

4차 산업혁명 핵심기술을 활용한 기후변화 대응 전략 연구 - 빅데이터를 중심으로

최경호



4차 산업혁명 핵심기술을 활용한 기후변화 대응 전략 연구

- 빅데이터를 중심으로 -

A Study on Strategies for Responding to Climate Change Using Core
Technologies of the 4th Industrial Revolution
- focusing on Big Data-

연구책임자 : 최경호(부연구위원)
Choi, Kyung-Ho

2017. 11. 15.

요약문

I. 배경 및 목적

- ▶ 4차 산업혁명이라는 표현 자체의 적절성 여부에 대해서는 이견이 있을 수 있지만 그것이 예견하는 변화가 머지않아 보편적으로 확산되고 우리의 삶을 유의미한 방향으로 변화시킬 것이라는 것에 대해서는 부정하기는 쉽지 않음
- ▶ 기후변화는 실존하는 위협이 될 수 있는 동시에 비즈니스 기회가 될 수 있음을 인식해야 함. 인공지능, IoT, 빅데이터 분석 등 4차 산업혁명 핵심기술을 기후변화 대응에 있어 활용할 수 있는 전략에 대해 연구하고, 4차 산업혁명이 본격화되는 시점에 앞서 기술의 활성화를 위해 논의되어야 할 규제완화, 개인정보보호 등의 제도적 쟁점을 예측해보고, 필요시 정책방향 제시·입법지침 등을 제공할 수 있다는 점에서 그 연구의 가치가 있음
- ▶ 빅데이터에 관한 논의를 담고 있는 기존의 다수 연구물과 달리 기후변화 프레임에서 이들의 연구와 구별하여 접근
 - 기후변화 데이터의 복잡성 및 기후 변수 등이 고려되어야 함
 - 빅데이터 실무자는 데이터 기술을 본격적으로 사용하기 전에 탐색적 데이터 분석이라는 단계를 통해 데이터의 가변성과 복잡성을 이해해야 하는데, 탐색적 데이터 분석은 기후 과학과 같이 데이터 과학자들과 데이터 수집 과정이 멀리 떨어져 있는 분야에서는 특히 더욱 중요

II. 주요 내용

▶ 4차 산업시대 핵심기술의 활용에 대한 일반적인 접근이 아니라 기후변화라는 프레임하에서 동 기술의 활용 촉진에 필요한 실효성 있는 전략 연구 및 관련 결과물 도출

- 기후변화 대응 관련 신기술을 4차 산업혁명 기술과 구분하여 접근
 - 기후변화 대응을 위한 여러 가지 신기술중 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능을 기반으로 하는 기술 등 4차 산업혁명을 기반으로 하는 기술이 포함됨
 - 지구 시스템은 상호작용하며 기후에 영향을 주는 수많은 변수들로 구성되어 있는데, 주요 변수들은 다양한 기술을 사용하여 모니터링되지만 일부 변수들은 아예 관측되지 않을 수도 있음. 가장 중요한 지구과학 변수들을 정량화하려는 시도는 진행되고 있으며 우리의 기후변화 빅데이터 생성 및 관리에서도 이러한 점이 고려되어야 할 것임
 - 또한 본문에서 살펴보았듯이 기후변화 빅데이터의 공감력 향상에 주목을 해야 함. 기후변화 빅데이터 처리에 있어 인간의 학습방식과 다른 방식의 처리가 필요하며, 방대한 양의 정보, 즉 빅데이터는 인간의 정보 접근 및 학습방식과는 다르다는 점을 전제하고 이를 보완하려는 작업이 필요
 - 그 밖에도 본 보고서에서는 빅데이터의 활용 전략으로 “기후변화 빅데이터의 중립성 확보”, “기후변화 빅데이터의 실시간 처리와 제공”, “지능정보 기반의 사전예방적 관리 가속화”, “체감형근린데이터의 활용 전략” 등의 중요성과 접근 방법을 제시

- ▶ 유엔 Big Data Climate Challenge, 기후스마트 농업빅데이터 (Climate-Smart, Site-Specific Agriculture), 그린버튼 이니셔티브(미국 캘리포니아) 등 기후변화 대응에서 빅데이터가 활용되고 있는 주요 사례를 소개함으로써 참고할 수 있는 유형 모델을 제시
- ▶ 지구온난화 극복을 위해서는 친환경에너지 패러다임을 위한 신기술 개발도 중요하지만 빅데이터의 활용은 현재 사용되고 있는 에너지원의 효율적 사용을 통해 온실가스배출을 감축시키는 것도 함께 고려되어야 함
 - 에너지원의 효율적 사용을 통하여 발생할 수 있는 온실가스의 양을 최소화하고 이러한 과정에서 센서, IoT, 빅데이터 등을 활용하여 불완전연소를 상황을 줄이고 완전연소상태를 만드는 것은 에너지 효율적 사용환경 조성에 도움이 됨
 - 본문에서는 저탄소녹색성장기본법 및 도시교통정비촉진법에 빅데이터 등 4차 산업 핵심기술 활용촉진을 위한 개정안을 제시하였음
 - 「저탄소녹색성장기본법」 제27조는 “정부는 에너지 절약, 에너지 이용효율 향상 및 온실가스 감축을 위하여 정보통신기술 및 서비스를 적극 활용하는 다음 각 호에 대한 시책을 수립·시행하여야 한다”고 규정하고 있음
 - 동법 동조 제4호 “정보통신 연계 빅데이터(대용량의 정형 또는 비정형의 데이터셋트를 말한다) 기술 개발 촉진”을 추가하여 정보통신 연계 빅데이터 기술 개발 촉진 관련 기술의 활용을 유도할 수 있음
 - 「도시교통정비촉진법」 교통시설의 정비를 촉진하고 교통수단과 교통체계를 효율적으로 운영·관리하는 차량의 불필요한 공해전을 줄일 수 있고 이는 온실가스 배출 감축으로 연결됨
 - 목적조항에 온실가스 감축을 적시함으로써 동법 및 그 하위법령에 이행을 위한 근거를 마련함

Ⅲ. 기대효과

- ▶ 4차 산업시대 핵심기술의 활용에 대한 일반적인 접근이 아니라 기후변화라는 프레임하에서 동 기술의 활용 촉진에 필요한 실효성 있는 전략 연구 및 관련 결과물 도출

- ▶ 주제어 : 기후변화대응, 4차 산업혁명 핵심기술, 기후변화 빅데이터, 도로교통정비촉진법

Abstract

I. Background and Objectives

- ▶ There may be disagreements about the appropriateness of the expression of the Fourth Industrial Revolution, but it is not easy to deny that the foreseeable change by the 4th Industrial Revolution will universally widespread and change our lives in meaningful ways.
- ▶ Recognize that climate change can be both a real threat and a business opportunity. This research studies strategies to utilize key technologies of the fourth industrial revolution such as artificial intelligence, IoT, and big data analysis to cope with climate change. And this research can provide policy directions and legislative guidelines
- ▶ Unlike many previous researches that had discussed Big Data, this research deeply discuss Big Data in the framework of climate change
 - Climate change data complexity and climate variables should be considered.
 - Big data practitioners need to understand the variability and complexity of data

II. Outline

- ▶ Rather than a general approach to the utilization of core technology in the 4th industrial age, it is necessary to conduct effective strategy research and promote utilization of the technology under the framework of climate change

- Including technologies based on the Internet of things, big data, and artificial intelligence.
- The Earth system is made up of a number of variables interacting and influencing the climate
- ▶ Introducing the major cases where Big Data is being used in responding to climate change such as UN Big Data Climate Challenge, Climate-Smart, Site-Specific Agriculture and Green Button Initiative (California, USA)
- ▶ In order to overcome global warming, it is important to develop new technologies for environment-friendly energy paradigm. However, the use of Big Data should also consider reducing greenhouse gas emissions through efficient use of currently used energy sources.
 - Minimizing the amount of greenhouse gas that can be generated through efficient use of energy source
 - Proposing an amendment to promote the use of core technologies such as Big Data in the Low Carbon Green Growth Basic Law and Urban Traffic Maintenance Promotion Act

III. Expected Impact

- Rather than a general approach to the utilization of core technology in the 4th industrial age, it is necessary to conduct effective strategy research and promote utilization of the technology under the framework of climate change.

