 기능	관련 표준 <sup>3)</sup>
기술 메타데이터	발견	발견, 식별, 링크	DC, CERIF, ETD, LOM, CSMD, MODS, etc.
	이용	검색, 선정, 이용	
구조 메타데이터	개념적 구조화	개념적 모델	OAI-ORE
	논리적 구조화	구문, 의미, 작성	OAI-ORE(RDF/XML, Atom/XML, etc.)
관리 메타데이터	검증	식별, 검증, 링크	DC, CERIF
	측정	평가유형, 평가단계, 성과목표, 질적·양적 성과지표, 참여도, 가중치 등	DC, CERIF
	결과	평가등급, 조치(중단, 변경, 환수, 포상 등)	CERIF
	권리	저작권, 공개여부, 공개조건 등	DC, CERIF, PREMIS
	예산	연구비, 지원기관, 변경사항 등	CERIF
	맥락	담당자, 역할(등록, 검증, 심의·평가 등), 권한(입력, 수정, 삭제, 검토, 인증), 시간정보 등	CERIF, PREMIS
	보안	보안등급, 변경, 조치, 근거	
	보존	보존 이력, 기술적·물리적 특성(H/W, S/W) 등	

의 기능들을 효과적으로 제공하기 위한 기능적 요건을 도출하였다. 이러한 연구 성과평가 메타데이터의 기능적 요건들은 연구자가 기존의 메타데이터 표준, 서지레코드의 기능상의 요건(FRBR: Functional Requirements for Bibliographic Records), 성과평가 관련 국내 법령, 성과평가 업무 매뉴얼 및 지침 등을 검토한 결과에 따라 가장 필수적인 것으로 여섯 가지 요소

를 도출하여 제시한 것이다.

첫째, 일관성(coherence)은 연구 성과평가 메타데이터에서 동일한 요소 및 속성 값에 대하여 일관된 표현과 값을 사용해야 한다는 것이다.

둘째, 신뢰성 및 정확성(reliability & accuracy)은 연구 성과평가 메타데이터가 ‘평가’라는 민감한 측면을 다루고 있다는 점에서 가장 중요한 요건이다. 특히 성과평가 메타데이터의 주요 기

3) 연구 성과평가 메타데이터 관련 표준

- OAI-ORE(Open Access Initiative-Object Reuse and Exchange): OAI의 메타데이터 재사용 및 교환 표준, <<http://www.openarchives.org/ore/>>
- DC(Dublin Core): DCMI(Dublin Core Metadata Initiative)의 일반 메타데이터 표준, <<http://www.dublincore.org/documents/dces/>>
- CERIF(Common European Research Information Format): 유럽연합(euroCRIS)의 연구정보 메타데이터 표준, <<http://www.eurocris.org>>
- PREMIS(PREservation Metadata: Implementation Strategies): PREMIS WG의 디지털보존 메타데이터 표준, <<http://www.oclc.org/research/activities/past/orprojects/pmwg/default.htm>>
- ETD(Electronic Theses and Dissertations): ND LTD(Networked Digital Library of Theses and Dissertations)의 학위논문 메타데이터 표준, <<http://www.ndltd.org/>>
- LOM(Learning Object Metadata): IEEE의 학습객체(강의자료) 메타데이터 표준, <<http://ltsc.ieee.org/wg12/>>
- CSMD(Core Scientific Metadata Model): STFC(Science & Technology Facilities Council)의 데이터세트(dataset, raw data 등) 메타데이터 표준, <<http://code.google.com/p/icatproject/wiki/CSMDSpecification>>
- METS(Metadata Encoding and Transmission Standard), MODS(MODS: Metadata Object Description Schema): 미국의회도서관의 디지털도서관 메타데이터 표준, <<http://www.loc.gov/standards/>>



능 중에서 검증 및 측정과 관련하여 데이터의 신뢰성 및 정확성이 반드시 충족되어야 한다. 예를 들면, 입력 및 산출 과정에서 발생할 수 있는 오류 또는 잘못된 값에 대한 철저한 확인과 검증은 물론 주기적인 재확인도 필요하다. 이러한 일관성과 신뢰성 및 정확성 요건은 일차적으로 메타데이터 표준의 적용, 관련 매뉴얼 및 지침의 개발과 준수, 데이터 입력(또는 획득) 및 관리 측면의 코드화와 자동화를 통해 확보할 수 있다.

셋째, 융통성(flexibility)은 연구 성과평가 메타데이터는 특정 메타데이터 스키마 또는 표준에 종속되지 않아야 한다는 것이다. 즉 연구 성과평가 메타데이터의 주요 기능들에 적합한 여러 메타데이터 표준의 요소들을 제한 없이 가져다 쓸 수 있어야 한다. 따라서 기존 메타데이터 표준들의 요소를 그대로 사용하거나 수정 및 보완하여 적용할 수 있어야 하고, 필요한 경우에는 새로운 요소를 추가하여 적용할 수 있어야 한다. 또는 기존의 여러 메타데이터 표준들의 요소에 기초하여 연구 성과평가 메타데이터에 적합한 어플리케이션 프로파일(application profile)을 개발하여 사용할 수도 있다.