- ▶ Key Words : Climate change response, the fourth industrial revolution key technology, climate change big data, road traffic improvement promotion law

목차

4차 산업혁명 핵심 기술을 활용한
기후변화 대응 전략 연구

korea legislation research institute

요 약 문 3
 Abstract 7

제1장 서론 / 15

제1절 연구의 필요성 및 목적 17
 제2절 연구의 방법과 범위 21

제2장 4차 산업혁명 핵심기술 기후변화 대응 분야 활용 / 23

제1절 기후변화 관련 4차 산업혁명 핵심기술 25
 1. 개 관 25
 2. 빅데이터 27
 3. 사물인터넷 28
 4. 인공지능 29
 제2절 4차 산업혁명 핵심기술 기후변화 대응 분야 활용(국외 동향) 30
 1. 개 관 30
 2. 유엔 Big Data Climate Challenge(2014) 31
 3. 유엔 Data for Climate Action(2017) 34
 4. 아세안 재난관리에 관한 인도적 지원 조정센터 (AHA 센터) 36
 5. 미국 알티미터 그룹(Altimeter Group) 스마트그리드 36
 6. 그린버튼 이니셔티브(미국 캘리포니아) 37
 7. 카본풋프린트(구글) 39
 8. 수송·교통 분야에서의 빅데이터 활용(중국) 39
 9. 태양광 빅데이터 연계 활용(중국) 40

제3절 4차 산업혁명 핵심기술 기후변화 대응 분야 활용(국내 동향)	41
1. 국민건강영향평가에서의 기후변화 빅데이터 활용	41
2. 기후변화취약계층 관리에서의 활용	42
3. 재난재해에 있어 기후변화빅데이터 활용	42
4. 스마트시티 코리아에서의 빅데이터 활용	43
5. 환경분야 빅데이터 활용 추진 대상	44
제4절 소 결	44

제3장 기후변화 빅데이터 활용 전략 / 47

제1절 기후변화 빅데이터 활용에 있어 문제점	49
1. 기후변화 빅데이터 복잡성	49
2. 기후변화 빅데이터 변수	49
3. 기후변화 빅데이터 현상 정의(definition) 문제	50
제2절 기후변화 빅데이터 활용 전략	51
1. 기후변화 변수 및 편향성 극복	51
2. 기후변화 빅데이터 공감력 향상	52
3. 기후변화 빅데이터의 중립성 확보	52
4. 기후변화 빅데이터의 실시간 처리와 제공	53
5. 지능정보 기반의 사전예방적 관리 가속화	54
6. 빅데이터 기반 에너지 효율적 사용에 따른 온실가스 배출 감축	54
7. 환경산업 혁신을 통한 고부가가치 창출 기대	55
8. 체감형근린데이터 활용 확대	55

목차

4차 산업혁명 핵심기술을 활용한
기후변화 대응 전략 연구

korea legislation research institute

제3절 관련 법제 및 개선방안	56
1. 개 관	56
2. 빅데이터활용의 촉진	56
3. 기후빅데이터 활용 촉진법제	58
4. 기타 기후빅데이터 관련 법적 쟁점	60

제4장

결 론 / 67

참고문헌	73
------------	----

korea
legislation
research
institute

제1장 서론

제1절 연구의 필요성 및 목적

제2절 연구의 방법과 범위

제1장 서론

제1절 연구의 필요성 및 목적

4차 산업혁명이라는 표현 자체의 적절성 여부에 대해서는 이견이 있을 수 있지만 그것이 예견하는 변화가 머지않아 보편적으로 확산되고 우리의 삶을 유의미한 방향으로 변화시킬 것이라는 것에 대해서는 부정하기는 쉽지 않다.

다보스 포럼에서 4차 산업혁명이 화두로 던져진 이후 미국, 영국¹⁾, 일본, 독일, 중국²⁾을 포함 주요 국가에서는 미래 중심 동력으로 4차 산업혁명에서의 성패를 꼽고 있다.³⁾ 4차 산업혁명의 핵심 아젠다는 융합으로 가상성과 물리성의 융합을 통해 보다 나은 방향으로 문제해결이 가능하며, 인공지능, 빅데이터, IoT 등이 핵심 기술로 활용될 수 있다.

물리적인 세상은 더 가상화(virtualization)되어 가고 있으며, 가상화되어 간다는 것은 “첫째, 물리적인 세상의 다양한 상태가 정보로 변환(encoding), 수집된다는 것과 둘째, 물

1) 영국에서는 장기적계획하에 전력, 산업, 수송 전통적으로 온실가스가 많이 발생할 수 있는 분야에서 기술반영확대를 위한 모색을 하고 있다. Committee on Climate Change, Sectorial Scenarios for the Firth Carbon Budget, Technical Report (Nov. 2015).

2) 중국도 과학기술혁신을 통한 기후변화 대응에 많은 관심을 가지고 있다. “과기부(科技部), 환경부(环境部), 기상국(气象局)은 연합하여 《“11.3” 기후변화 과학기술혁신 전문항목 계획(“十三五”应对气候变化科技创新专项规划)》(이하 13.5계획)에 관한 통지를 2017년 4월 7일 발표했다. 13.5 계획에 따르면 기후변화의 근본적인 해결은 과학기술 혁신에 있다. 기후변화에 대응하기 위해서는 기후변화의 과정을 늦추고, 불확정성을 인지하고, 기후변화 영향 및 위험을 정확하게 평가하고, 서로 다른 산업, 영역의 배출 감축 기술을 연구개발하며, 탄소 고체화기술 및 적용기술 등이 필요하다.” 전문가자문(인천대학교 윤성혜 교수, 2017. 11. 7)

3) 4차 산업혁명은 미국, 일본, 독일 등 전통 강대국뿐만 아니라 덴마크와 같은 유럽의 중소국가도 규제완화 등 세계적 흐름에 동참하기 위한 노력을 하고 있다. 전문가회의(주한덴마크 대사관 에스퍼 비브-한센, 2017. 11. 6)

리적인 물체가 가상의 정보와 결합(embedding)되거나 정보의 영향을 받는다는 것⁴⁾을 의미한다.

외국의 경우도 4차 산업혁명 핵심기술의 활용이 증가하는 추세이다. 예컨대, 2015년 영국 사물인터넷 시장은 130억 파운드 규모에 달했으며, 동 시장은 2020년이면 160억 파운드 규모로 그 성장세가 가파를 것으로 전망된다.⁵⁾

영국의 경우 2015년 영국 기업의 30%가 업무 시 IoT를 활용했으며 2020년이면 활용도는 거의 절반에 가까운 43%에 달할 것으로 전망되고 있다.⁶⁾

사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등 4차 산업혁명 핵심기술을 활용이 국제사회 화두인 기후변화를 해결할 수 있는 중요한 수단이 될 수 있을 것이다.

차세대 산업에서는 센서가 데이터를 수집하여 빅데이터를 형성하고 모여진 데이터를 최적의 컨트롤로 효율적 에너지 사용을 통해 에너지 소모를 줄이는 방법을 찾는다. 이는 온실가스 배출 감축과 이에 따르는 기후변화 완화와 연결이 된다.

또한 기후변화 적응에서도 4차 산업혁명 핵심기술을 활용할 수 있다. 기후변화에 따른 문제발생 시 사후관리에의 활용보다는 사전예방을 통해 효율을 높일 수 있는 방향으로 개발이 진행될 것이며, 이를 통해 폭염, 한파 등의 예측 가능성을 높이고 피해를 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

4차 산업혁명 시대의 특징적 요소로 들 수 있는 것 중의 하나는 정보 수집원의 다양성이다. 누구나 쉽게 만들고 설치할 수 있는 센서와 통신이 연계되는 부품들이 저비용으로 판매되고 있으며, 과거에는 풍향이나 풍속, 미세 먼지량 등이 기상청이나 환경부에서만 측정하는 데이터로 알고 있었으나, 지금은 일반 가정이나 직장에서 기후나 미세먼지량을

4) 임일, 4차산업혁명 인사이트, 16, 17면, 더메이커 (2016)

5) 유자비, [글로벌워치]영국 IoT 산업...2020년 일자리 7만개 창출 기대, 뉴시스 (2017. 1. 15)

6) 박은경, 영국사물인터넷 산업 살펴보기, 코트라(2017. 1. 9), <https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/4/globalBbsDataView.do?setIdx=243&dataIdx=156430>(최종방문일:2017.10.31.)

측정할 수 있게 되었다.⁷⁾ 이러한 데이터를 연결시키면 전국도를 커버하는 기상네트워크가 만들어질 수 있을 것이며, 백업상에서 측정되는 데이터가 아닌 사람들이 활동하는 바로 그 장소에서 측정되는 체감형 “근린”데이터가 될 수 있다.⁸⁾

기존에 접근할 수 있는 기후변화 예상 모델과 전문가의 판단은 여러 가지 기후변화의 요인이 복합적으로 적용될 때 예상과 대응 한계에 부딪힐 수 있으며, 불확실한 조건에 따른 기후변화 유형을 인공지능적 분석을 통해 보다 신속하고 정확한 예측을 가능하게 할 수 있다는 장점이 있다.⁹⁾ 광범위한 데이터 수집을 위한 연결망과 인공지능을 통한 데이터분석 결과를 실시간으로 활용은 4차 산업혁명 기술중 그 핵심이라 할 수 있다.

기후변화 또는 관련 빅데이터를 가장 잘 활용하기 위하여는 일반데이터와 달리 기후변화(또는 관련) 데이터만의 특징 및 고유성이 함께 검토되어야 실효적인 접근이 가능하다. 일례로 기후현상의 복잡성 및 변수 등이 함께 검토되어야 하며 이는 기후변화데이터의 활용에 있어서도 어려움으로 존재하는 현실이다.¹⁰⁾

이를 위해 동 보고서는 타영역에서 활용되는 빅데이터와 달리 기후변화빅데이터가 가지는 특징 소개를 통하여 어떠한 접근이 필요한지에 대한 전략을 모색해본다.

빅데이터 실무자는 데이터 기술을 본격적으로 사용하기 전에 탐색적 데이터 분석이라는 단계를 통해 데이터의 가변성과 복잡성을 이해해야 하며, 방대한 데이터를 보유하고 있음에도 불구하고 기후변화 데이터는 끊임없이 변화하는 기상현상을 따라갈 수 있는 관측 시스템을 개발·유지해야 한다는 난제를 함께 하고 있다.

우리나라는 스마트그리드 핵심 기술개발을 위해 2030년까지 약 7조원의 R&D 투자를 계획 중에 있으며, 2010년에서 2012년 4,213억 원이 지원되었으며, 2013년에서 2020년까

7) 김동우, 기후기술과 4차 산업혁명, 국회기후변화포럼 정책심포지움 자료집, 29면(2017. 6. 14)

8) 김동우 전계 자료집, 29면.

9) 박미경, 4차 산업혁명, 기후변화 대응 패러다임 부상, 인터넷 환경일보 (2016. 11. 8), <http://www.hkbs.co.kr/news/articleView.html?idxno=408515>(최종방문일:2017.11.13.)

10) 기후변화 (또는 관련) 데이터의 활용에 관한 난제는 제3장에서 구체적으로 검토한다.

지 2단계 시기로 1조 8,622억 원을 투자할 계획에 있으며 3단계(2021-2030년)에는 4조 6,985억 원을 투자하여 정부와 민간이 매칭하여 기술개발에 투자할 계획에 있다.¹¹⁾

기후변화는 실존하는 위협이 될 수 있는 동시에 비즈니스 기회가 될 수 있음을 인식해야 한다. 인공지능, IoT¹²⁾, 빅데이터 분석 등 4차 산업혁명 핵심기술을 기후변화 대응에 있어 활용할 수 있는 전략에 대해 연구하고, 4차 산업혁명이 본격화되는 시점에 앞서 기술의 활성화를 위해 논의되어야 할 규제완화, 개인정보보호 등의 제도적 쟁점을 예측해보고, 필요시 정책방향 제시·입법지침 등을 제공할 수 있다.

<표 1> 본보고서 사용되는 중요개념 및 목적

본보고서에 사용되는 중요개념	
기후변화 대응 관련 4차 산업혁명 핵심기술의 의미	기후변화 대응의 개념
<ul style="list-style-type: none"> • 기존에 접근할 수 있는 기후변화 예상 모델과 전문가의 판단은 여러 가지 기후 변화의 요인이 복합적으로 적용될 때 예상과 대응 한계에 부딪힐 수 있으며, 불확실한 조건에 따른 기후 변화 유형을 방대한 데이터(빅데이터)를 인공지능적 접근을 통해 보다 신속하고 정확한 예측을 가능하게 할 수 있다는 장점이 있음 • 광범위한 데이터 수집을 위한 연결망(IoT: 사물인터넷)과 인공지능을 통한 데이터 분석 결과를 실시간으로 활용은 4차 산업 혁명 기술 중 그 핵심이라 할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 4차 산업혁명 핵심기술이 활용되는 대상 인 “기후변화 대응”에는 지구온난화의 주원인인 “온실가스 감축” 등 기후 변화 완화(mitigation) 적인 측면과 기후 변화 취약계층 지원 등 기후 변화 적응 (adaptation)모두를 포함

11) 박찬국·용태석, 스마트그리드 기술 및 시장 동향, 과학기술 및 연구개발사업 동향브리프, 1-8면 (2011. 6)

12) IoT는 전기 자동차, 에어컨, 온수기 등 전기제품을 모니터링 및 제어(예컨대, 특정시간대에만 전기 사용)하는데 전기 사용자 대다수가 디지털 스마트 미터기(계량기)를 보유하고 스마트 미터기는 소비자 및 가전제품에 전기를 사용할 때와 그렇지 않을 때 직접 신호를 전송할 수 있다.