넷째, 범위성(scalability)은 연구 성과평가 정보의 조직 및 구조적인 측면에 관한 것이다. 연구 성과평가 메타데이터는 성과평가 대상이 되는 객체의 다양한 수준 및 단계, 그리고 규모에 따라 유연하게 적용할 수 있어야 한다. 예를 들면, 평가 대상을 연구자에서 연구집단, 연구기관, 지역, 국가 등으로 무리 없이 확장할 수 있어야 한다. 또는 평가 유형에 따라 상위·특정 평가와 자체·추적 평가에 대하여 큰 틀이

변경됨이 없이 적용할 수 있어야 한다. 이를 위해 연구 성과평가 메타데이터에 유연한 개념적 틀과 논리적 구조화를 제공할 수 있는 표준의 적용(예를 들면, OAI-ORE)이 필요하다.

다섯째, 무결성 및 진본성(integrity & authenticity)은 연구 성과평가 메타데이터의 보존 측면에서 중요한 요건이다. 즉 성과평가 메타데이터의 증거로서의 가치를 존속할 수 있도록 허가받지 않은 변경을 미연에 방지 또는 저장할 수 있어야 함은 물론, 생산된 원래 그대로의 내용을 유지하고 있음을 보장하여야 한다. 이러한 요건은 기존 메타데이터 표준 가운데 특히 보존 메타데이터 표준의 요소들을 적용하여 충족할 수 있다.

여섯째, 상호운용성(interoperability)은 연구 성과평가 메타데이터의 교환 및 공유를 위한 요건이다. 이러한 상호운용성은 대부분의 메타데이터 표준에 공통적으로 요구되는 것으로 이를 통해 메타데이터의 유용성을 가장 극대화할 수 있다. 특히 국가적 차원의 연구 성과평가를 위한 메타데이터는 특정 기관이나 시스템에만 한정되어 적용되지 않고, 중복 입력 및 관리를 최소화할 수 있어야 한다. 따라서 연구개발사업을 수행하는 모든 유형의 기관이나 연구정보를 저장 및 관리하는 다양한 시스템간에 데이터의 손실이 없는 교환 및 공유가 가능하여야 한다. 이러한 상호운용성은 전술한 다섯 가지 요건에 위배됨이 없도록 신중하게 고려되어야 하며, 연구관리시스템간의 연계는 물론 연구관리시스템과 연구정보서비스 시스템<sup>4)</sup>과의 연계를 위한 핵심적인 요건으로 충족되어야 한다.

4) 본 연구에서 연구관리시스템은 연구관리시스템, 연구업적(관리)시스템, 연구성과(관리)시스템 등을 포함한다. 또한 연구정보서비스 시스템은 디지털 도서관, 리포지토리, 기관 홈페이지 등을 포괄하는 의미로 사용한다.

### 3. 연구 성과평가 메타데이터 구현 방안

#### 3.1 OAI-ORE

OAI는 웹 환경에서 콘텐츠의 효율적인 배포를 위해 상호운용성을 기반으로 하는 표준을 개발해왔다. 최근 OAI는 eScholarship, eLearning, eScience 등으로 그 영역을 확장하고 있으며, 그러한 과정에서 기존의 OAI-PMH(Open Archives Initiative with the Protocol for Metadata Harvesting)와 함께 운영되면서 다양한 형태의 자원들을 통합할 수 있는 OAI-ORE 프로젝트를 진행하고 있다(OAI 2011).

이러한 ORE의 개발 배경은 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 첫째, 웹 자원의 특성에 기초한 데이터 모델의 필요성이다. 웹 자원은 그 자체가 복합 디지털 객체로서 텍스트, 이미지, 멀티미디어, 파일, 링크, 메타데이터 등의 다양한 디지털 객체로 구성되어 있다. 그러나 현재 웹 자원의 특성을 반영한 데이터 모델이 없는 관계로 이들 디지털 객체간의 독자성(identity)와 경계(boundary)를 명확하게 식별하여 활용하지 못하고 있다. 따라서 복합 디지털 객체로서 웹 자원을 하나의 '자원모듬(Aggregation)'<sup>5)</sup>으로 식별하고 활용할 수 있는 데이터 모델로서 OAI-ORE는 개발되었다. 둘째, 차세대 웹의 환경으로서 인간과 기계가 함께 이해할 수 있는 웹 자원의 기술과 교환을 위한 표준의 필요성이다. 하나의 웹 페이지 상에서 객체간의

암묵적인 관계에 대하여, 표현의 구조와 내용을 직관적으로 인식할 수 있는 인간은 명확하게 구분할 수 있지만 기계 에이전트와 웹 서비스는 이를 구분하는 것이 불가능하다. 따라서 인간과 기계가 함께 이해할 수 있는 구조와 형식으로 웹 자원을 기술하고 교환하기 위한 표준으로서 OAI-ORE는 개발되었다(Lagoze et al. 2008a). 또한 OAI-ORE는 본질적으로 상호운용성을 고려하여 개발된 표준이다. 즉, OAI-ORE는 특정 시스템이나 특정 저장 포맷을 전제로 하지 않으며 상호운용성 계층(interoperability layer)에 초점을 두어 다양한 환경에 적용될 수 있는 기반을 제공한다.