본보고서에 사용되는 중요개념	
기후변화 대응 관련 4차 산업혁명 핵심기술의 의미	기후변화 대응의 개념

보고서의 목적	<ul style="list-style-type: none"> 4차 산업혁명시대 핵심기술의 활용에 대한 일반적인 접근이 아니라 기후변화라는 프레임하에서 동 기술의 활용 촉진에 필요한 실효성 있는 전략 연구 및 관련 결과물 도출 기후변화 대응을 위한 여러 가지 기술 중 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능을 기반으로 하는 기술 등 4차 산업혁명을 기반으로 하는 기술이 포함됨
------------	--

제2절 연구의 방법과 범위

본 연구의 수행은 ① 국내·외 문헌연구 및 국내외 주요기관의 온라인 홈페이지 활용한 자료수집, ② 국내·외 관련부처를 포함 연구원 내·외 전문가의 인적 네트워크를 활용하여 연구대상 자료 수집 및 확보한 후 동 자료를 분석하는 작업을 거친다.

본 연구의 범위는 다음과 같다.

본 연구는 4차 산업혁명 핵심기술 중 기후변화대응과 직·간접적인 영향이 있는 기술이 어떠한 것이 있는지를 살펴보고, 기후변화 대응에 있어 활용할 수 있는 전략에 대해 연구한다. 전략에는 기술적, 정책적, 제도적 쟁점을 포함하여 분석해보고, 필요시 정책방향 제시·입법지침 등을 제공한다.

4차 산업혁명 핵심기술이 활용되는 범위인 “기후변화 대응”에는 지구온난화의 주원인인 “온실가스 감축” 등 완화(mitigation)적인 측면과 기후변화취약계층 지원 등 적응(adaptation) 모두를 포함한다.

제2장

4차 산업혁명 핵심기술 기후변화 대응 분야 활용

제1절 기후변화 관련 4차 산업혁명 핵심기술

제2절 4차 산업혁명 핵심기술 기후변화 대응 분야 활용(국외 동향)

제3절 4차 산업혁명 핵심기술 기후변화 대응 분야 활용(국내 동향)

제4절 소 결

제2장

4차 산업혁명 핵심기술 기후변화 대응 분야 활용

제1절 기후변화 관련 4차 산업혁명 핵심기술

1. 개 관

스위스 세계경제포럼의 창립자이자 회장인 클라우스 슈밥 교수는 4차 산업혁명이라는 개념을 확산시킨데 기여한바 있다. 슈밥 교수는 2016년 초에 개최되었던 세계경제포럼(다보스 포럼)에서 그의 저서 ‘클라우스 슈밥의 제4차 산업혁명’의 주요 내용을 기초로 하여 제4차 산업혁명이라는 화두를 던져 한국은 물론이고 세계적인 주목을 받은 바 있다.

성장 가능성, 노동력의 위기, 파괴적 혁신, 고객 기대의 변화, 빅데이터를 활용한 품질 향상, 세계 체제의 개편, 불평등과 중산층, 휴먼 커넥션(Human Connection)과 공공 및 개인 정보 관리 등은 4차산업혁명이 가져올 수 있는 영향력을 설명해주는 키워드이기도 하다.¹³⁾ 4차산업혁명을 이끄는 기술로 물리학 기술, 디지털 기술, 생물학 기술을 설명하고 있으며 물리학 기술에는 무인운송, 신소재, 첨단 로봇공학을 들고 있으며, 디지털 기술로는 실물과 디지털의 연계를 가능하게 해주는 주요기술인 사물인터넷을 설명하고 있다.¹⁴⁾

13) 클라우스 슈밥(송경진 옮김), 클라우스슈밥의 제4차 산업혁명, 56-167면, 새로운 현재 (2016)

14) 클라우스 슈밥(송경진 옮김), 전계서, 36-53면.

온실가스 배출은 기후변화 주요원인중의 하나이다. 따라서 온실가스 배출 감축에 이바지할 수 있는 4차산업혁명 핵심기술이 기후변화 대응을 위한 4차산업혁명 핵심기술중 중요한 부분이라고 할 수 있다. 에너지 고효율화 전략으로 에너지 사용 패턴 등의 변화를 유도하는 데 활용될 수 있는 방법과 태양열 등 저탄소에너지원의 개발과 상용화를 들 수 있다. 본보고서 기후변화 관련 빅데이터 등을 활용하여 에너지의 효율적 사용 제고와 관련 방법에 대한 제안도 포함이 된다.¹⁵⁾

기후변화와 이에 따른 대응을 위한 미래 10대 필수 검토사항에 빅데이터, 모바일 앱, 신재생에너지, 고도의 프로그래밍, 사물인터넷(IoT), 오픈소스 개발, GPS를 이용한 실시간 매핑, 데이터 센터, 지구공학 등이 포함된다.¹⁶⁾

에너지신산업 또한 온실가스감축과 연동이 된다고 할 수 있다.¹⁷⁾ 아래는 8가지 에너지 신산업이다. 에너지신산업은 기후변화대응, 에너지 수요관리, 에너지 안보 등 에너지 분야의 주요 현안을 효과적으로 해결하기 위한 ‘문제 해결형 산업’으로서의 특성을 가진다.¹⁸⁾ 또한 새로운 형태의 비즈니스로서의 특성을 가지는데, 시장의 흐름에 맞추어 가용 가능한 신기술, 정보통신기술(ICT) 등을 신속하게 활용하여 사업화 하는 새로운 형태를 의미한다.¹⁹⁾ 에너지신산업은 편리한 에너지절약 방법과 이를 통한 경제적 이익을 국민들에게 줄 수 있으며, 기업에게는 새로운 비즈니스 기회를, 국가적인 입장에서는 효과적인 에너지수요관리와 온실가스 감축을 가져올 수 있다.²⁰⁾ 에너지신산업의 활성화를 위해 빅

15) 기후변화대응을 위한 친환경 기술에는 태양전지, 바이오에너지, 이산화탄소 포집·저장(CCS) 등이 포함된다. 이와 같은 기술은 광의의 의미의 기후변화 신기술에 포함되기도 한다.

16) 빅데이터와 IoT를 활용한 글로벌 기후변화 대응사례, 14면

17) 종래에는 에너지법과 환경법은 별개의 것으로 여겨지는 경향이 있었으나 기후변화 패러다임속에서는 두가지는 함께 검토되어야 한다. 기후변화정책은 환경정책이자 에너지정책으로 보아야 한다. 효율적 에너지 공급구조는 온실가스 감축과 연동될 수 있다. 허성욱, 기후변화시대의 에너지법, 241, 242면, 경제규제와 법제4권제1호(2011).

18) 산업통상부, 에너지신산업 정책브리핑,

http://www.motie.go.kr/motie/py/brf/motiebriefing/motiebriefing.do?brf_code_v=1#header(최종방문: 2017.10.21.)

19) 산업통상부, 에너지신산업 정책브리핑,

http://www.motie.go.kr/motie/py/brf/motiebriefing/motiebriefing.do?brf_code_v=1#header(최종방문: 2017.10.21.)

20) 산업통상부, 에너지신산업 정책브리핑,

http://www.motie.go.kr/motie/py/brf/motiebriefing/motiebriefing.do?brf_code_v=1#header(최종방문: 2017.10.21.)

데이터, 인공지능, 사물인터넷 등의 핵심기술이 활용이 되므로, 에너지신산업 활성화는 기후변화적응에 긍정적인 영향을 가져다 준다.

아래는 8대 에너지 신산업으로 4차산업 프레임이 소개되기 이전에 나온 것이나, 동 사업의 성공적인 발전을 위해 4차산업 핵심기술이 직·간접적 적용이 필요해 보인다.

<표 2> 8대 에너지 신산업²¹⁾

사업명	내용
수요자원거래시장	● 건물, 공장 등 절전설비를 활용, 절약한 전기를 모아 감축지시 또는 입찰해 전력시장 수익 창출
ESS통합 서비스	● 금융, 보험, 에너지관리기술을 묶어 ESS·EMS 등을 구축하고 유지·보수서비스도 제공
에너지 자립섬	● 발전단가가 높은 도서지역 디젤발전기를 ‘신재생+ESS’ 융합 마이크 로 그리드로 대체
전기자동차	● 전기자동차를 비롯해 충전 인프라, 배터리 리스 등을 포함한 생업 생태계 전반
발전수 온배수열 활용	● 화력발전소에 버려지는 온·배수열을 인근 농업, 수산업 등에 활용
태양광 대여	● 태양광 설비를 가정에 빌려주고 줄어든 전기요금 등으로 수익 창출
제로에너지 빌딩	● 단열 성능을 극대화하고 신재생에너지를 활용해 에너지 사용을 최소 화 하는 건축물
친환경에너지타운	● 주민 기피시설에 청정 기술을 적용하고 에너지를 공급해 주민 수익 모델 구현

<표 출처: IPnomics(2015. 12. 7)>

2. 빅데이터

각종 스마트기기들을 통해 생산되는 수많은 데이터들은 수집 및 중요한 정보로 가공되어 ‘빅데이터’라는 단어로 기술되고 있다.²²⁾ 센서의 분석기술로 지속적인 모니터링이 가능해지고 수집된 데이터의 질적·양적 증가가 확장되는 추세이다.

21) 양소영, 그림으로 보는 대한민국 ‘에너지신산업’, IPnomics (2015. 12. 7)

22) 임재규·김종익, 에너지부문 빅데이터 활용사례 조사 연구, 에너지경제연구원, 3-4면 (2014).

기술적인 측면에서 종래의 데이터 분석과 빅데이터 분석이 가장 다른 점은 빅데이터 분석은 대용량 데이터 처리, 혹은 실시간 데이터 처리가 많다는 점이다. 전통적인 데이터 분석에서는 잘 정리된 데이터를 데이터베이스에 저장하고 필요할 때 필요한 것을 찾아 쓰는 형태가 일반적이었으나, 데이터의 총량 확대는 새로운 접근의 필요성을 인식하게 해준다.²³⁾ 기업의 데이터는 수십, 수백 테라바이트에서 페타바이트에 이르기 까지 하는데, 1페타바이트는 약 1,000테라바이트를 의미한다.

이와 같은 대량정보처리를 위해 만들어진 기술로는 맵리듀스(Map reduce)가 대표적인데 데이터를 수많은 파일에 분산해서 보관하고 필요한 데이터를 뽑아 결합하는 방식을 취한다.²⁴⁾ 구글이 자신들의 대용량 데이터에 적합한 방법을 연구하는 과정에 개발한 방법으로 하둡(Hadoop)도 이러한 방식의 대표적 예라고 할 수 있다.

3. 사물인터넷

사물인터넷(Internet of Things: IoT)은 몇년전부터 그 사용이 증가되고 있는 용어로서 직역을 하자면 물건들이 인터넷을 통해 연결되는 것을 의미한다.²⁵⁾

사물을 인터넷에 연결하는데 필요한 하드웨어 비용은 시간이 지날수록 저렴해지고 있으며 강력한 프로세서를 가지고 있는 고사양 PC가 반드시 필요한 것도 아니며 간단한 센서로 감지되는 데이터를 유·무선의 방식으로 인터넷망으로 연결할 수 있는 장치로 충분하다.²⁶⁾

길거리에 있는 온도 센서, 빛 센서, 진동 센서, 소리 센서와 더불어 CCTV 등에 설치되어 있는 수많은 센서에서 기후변화, 기온변화, 길거리 미세먼지, 소음수준 등의 데이터를 장기적으로 수집함으로써 이를 바탕으로 도시계획에 반영할 수 있다.²⁷⁾ 이와 같이 일상 생활에 접목대면서 기후변화 대응에 활용될 수 있다.

23) 임일, 4차산업혁명 인사이트, 85면, 더메이커 (2016)

24) 임일, 전게서, 85면 이하.

25) 임일, 전게서, 132면.

26) 임일, 전게서, 136면.

27) 임일, 전게서, 136면.

4. 인공지능

인공지능은 필요한 조언 및 제언을 위해 과거의 상황을 통하여 학습하거나 복잡한 의사결정 과정을 자동화하여 보유하고 있는 데이터와 과거의 경험을 바탕으로 더욱 정확하고 빠르게 결정을 내릴 수 있는 기능을 의미한다.²⁸⁾

인공지능이 가지는 긍정적 영향으로는 데이터를 활용한 합리적 결정이 가능해지며 의사결정과정에 편견을 줄이는 등 비이성적 과열을 줄일 수 있다.²⁹⁾

인공지능의 부정적 영향으로는 책임소재, 의무, 거버넌스(governance)의 소재 파악이 어려워질 수 있다는 점이며, 일자리 감소 같은 인류 존재에 대한 위협을 염려할 수 있으며, 기능이 발달하는 과정에서 아직 완전한 인공지능의 기술이 확보되기 전에는 불안정한 알고리즘의 영향과 인간의 사고와 알고리즘 간의 마찰을 염려해야 할 수 있다.³⁰⁾ 물론 컴퓨터 연산기술을 바탕으로 하므로 해킹 등과 같은 사이버테러에 대한 대비는 늘 필요하다.³¹⁾

정부차원의 인공지능기술 개발에 대한 의지도 분명하다. 정부는 제2차 과학기술전략회의에서 4차 산업혁명에 대비한 핵심적인 기반기술로 분류되어 9대 국가전략 프로젝트중 하나로 인공지능을 선정하는 등 정부하에 인공지능(AI)을 집중 육성·투자 대상으로 하고자 한다.³²⁾ 정부는 AI전문기업과 전문인력을 2026년까지 각각 1,000개, 3,600명으로 늘려 AI핵심기술의 성장 및 자립기반 구축 목표로 하고 있으며, AI분야의 R&D예산은 '16년 919억원에서 '17년 4707억원으로 80.2% 증액하였다.³³⁾

28) 클라우드 슈밥(송경진 옮김), 클라우드슈밥의 제4차 산업혁명, 217면 이하, 새로운 현재 (2016)

29) 클라우드 슈밥(송경진 옮김), 전계서, 217면 이하.