OAI-ORE는 현재 디지털도서관 및 리포지토리의 메타데이터 교환을 위한 표준으로 널리 사용되고 있는 OAI-PMH의 후속으로 개발된 것이다. 따라서 이전의 OAI-PMH보다 확장된 관점과 접근법을 채택하고 있다. 첫째, 디지털 도서관이나 리포지토리의 콘텐츠에 제한된 것이 아닌 웹 아키텍처 상의 정보자원으로서 복합 디지털 객체(Aggregation)를 대상으로 하고 있다. 둘째, 메타데이터에 한정하지 않고 웹 자원 전체를 고려하여 개발하였다. 셋째, 하베스팅(harvesting)에 기초한 단순한 메타데이터 교환이 아닌 웹 정보자원의 재사용을 목적으로 한다(Lagoze et al. 2008a). 따라서 OAI-ORE는 연구 성과평가 메타데이터의 기능적 요건들을 충족할 수 있을 뿐 아니라 웹 아키텍처 상에서 메타데이터는 물론 성과평가 관련 정보를 함께 교환 또는 연계하는데 적합한 표준이라 할 수 있다.

5) 본 연구에서는 웹 자원(web resource)이 하나의 복합 디지털 객체로서 다양한 유형과 형식의 (정보)자원들이 모여 하나의 모듬을 구성하고 있고, 단어 'aggregate'의 원래 의미가 '집합하다' 또는 '모이다'라는 측면에서 'Aggregation'을 '자원모듬'이라 하였다.

또한 OAI-ORE는 차세대 웹 환경으로서 시맨틱웹을 전제로 개발된 것으로, <표 3>은 웹 아키텍처 상에서 시맨틱웹 관련 특성을 나타낸 것이다. 이를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 자원 측면에서 ORE는 웹 자원을 복합 디지털 객체로서의 자원모둠과 이를 기술하기 위한 자원지도로 구조화한다. 둘째, 모든 자원모둠은 각각의 고유한 식별자로서 링커데이터(Linked Data) 측면의 고유식별자인 URIs를 갖는다.<sup>6)</sup> 셋째, 시맨틱웹 환경에서 웹 자원을 표현하기 위해 RDF/XML, Atom/XML 등을 사용한다. 넷째, 자원모둠 간의 링크는 의미를 갖는 문자 또는 RDF 술어 형식을 갖는다(Lagoze et al. 2008c). 이와 같이 OAI-ORE는 웹상에서 분산된 정보 저장소들이 그들의 디지털 객체들을 재사용 및 교환할 수 있는 표준으로서 개발되어, 기본적으로 연구 성과평가 메타데이터의 기능적 요건을 충족할 뿐 아니라 차세대 웹 환경인 시맨틱웹을 전제로 하고 있어 미래지향적이라 할 수 있다.

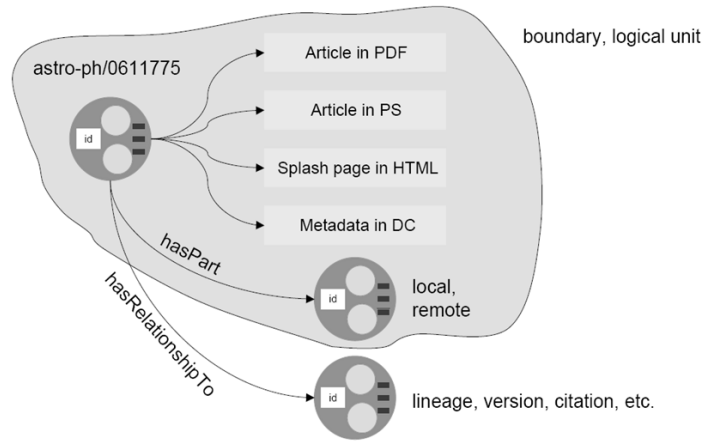
OAI-ORE 개념 모형의 기본 엔티티는 다음과 같이 네 가지로 구성된다(Lagoze et al. 2008b). 첫째, 자원모둠(Aggregation)<sup>7)</sup>: 고유 식별자인 URI로 식별되는 개념적 자원 둘째, 모인 자원(Aggregated Resource): 자원모둠에 포함된 구성요소로서 개별 자원 셋째, 자원지도(Resource Map): 자원모둠을 기술하기 위한 자원 넷째, 프락시(Proxy): 특정 자원모둠의 구성요소로서 모인 자원에 대한 대리 역할을 하는 가상 자원

이 중에서 가장 기본이 되는 엔티티인 자원모둠의 사례는 <그림 1>과 같다. 여기서 arXiv<sup>8)</sup>에서 검색된 학술지 논문으로서 'astro-ph/0611775'는 다양한 디지털 객체(PDF 형식의 논문 파일, PS 형식의 논문 파일, 해당 자원모둠을 기술하는 웹페이지, DC로 작성된 메타데이터)들로 구성된 하나의 복합 디지털 객체가

<표 3> 웹 아키텍처와 OAI-ORE의 시맨틱웹 관련 특성

구분	Web Architecture	OAI-ORE & Semantic Web
Resource	Digital Objects	Aggregations (with Resource Maps)
Identifier	URIs	Linked Data/Cool URIs
Representation	HTML, XML, ...	RDF/XML, Atom/XML, etc.
Link	Links or Anchor tags (Hyperlinks)	Typed representations or RDF predicates

6) 링커데이터(Linked data)는 역참조할 수 있는 URI를 통해 웹 데이터를 공개, 연결, 공유하는 방법으로 웹페이지가 아닌 자원(objects) 단위로 URI를 부여한다. 일반적으로 URIs 또는 RDF를 이용해 시맨틱웹상에 분산되어 있는 데이터를 개방, 공유, 연결하기 위해 추천되는 최고의 방법을 설명하는 용어이다.  
 7) 여기서 자원모둠은 자원들이 모인 집합으로서 복합 디지털 객체를 말한다. 웹 자원으로서는 개별 자원모둠은 목적에 따라 더 큰 단위로 통합되거나 더 작은 자원모둠으로 분리될 수 있다. 또한 다른 자원모둠의 모인 자원들과 새로운 자원모둠을 구성할 수도 있다.  
 8) 대표적인 오픈엑세스 리포지토리 사이트, <http://arxiv.org/>.



〈그림 1〉 자원모듬의 사례: arXiv 학술지 논문

된다. 이러한 자원모듬 'astro-ph/0611775'는 다른 자원모듬을 부분으로 포함할 수도 있고 또 다른 자원모듬과 관계를 가질 수도 있다(Van de Sompel, Lagoze, and Nelson 2007).

자원모듬에 대한 기술(description)을 제공하는 자원으로 자원지도는 하나의 자원모듬에 관한 상세한 정보를 제공하는 기계가독형 표현이다. 자원지도는 모인 자원들에 대한 리스트, 기술(description), 메타데이터, 속성, 관계 등을 포함한다. 이러한 자원지도는 다양한 형식으로 표현될 수 있으며, 이를 위한 형식으로는 Atom/XML, RDF/XML이 대표적으로 사용되고 있지만 이외에 RDFa, n3, turtle 등을 사용할 수도 있다(Van de Sompel, Lagoze, and Nelson 2007).

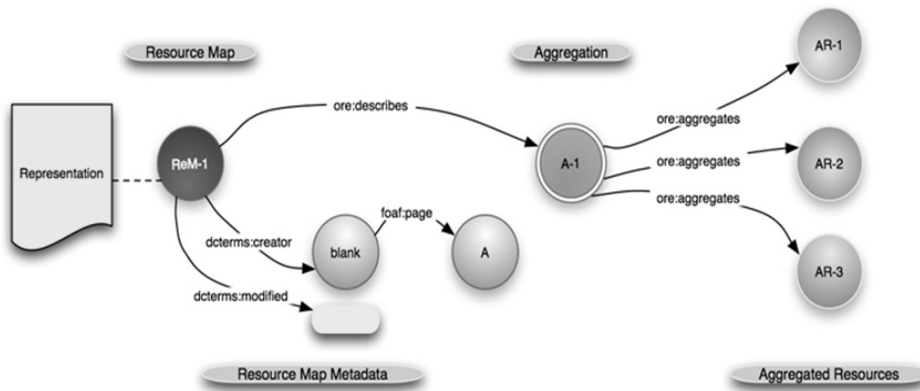
OAI-ORE의 주요 엔티티인 자원모듬, 자원지도, 모인 자원간의 관계와 자원지도의 필수 메타데이터는 〈그림 2〉와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 자원모듬(A-1)은 하나의 자원지도(ReM-1)을 갖고 있으며, 세 개의 모인 자원(AR-1, AR-2, AR-3)으로 구성되어 있다. 또한, 자원모듬(a-1)

을 기술하는 엔티티인 자원지도(ReM-1)는 필수 메타데이터 요소로서 DC 요소인 '생성자(creator)'와 '최종수정일(modified)'을 갖는다. 이와 같이 자원모듬 그 자체는 개념적 자원이므로 자신을 기술하는 자원지도를 반드시 가져야 하고, 각 자원지도는 2개씩의 필수 메타데이터 요소와 선택 메타데이터 요소를 포함한다. 먼저, 자원지도의 필수 메타데이터 요소로서 '생산자(creator)'와 '최종수정일(modified)'의 사례는 다음과 같다(Van de Sompel et al. 2009).

```
<ReM-1> dc:creator <http://arxiv.org/>
<ReM-1> dcterms:modified
    "2008-01-15T10:01:19Z"
```

다음으로 선택 메타데이터 요소인 '권리(rights)'와 '최초생성일(created)'의 사례는 다음과 같다.

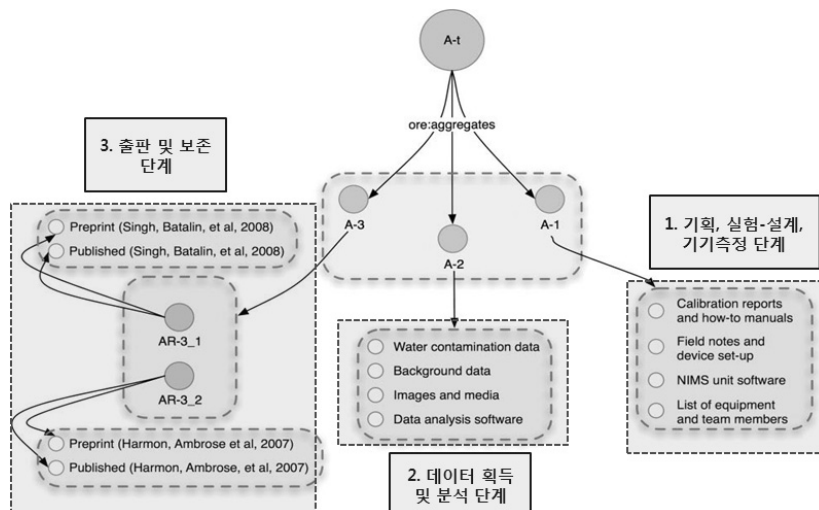
```
<ReM-1> dc:rights
    <http://creativecommons.org/publicdomain/>
<ReM-1> dcterms:created
    "2008-01-15T10:01:19Z"
```