30) 클라우드 슈밥(송경진 옮김), 전계서, 217면 이하.

31) 클라우드 슈밥(송경진 옮김), 전계서, 217면 이하.

32) 미래부 보도자료, 대한민국 미래 책임질 9대 국가전략 프로젝트 선정 (2016. 8. 19)

33) 전계 미래부 보도자료.

기후분야에서 인공지능 활용의 확대가 충분히 예상이 되는데 간략한 예를 들면 다음과 같다. 시각정보처리기능을 갖춘 인공지능을 통하여 날씨예측이 가능하고 이러한 데이터 및 예측치를 활용할 수 있다.³⁴⁾ 구름양에 따른 날씨 예상해보고, 사람의 추론방식을 인공지능을 주입하는 ‘딥러닝’을 통하여, 일단위, 주단위 기온변화를 예측하고 취약지점을 도출하여 기후변화에 따른 재난과 그 피해를 최소화 하는데 이용될 수 있다.³⁵⁾

제2절 4차 산업혁명 핵심기술 기후변화 대응 분야 활용(국외 동향)

1. 개 관

4차 산업혁명이라는 표현 자체의 적절성 여부에 대해서는 이견이 있을 수 있지만 그것이 예견하는 변화가 머지않아 보편적으로 확산되고 우리의 삶을 유의미하게 변화시킬 것이라는 점은 부정하기 어렵다. 사인 또는 기업의 개별적인 노력에만 의존하는 것은 충분하지 않으며, 국가 차원의 정책적·제도적 대응이 필요하다. 특히 스위스글로벌금융그룹(UBS, 2016)의 4차 산업혁명 준비수준 평가에서 세계 25위라는 기대 이하의 결과를 차지한 한국은 더욱 정확한 방향과 전략적인 수단으로 미래의 변화를 준비해야 한다.

전 세계가 4차 산업혁명이 가져다 줄 수 있는 경제적 이익분야 경쟁에 나서고 있다. 우리나라는 기술 경쟁력이 있지만 정책적 부분에서 뒷받침되지 못하고 있다는 지적이 있으며, 정책적 지원의 형태로 관련 산업에 대한 규제 완화가 포함된다.³⁶⁾ 이에 관련 분야의 외국의 주요 동향 분석이 필요하다.

기후변화대응을 위한 친환경 기술에는 태양전지, 바이오에너지, 이산화탄소 포집·저장(CCS) 등 다양한 신기술이 포함될 수 있으나 본 절에서는 종래의 연구와 특징을 보여

34) 기후변화 대응을 위한 4차 산업혁명기술, http://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/energy_issue/mail_vol63/pdf/issue_166_02_02.pdf(최종방문: 2017.10.21.)

35) Id.

36) 박미경, 4차 산업혁명, 기후변화 대응 패러다임 부상, 인터넷 환경일보 (2016. 11. 8), <http://www.hkbs.co.kr/news/articleView.html?idxno=408515>(최종방문일:2017.11.13.)

준다는 측면에서 데이터의 모임인 빅데이터, 데이터를 이어주는 사물인터넷, 그리고 인공지능 등 4차산업시대 핵심 기술이 어떻게 활용되고 있는지는 검토한다.

본 절에서는 제1절에서 살펴본 빅데이터, 사물인터넷, 인공지능 등이 어떻게 활용이 되어 온실가스 저감으로 이어질 수 있는 저탄소사회에 이바지 할 수 있는지를 외국의 사례를 통하여 검토한다. 또한 동 보고서에서는 기후변화 관련 빅데이터 등을 활용하여 에너지의 효율적 사용 제고의 필요성과 관련 방법에 대한 제안도 포함이 된다.

2. 유엔 Big Data Climate Challenge(2014)

(1) 개 관

유엔은 Big Data Climate Challenge를 통해 기후변화대응에 빅데이터 사용 활용을 촉진하고, 관련 우수사례를 발굴하기 위하여 공모를 하였다. 40개국 20개 분야에서 관련 모델이 제출되었으며, 2014년 9월 제안서가 발표된 바 있다.³⁷⁾

<표 3> Big Data Climate Challenge(2014) 제안 프로그램³⁸⁾

- “Climate-Smart, Site-Specific Agriculture (CIAT, 콜롬비아)”
- “Urban services monitoring (UrSMS, 인도)”
- “Big Earth Observation Data for Climate Change Research (중국)”
- “Using Big Data and Google Directions to show CO2 Emissions from Transport (마케도니아)”
- “Development under Climate Change (DUCC, 남아공)”
- “SmartSpaces” energy monitoring system (영국)”
- “Data and Computational Tools to Build Low-Carbon, Sustainable Energy Systems (버클리대학)”
- “Megacities Carbon Project (미국)”

37) United Nations Global Pulse, Big Data Climate Challenge 2014,
<http://www.unglobalpulse.org/big-data-climate-challenge-2014>(최종방문: 2017.10.31.)

38) Id.

(2) 콜롬비아: 기후스마트 농업빅데이터 (Climate-Smart, Site-Specific Agriculture)

“Climate-smart, site-specific agriculture”를 간략히 설명하면 다음과 같다. International Center for Tropical Agriculture(CIAT)의 장소특정빅데이터팀이 제안한 콜롬비아 쌀재배 농민의 판단도구(decision-making tool)로 활용할 수 있도록 하기 위해 제안된 프로그램으로 수확관련 모니터링된 데이터와 기후데이터, 기후예상, 농부의 조언 등을 종합하여 활용하는 빅데이터 프로그램이다.³⁹⁾

변화하고 복잡하며 극도로 다양한 기후는 라틴 아메리카의 농민과 식량 안보를 위해 극복해야 할 문제로 작용하고 있다. 실제로 콜롬비아의 기후가 쌀 농사와 관련 생산 변동성의 30-40%를 차지하고 있는 실정이다.⁴⁰⁾

농부의 의사 결정 과정을 지원하고 기후 변화의 영향에 대한 탄력성을 높이기 위해서 빅데이터를 활용하는 등 농업분야에 새로운 자문 서비스에 대한 새로운 접근을 제공하였다는 점에서 의의가 있다.⁴¹⁾

동 프로젝트는 양방향, 기후-현장 특화 관리 시스템(CSMS)을 개발하기 위해 정보통신 기술(ICTS)과 빅데이터를 활용하며, CSMS를 통해 농민들은 CSP(Climate-Smart Practices)에 관한 맞춤형 현장 특화 정보로 토양, 작물 관리 및 생산에 대한 자체 생성 데이터를 제공 할 수 있으며, crowdsourcing 및 보조 데이터베이스가 활용된다.⁴²⁾

동 프로젝트는 양방향, 기후-현장 특화 관리 시스템(CSMS)을 개발하기 위해 정보통신 기술(ICTS)과 빅데이터 원칙의 새로운 사용을 지원하는 것을 목표로 한다.

39) United Nations Global Pulse, Big Data Climate Challenge 2014, <http://www.unglobalpulse.org/big-data-climate-challenge-2014>(최종방문: 2017.10.31.)