〈그림 2〉 ORE의 개념 모형: 자원모듬, 자원지도, 모인 자원간의 관계

2008년 발표된 이후 다양한 목적으로 OAI-ORE의 적용을 위한 프로젝트들이 진행되고 있다. 영국의 JISC(Joint Information Systems Committee)는 대규모 학술 리포지토리인 JSTOR에 OAI-ORE를 적용하는 'Foresite' 프로젝트를 수행하여, 학술 저작들의 효과적인 확산이 가능함을 보고하였다(Van de Sompel et al. 2009). 또한 Pepe 등(2010)은 최근 지진학과 환경과학 분야

연구과제의 생애주기를 표현하기 위한 목적으로 OAI-ORE의 개념적 구현을 제안하였다. 〈그림 3〉은 이러한 구현의 개념도로서 하나의 연구과제(A-t)에 대하여 초기의 기획, 실험-설계 및 기기측정 단계(A-1)로부터 데이터 획득 및 분석 단계(A-2)를 거쳐 출판 및 보존 단계(A-3)에 이르는 전체 생애주기별로 표현한 것이다.



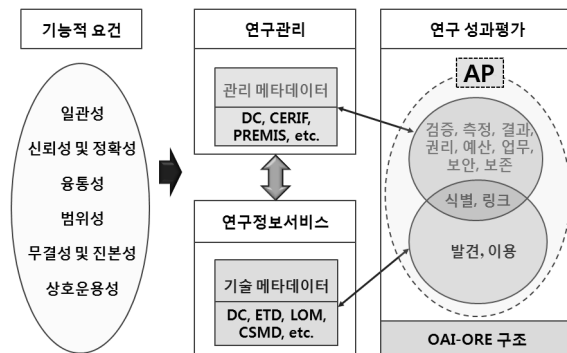
〈그림 3〉 OAI-ORE 적용 사례: 연구과제(Pepe et al. 2010)

### 3.2 연구 성과평가 메타데이터의 구현 방안 및 사례

국가적 차원의 연구 성과평가와 연구정보서비스의 연계를 위한 기반을 마련하기 위한 방안으로 메타데이터 표현과 교환을 위한 표준인 OAI-ORE를 적용하였다. 다음의 <그림 4>는 좌측과 중간 부분은 연구 성과평가 메타데이터의 기능들을 충족하기 위한 기능적 요건과 이에 대응하는 연구관리 관련 메타데이터와 연구정보서비스의 메타데이터를 제시한 것이다. 또한 그림의 우측은 연구 성과평가 측면에서 구조 메타데이터는 OAI-ORE 모형을 적용하고, 관리 및 기술 메타데이터는 기존의 메타데이터 표준들에 기초하여 어플리케이션 프로파일(AP: Application Profile)을 적용하는 방안을 도식화한 것이다. ORE의 메타데이터는 최소한의 요소 네 가지('creator', 'modified', 'rights', 'created')만 규정하고 있어, 적용 분야의 목적과 특성에 따라 메타데이터 요소를 자유롭게 추가할 수 있는 개방적인 구조를 갖는다. 또한 적용 가능한 메타데이터 표준에 대한 특별한 제한이 없으므로 다양한 기존의 메타데이터 표준에서 필요한 요소들을 사용할 수 있다. 따라서 ORE는

연구 성과평가 메타데이터의 기능적 요건을 충족하는 것으로 복수의 메타데이터 표준에 포함된 요소들을 포함하는 어플리케이션 프로파일을 개발하여 적용할 수 있다. 요약하면, 이러한 방안은 연구 성과평가를 위한 메타데이터를 전적으로 새로 개발할 필요 없이 현재 연구관리와 연구정보서비스에서 사용되고 있는 데이터에 용도에 맞는 기존의 메타데이터 표준들을 적용하고, 이러한 성과평가 메타데이터를 효과적으로 교환 및 공유할 수 있도록 OAI-ORE 개념 모형과 구조를 프레임워크로 사용하는 것이다. 이를 통해 연구 성과평가 메타데이터의 기능적 요건을 충족할 수 있는 기술, 구조, 관리 측면의 메타데이터를 성공적으로 구현할 수 있을 것이다.