40) CCAFS, Big Data for climate-smart agriculture

41) CCAFS, Big Data for climate-smart agriculture

42) CCAFS, Big Data for climate-smart agriculture, <https://ccafs.cgiar.org/big-data-climate-smart-agriculture#WgasULmweUI>(최종방문: 2017. 10. 31)

(3) 미국 버클리대학: 저탄소, 지속가능한 에너지 시스템 개발(“Data and Computational Tools to Build Low-Carbon, Sustainable Energy Systems”)

개인 및 지역사회에 탄소배출량 정보제공을 위한 시스템 구축을 목적으로 추진되었으며, 데이터 시스템(CoolClimate) 및 평가모델(SWICH)을 개발하였다. 탄소배출량, 에너지 사용량을 실시간 계산하고 평가하는 시스템을 구축하기 위해 빅데이터 활용하였다.⁴³⁾ 동 빅데이터를 위해 건물, 운송수단, 생산설비 등 모든 에너지원으로부터 데이터 수신하였다. 비용, 정책 시나리오에 따른 경제적, 환경적 영향을 분석하는 모델 구축을 구축하였으며 매분, 매시간 수집되는 자료로 미래의 에너지 수급전망치 산출기 위해 빅데이터를 활용하였다.

(4) 남아공: 요인 통합분석 시스템 구축 (“Development under Climate Change(DUCC): An Application to South Africa”, UNU-WIDER)

동 프로그램은 남아공에 추진한 시범사업으로 기상, 경제, 산업 등 요인별 연계 분석프레임(SACRED)을 개발하였다. 이를 위해 온실가스 감축 시나리오별로 367개의 기상변수를 모형에 적용하여 분석하였으며, 실시간 수집되는 기상변수를 습윤(wetter) / 건조(drier) 변수로 구분을 위해 빅데이터를 활용하였다.⁴⁴⁾

또한 동 프로그램은 ‘50년 남아공 기후변화에 따른 경제적, 환경적 영향 분석 및 예측 결과 제공기 위해 8개국의 방대한 자료로 기본모형 구축 후 남아공 자료로 검증하는 방식의 빅데이터를 활용하였다. 분석결과 기후변화에 따라 ‘50년 남아공의 실질 GDP 성장률은 -3.8~0.3% 변화, 옥수수과 밀 생산성은 3.5~4.3% 감소할 것으로 전망하였다.⁴⁵⁾

43) United Nations Global Pulse, Big Data Climate Challenge 2014, <http://www.unglobalpulse.org/big-data-climate-challenge-2014>(최종방문: 2017.10.31.)

44) United Nations Global Pulse, Big Data Climate Challenge 2014, <http://www.unglobalpulse.org/big-data-climate-challenge-2014>(최종방문: 2017.10.31.)

45) United Nations Global Pulse, Big Data Climate Challenge 2014, <http://www.unglobalpulse.org/big-data-climate-challenge-2014>(최종방문: 2017.10.31.)

(5) EU: ICT를 활용한 Smartspace 조성사업 (“SmartSpaces: energy monitoring system in municipal buildings”, Birmingham city council)

EU 8개국 500개 건물의 에너지 소비량 모니터링 및 효율개선을 위해 추진이 되었으며 연간 생성되는 전기, 가스, 석유, 신재생 데이터 3,680만비트 이용 등 빅데이터 기술이 활용되었으며, 동 프로그램의 추진결과 일부 상가건물의 에너지 소비량은 기존대비 20% 까지 감축이 가능하였다.⁴⁶⁾

3. 유엔 Data for Climate Action(2017)

(1) 개 관

기후 변화 대응 데이터는 기후 변화에 대처하기 위하여 민간 부문의 데이터 과학 및 대용량 데이터를 활용하는 개방형 혁신 과제이다. 도전 과제는 사적 규모의 큰 데이터를 활용하여 기후 완화 및 적응에 대한 혁신적인 새로운 접근법을 파악하려 하고 있다.⁴⁷⁾

(2) 도전 영역

기후 행동 데이터는 유엔의 기후 변화에 관한 지속 가능한 개발 목표(SDG 13)와 관련된 세 가지 영역, 즉 기후 완화, 기후 적응 및 기후 변화와 더 광범위한 2030년 의제 사이의 연계를 목표로 하고 있다.⁴⁸⁾

기후 변화 대응 데이터에 참여하도록 선택된 연구원은 연구를 수행하는 데 4개월 소요를 예정하고 있다.⁴⁹⁾ 기후 변화 및 데이터 과학의 다양한 전문가 패널이 방법론, 관련성

46) United Nations Global Pulse, Big Data Climate Challenge 2014, <http://www.unglobalpulse.org/big-data-climate-challenge-2014>(최종방문: 2017.10.31.)

47) United Nations Global Pulse, Data for Climate Action, <http://www.unglobalpulse.org/data-for-climate-action>(최종방문: 2017.10.31.)

48) United Nations Global Pulse, Data for Climate Action, <http://www.unglobalpulse.org/data-for-climate-action>(최종방문: 2017.10.31.)

49) Id.

및 잠재적 영향에 따라 최종 제출물을 평가한 후 우승자는 2017년 11월에 발표할 예정이다. 전세계의 데이터 과학자, 연구원 및 혁신가는 2017년 4월 10일까지 ‘Data-ForClimateAction.org’에 제안서를 제출하고 이후 선정작업을 거칠 예정이다.⁵⁰⁾

(3) 데이터 제공 회사

스콜 글로벌 위협 기금(Skoll Global Threats Fund)의 지원과 Western Digital과의 파트너십을 통해 동 행사는 여러 산업체 및 국가의 다양한 기업들이 '데이터 자선 사업(data philanthropy)'을 통해 참여하도록 독려하고 있으며, 동 챌린지 프로그램을 위해 데이터를 제공하는 회사는 다음과 같다.⁵¹⁾

데이터 제공회사 ⁵²⁾
<ul style="list-style-type: none"> ● BBVA Data & Analytics: 금융 데이터 분석 회사 ● Crimson Hexagon: 기업용 소셜 미디어 분석 회사 ● Earth Networks, 날씨 및 번개 센서 네트워크 운영자 ● Nielsen, 세계적인 측정 및 분석 회사 ● Orange, 글로벌 통신 제공 업체 ● Planet, 지구 - 이미징(earth-imaging) 위성 네트워크 운영자 ● Plume Labs, 환경 데이터 과학 회사 ● Schneider Electric, 에너지 관리 및 자동화 분야의 글로벌 전문가 ● Waze, 무료, 실시간 커뮤니티 기반 트래픽 및 탐색 앱

(4) 데이터에 관한 철학

기업이 자신의 데이터 분석을 공공 부문과 공유하는 동시에 고객의 개인 정보와 경쟁 우위를 모두 보호할 수 있는 방법에 관한 연구가 필요하며 UN에서는 이러한 연구를 수행 중에 있다.⁵³⁾

50) Id.

51) Id.

52) Id.