이러한 구현 방안에 대한 실제적인 사례로서 대표적인 연구성과물이라 할 수 있는 보고서에 대한 자원지도를 RDF/XML 형식으로 작성하여 제시하였다. 여기서 <표 4>는 국가과학기술정보센터(NDSL) 사이트에서 검색한 '정보분석 선도 연구' 과제의 최종보고서를 대상으로, 하나의 연구성과물 자원모듬(research output Aggregation)을 기술하는 자원지도를 RDF/XML 형식으로 작성한 사례이다. 이러한 성과물은 웹상의 자원모



<그림 4> 연구 성과평가 메타데이터 구현 방안에 대한 개념도

〈표 4〉 자원모듬을 기술하는 자원지도 작성 사례 : 연구보고서

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:ore="http://www.openarchives.org/ore/terms/"
  xmlns:dcterms="http://purl.org/dc/terms/"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/" xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/">

<!-- About the Aggregation for the NDSL document -->
<rdf:Description rdf:about="http://report.ndsl.kr/보고서_URI">
<!-- The Resource is an ORE Aggregation -->
<rdf:type rdf:resource="http://www.openarchives.org/ore/terms/Aggregation"/>

  <!-- The Aggregation aggregates ... -->
  <ore:aggregates rdf:resource="http://report.ndsl.kr/보고서_URI/abstract"/>
  <ore:aggregates rdf:resource="http://report.ndsl.kr/보고서_URI/fulltext-pdf"/>
  <ore:aggregates rdf:resource="http://report.ndsl.kr/보고서_URI/연구과제"/>
  <ore:aggregates rdf:resource="http://report.ndsl.kr/보고서_URI/연관자료"/>
  <ore:aggregates rdf:resource="http://report.ndsl.kr/보고서_URI/추천자료"/>

<!-- About the Resource Map (this RDF/XML document) that describes the Aggregation -->
<rdf:Description rdf:about="http://report.ndsl.kr/보고서_URI.rdf">

  <!-- The Resource is an ORE Resource Map -->
  <rdf:type rdf:resource="http://www.openarchives.org/ore/terms/ResourceMap"/>
  <!-- The Resource Map describes a specific Aggregation -->
  <ore:describes rdf:resource="http://report.ndsl.kr/보고서_URI"/>
  <!-- Metadata about the Resource Map: datetimes, rights, and author -->
  <dcterms:modified>200908-10-03T07:30:34Z</dcterms:modified>
  <dcterms:created>2008-10-01T18:30:02Z</dcterms:created>
  <dc:rights>This Resource Map is available under NTIS's license</dc:rights>
  <dcterms:creator rdf:parseType="Resource">
    <foaf:page rdf:resource="http://www.ntis.go.kr"/>
    <foaf:name>국가과학기술지식정보서비스(NTIS)</foaf:name>
  </dcterms:creator> ... </rdf:Description>

<!-- Aggregated Resource Web page에 관한 메타데이터 -->
<rdf:Description rdf:about="http://report.ndsl.kr/보고서_URI.html">
  <dc:format>text/html</dc:format> <dc:title>정보분석 선도연구</dc:title>
  <rdf:type>info:eu-repo/semantics/humanStartPage</rdf:type>
  ... </rdf:Description>

<!-- Aggregated Resource 원문(PDF)에 관한 메타데이터 -->
<rdf:Description rdf:about="http://report.ndsl.kr/보고서_URI/fulltext-pdf">
  <dc:format>application/pdf</dc:format> <dc:title>정보분석 선도연구</dc:title>
  ... </rdf:Description>

<!-- Aggregated Resource 연구과제에 관한 메타데이터 -->
<rdf:Description rdf:about="http://report.ndsl.kr/보고서_URI/연구과제">
  <dc:format>resource/Aggregation</dc:format> <dc:title>정보분석 선도연구</dc:title>
  ... </rdf:Description>

<!-- Aggregated Resource 연관자료들에 관한 메타데이터 -->
<rdf:Description rdf:about="http://report.ndsl.kr/보고서_URI/연관자료-1">
  <dc:format>resource/Aggregation</dc:format> <dc:title>정보분석 선도연구</dc:title>
  ...
  ...
</rdf:RDF>
    
```

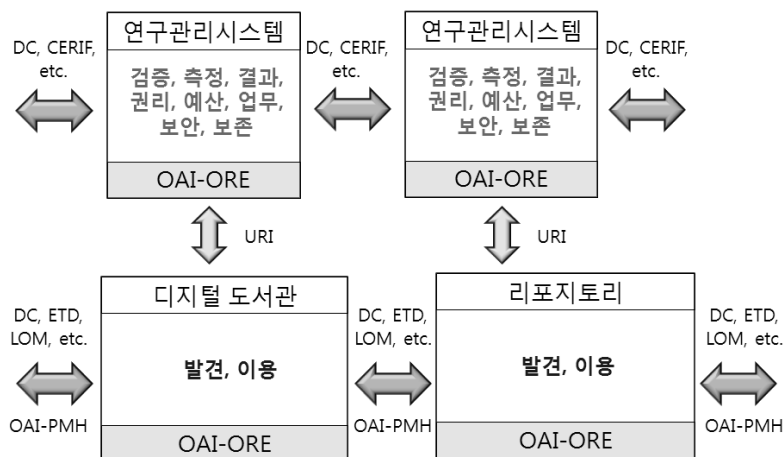
됨으로서 메타데이터(과제명, 주관연구기관, 연구책임자 등), 원문 파일(pdf), 연관자료, 추천자료 등의 다양한 디지털 객체(또는 모인 자료)들로 구성되어 있다.

### 3.3 연구 성과평가 메타데이터의 교환 및 연계

현재 디지털도서관 및 리포지토리의 콘텐츠를 교환하기 위한 표준으로는 실시간 검색에 기초한 Z39.50, SRU/SRW와 하베스팅에 기초한 OAI-PMH가 일반적으로 사용되고 있다. 그러나 이들 표준은 단순히 연구정보서비스 측면에서 메타데이터만을 교환하기 위한 것으로 연구관리시스템간 또는 연구관리와 연구정보서비스간의 연계는 거의 이루어지지 않고 있다.

본 연구에서 제시한 OAI-ORE에 기초한 연구 성과평가 메타데이터의 구현 방안은 기존의 OAI-PMH와 함께 운영함으로써 연구관리시스템들 간의 연구 성과평가 메타데이터 교환뿐

만 아니라 연구관리와 연구정보서비스 시스템 간에도 이러한 메타데이터의 교환 및 재사용이 가능하다. 따라서 <그림 5>와 같이 국가적 차원의 연구 성과평가를 위한 정보를 각 기관의 연구관리시스템들 간에 상호 교환 및 재사용할 수 있음은 물론, 이를 다양한 연구정보서비스 시스템들과 효율적으로 연계할 수 있다. 이러한 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 다양한 연구관리시스템들 간에는 연구 성과평가 메타데이터의 기능적 요건을 충족하는 어플리케이션 프로파일을 통하여 공통 요소들 간에 데이터를 교환할 수 있다. 둘째, 연구관리시스템과 연구정보서비스 시스템들 간에는 공통 식별자(URI)를 매개로 하여 연구 성과평가 메타데이터를 연계할 수 있다. 셋째, 연구정보서비스 시스템들 간에는 연구 성과평가 메타데이터 관련 어플리케이션 프로파일에 포함된 공통 메타데이터 요소와 함께 기존의 OAI-PMH 프로토콜을 적용하여 통합 연구정보서비스를 제공할 수 있다.



<그림 5> 연구 성과평가 메타데이터를 통한 시스템간 연계



#### 4. 결론

본 연구는 연구관리와 연구정보서비스를 효율적으로 연계할 수 있는 환경 조성을 위한 기초 연구이다. 이를 위해 우선적으로 국가적 차원의 연구 성과평가와 연구정보서비스를 연계할 수 있는 방안을 메타데이터 표현과 교환의 두 가지 측면에서 제시하였다. 국내 과학기술분야 연구개발사업을 대상으로 국가적 차원의 연구 성과평가를 위한 메타데이터의 개념과 주요 기능, 그리고 이에 따른 기능적 요건을 도출하였고, 각 기능별로 국제적인 표준을 적용할 수 있는 방안을 제안하였다. 또한 웹 아키텍처 상에서 연구정보를 재사용 및 교환하기 위한 국제표준인 OAI-ORE에 기반하여 연구 성과

평가 메타데이터를 효과적으로 표현 및 교환할 수 있는 구현 방안과 사례를 제시하였다.

본 연구의 제한점은 연구관리와 연구정보서비스의 효율적 연계라는 광범위하고도 복잡한 문제를 해결하기 위한 기초 연구로서, 전체 연구정보가 아닌 과학기술분야 국가연구개발사업의 연구 성과평가를 위한 메타데이터라는 제한된 영역에 초점을 맞추고 있다는 점이다. 따라서 향후 본 연구의 적용분야와 대상의 확장 및 검증에 위한 더 많은 연구가 필요할 것이다. 또한 본 연구에서 제시한 기능적 요건을 충족하는 것으로, 연구 성과평가 메타데이터의 주요 기능별로 적절한 메타데이터 표준을 적용한 새로운 어플리케이션 프로파일의 개발 및 적용이 뒤따라야 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

- 기획재정부. 2011. e-나라지표. 정부 연구개발(R&D) 예산, 지표 상세화면 [cited 2010. 11.7].  
 <[http://www.index.go.kr/egams/stts/jsp/potal/stts/PO\\_STTS\\_IdxMain.jsp?idx\\_cd=1330](http://www.index.go.kr/egams/stts/jsp/potal/stts/PO_STTS_IdxMain.jsp?idx_cd=1330)>.
- 기획재정부. 2011. 『2011년도 국가연구개발사업 자체평가 지침(안)』. 서울: 기획재정부.
- 김상현 1991. 『객관적 R & D결과, 평가기법 개발 연구』. 대전: 한국에너지기술연구원.
- 김판준. 2010. 연구정보를 위한 보존 메타데이터 요소 개발에 관한 연구. 『정보관리학회지』, 27(4): 169-191.
- 교육과학기술부. 2011. 『교육과학기술부 소관 연구개발사업 성과관리업무 매뉴얼(안)』. 서울: 교육과학기술부.
- 남영광, 서태실, 황상원. 2005. ISO/IEC 11179에 따른 산업기술정보 메타데이터 표준화. 『정보관리연구』, 36(1): 57-75.
- 최태진. 2007. 『국가연구개발사업의 유형별 성과 분석을 통한 전략적 연구관리 체계 구축에 관한 연구』. 박사학위논문, 건국대학교.
- 황의인 등 10인. 2004. 『특정연구개발사업 특허 등 연구성과의 체계적 관리방안에 관한 연구』. 서울: 과학기술부.
- Caplan, P. 2003. *Metadata Fundamentals for*

- all Librarians*. Chicago: ALA.
- \_\_\_\_\_. 2009. Understanding PREMIS. [cited 2010.10.11].  
<<http://www.loc.gov/standards/premis/understanding-premis.pdf>>.
- Cohen, Wesley M. and Daniel A. Levinthal. 1989. "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D." *The Economic Journal*, 99(397): 569-596.
- Day, M. 2004. Institutional repositories and research assessment. Project Report. UKOLN, University of Bath. [cited 2011.8.1].  
<<http://opus.bath.ac.uk/23308/1/eprintsuk-rae-study.pdf>>.
- \_\_\_\_\_. 2010. Models for integrating institutional repositories and research information management systems. *Position paper for the Workshop on CRIS, CERIF and Institutional Repositories, CNR, Rome, 10-11 May 2010*. [cited 2011.9.11].  
<<http://www.ukoln.ac.uk/rim/dissemination/2010/day-position-paper.pdf>>.
- euroCRIS. 2010. CERIF 2008-1.1 FDM: Model Introduction and Specification. [cited 2010.9.7].  
<[http://www.eurocris.org/Uploads/Web%20pages/CERIF2008/CERIF2008\\_1.1\\_FDM.pdf](http://www.eurocris.org/Uploads/Web%20pages/CERIF2008/CERIF2008_1.1_FDM.pdf)>.
- Hodge, G. 2001. Metadata Made Simpler. NISO Press. [cited 2011.9.11].  
<[http://www.ncsi.iisc.ernet.in/raja/is214/214-2001-2002/Metadata\\_Bklt.pdf](http://www.ncsi.iisc.ernet.in/raja/is214/214-2001-2002/Metadata_Bklt.pdf)>.
- JISC. 2010. Research Information Management: Towards a common standard for exchanging research information. [cited 2011.10.8].  
<<http://www.jisc.ac.uk/publications/briefingpapers/2010/bpexriv1.aspx#downloads>>.
- Key Perspectives Ltd. 2009. A Comparative Review of Research Assessment Regimes in Five Countries and the Role of Libraries in the Research Assessment Process. Report commissioned by OCLC Research. [cited 2011.8.5].  
<<http://www.oclc.org/research/publications/library/2009/2009-09.pdf>>.
- Lagoze, Carol, H. Van de Sompel, Michael L. Nelson, Simeon Warner, Robert Sanderson, and Pete Johnston. 2008a. Object Re-Use & Exchange: A Resource-Centric Approach. arXiv:0804.2273v1. [cited 2011.7.15].  
<<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0804/0804.2273.pdf>>.
- \_\_\_\_\_. 2008b. ORE Specification-Abstract Data Model. [cited 2011.8.1].  
<<http://www.openarchives.org/ore/1.0/datamodel>>.
- \_\_\_\_\_. 2008c. ORE User Guide-Primer. [cited 2011.7.15].  
<<http://www.openarchives.org/ore/1.0/primer.html>>.
- MacColl, John. 2010. Research Assessment and the Role of the Library. Report

- produced by OCLC Research. [cited 2011.8.5].  
 <<http://www.oclc.org/research/publications/library/2010/2010-01.pdf>>.
- NISO. 2004. Understanding Metadata. NISO Press. [cited 2011.9.11].  
 <<http://www.niso.org/publications/press/UnderstandingMetadata.pdf>>.
- Open Archives Initiative. [cited 2011.7.15].  
 <<http://www.openarchives.org/>>.
- Pepe, A., M. Mayernik, C. L. Borgman, and H. Van de Sompel. 2010. "From artifacts to aggregations: Modelling scientific life cycles on the Semantic Web." *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(3): 567-582.
- PREMIS Working Group. 2005. Data Dictionary for Preservation Metadata: Final Report of the PREMIS Working Group. [cited 2011.9.11].  
 <<http://www.oclc.org/research/activities/past/orprojects/pmwg/premis-final.pdf>>.
- Rogers, N., Lesly Huxley, and Nicky Ferguson. 2009. Exchanging Research Information in the UK. [cited 2011.10.15].  
 <[http://ie-repository.jisc.ac.uk/448/1/exri\\_final\\_v2.pdf](http://ie-repository.jisc.ac.uk/448/1/exri_final_v2.pdf)>.
- UKOLN. 2010. Research Information Management in the UK: CERIF and metadata alignment. [cited 2011.10.10].  
 <<http://www.ukoln.ac.uk/rim/dissemination/2010/rim-cerif.pdf>>.
- Van de Sompel, H. Van de, Carl Lagoze, and Michael L. Nelson. 2007. Open Archives Initiative Object Re-Use & Exchange. [cited 2011.10.20].  
 <<http://elag2007.upf.edu/papers/sompel.pdf>>.
- Van de Sompel, H., Carl Lagoze, Michael L. Nelson, Simeon Warner, Robert Sanderson, and Pete Johnston. 2009. Adding eScience Assets to the Data Web. *Proceedings of Linked Data on the Web (LDOW2009) Workshop*. [cited 2011.10.20].  
 <[http://events.linkedata.org/ldow2009/papers/ldow2009\\_paper8.pdf](http://events.linkedata.org/ldow2009/papers/ldow2009_paper8.pdf)>.