53) Robert Kirkpatrick, Data Philanthropy: Public & Private Sector Data Sharing for Global Resilience

4. 아세안 재난관리에 관한 인도적 지원 조정센터(AHA 센터)

ASEAN 재난관리에 관한 인도적 지원 조정센터 (AHA 센터)는 ASEAN 회원국들과 유엔 및 국제기구들 간의 ASEAN 지역 재난 관리 및 긴급 대응을 위한 협력과 조정을 촉진하기 위한 정부간 기구이며, 동 센터는 2011년 11월 17일 ASEAN 10개 회원국(브루나이, 다루 살람, 캄보디아, 인도네시아, 라오스, 말레이시아, 미얀마, 필리핀, 싱가포르, 태국, 베트남)과의 인도네시아에 의해 설립되었다.⁵⁴⁾

AHA 센터의 기능으로는 위험 식별, 조기 경보 및 모니터링(RIEWM)을 수행으로 RIEWM은 영향을 받기 전에 위험과 위험을 식별하고 경고시간을 늘임으로써 자연 재해로 인한 삶의 손실과 재산 피해를 줄이는 것을 목표로 한다. AHA센터는 재해 모니터링 및 분석과 예상 결과 예측, 조기 경보 및 정보 보급 기능을 수행함에 있어 AHA 센터 기후변화 빅데이터의 분석이 필수적이다.⁵⁵⁾ 기후변화 빅데이터와 관련하여 재난 긴급 상황시 매일 상황 업데이트, 주간 지역 재해 정보 업데이트, 월간 지역 재해 정보 업데이트, 연간 지역 재해 정보 등을 제공한다.⁵⁶⁾

5. 미국 알티미터 그룹(Altimeter Group) 스마트그리드

미국 알티미터 그룹(Altimeter Group)은 전반적인 에너지 사용량을 시간과 장치 수준까지 자세히 모니터링, 효율성을 비교할 수 있는 서비스를 제공하고 있다.⁵⁷⁾ 이웃과 에너지 효율성을 비교할 수 있는 의사결정 측면의 서비스를 제공하는데, 에너지 효율성이 이웃에

<https://www.unglobalpulse.org/blog/data-philanthropy-public-private-sector-data-sharing-global-resilience>(최종방문일: 2017.10.31.)

54) AHA Centre, About AHA Centre, <http://ahacentre.org/history/>(최종방문일: 2017.11.13.)

55) AHA Centre, Monitoring and Analysis, <http://ahacentre.org/history/>(최종방문일: 2017.11.13.)

56) AHA Centre, Monitoring and Analysis, <http://ahacentre.org/history/>(최종방문일: 2017.11.13.)

57) Julie Sartain, IT가 기후변화에 주목해야 하는 이유, 그리고 'IoT'의 무한 가능성, Network World, 2014. 2. 4, <http://www.ciokorea.com/interview/23969?page=0,2>(최종방문일: 2017.11.13)

비해 낮은 경우, 빈방의 조명을 끄는 방식으로 에너지 사용량을 줄일 수 있다.⁵⁸⁾ 스마트 그리드를 운영키 위한 스마트 계량기를 통한 빅데이터 수집은 주목받고 있는 분야이며, 에너지 관리를 위한 데이터 분석이라는 새로운 비즈니스 장르를 만들 수 있다.

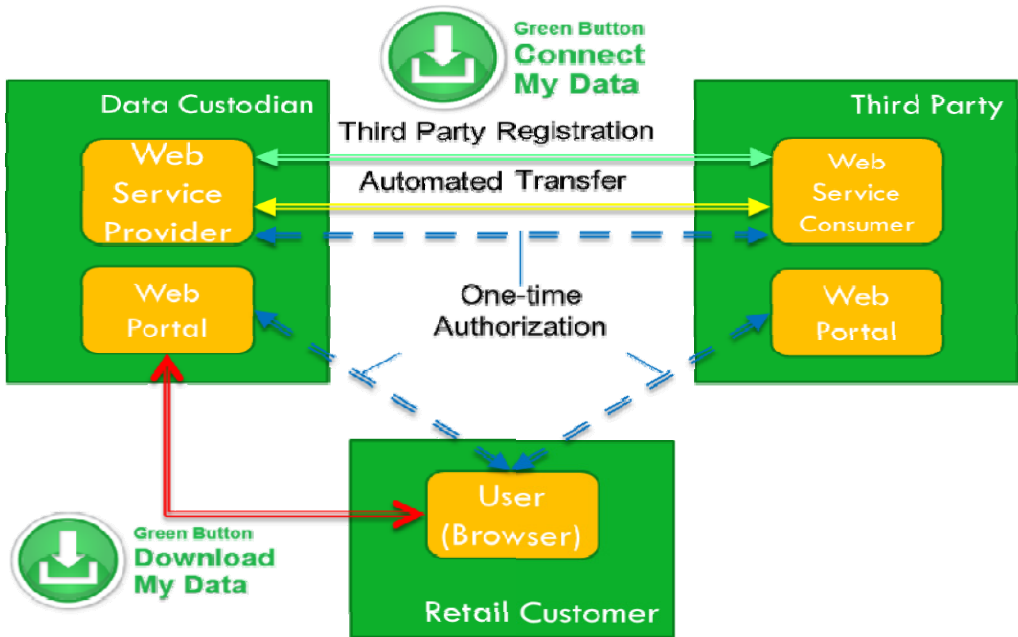
6. 그린버튼 이니셔티브(미국 캘리포니아)

「그린버튼 이니셔티브(Green Button Initiative)」는 전기 및 자연·소비자·컴퓨터 친화적인 형식으로 전기사용자가 에너지 사용정보에 쉽고 안전하게 접근할 수 있도록 하는 프로그램이다.⁵⁹⁾ 미국은 그린버튼 이니셔티브를 2012년 1월부터 공식적으로 시행하고 있으며 동 이니셔티브는 소비자가 자신의 전력소비 데이터에 수월하게 접근할 수 있도록 온라인상에서 한 번의 클릭으로 소비자들이 자신의 에너지소비 데이터에 접속할 수 있는 플랫폼을 제공하고 있다.⁶⁰⁾

58) Id.

59) Green Button Data, <http://www.greenbuttondata.org/>(최종방문일: 2017.10.31.)

60) 임재규·김종익, 에너지부문 빅데이터 활용사례 조사 연구, 에너지경제연구원, 44면 (2014).



출처: Marty Burns, Getting To Know The Primary Use Cases of The Green Button API initiative

<그림 1> 그린버튼이니셔티브⁶¹⁾

효율적인 에너지 사용이 중요하나, 효율적인 에너지 사용에 관한 정확한 패턴을 파악하기 어려운 점을 극복키 위해 그린버튼이니셔티브는 에너지 사용자에게 에너지소비 데이터를 확인하고 활용할 수 있는 표준화된 시스템을 제공하고 있으며, 이를 통해 효율적 에너지 사용 방향으로 에너지 사용 패턴을 유도할 수 있다는 긍정적 기여가 있다.⁶²⁾

사용자는 직접 자신의 데이터를 확인할 수 있으며, 또한 자신의 절전관련 노하우를 불특정 다수와 공유가 가능한 플랫폼을 가지고 있다.⁶³⁾

61) Marty Burns, Getting To Know The Primary Use Cases of The Green Button API initiative, <https://www.programmableweb.com/news/getting-to-know-primary-use-cases-green-button-api-initiative/analysis/2016/12/09>(최종방문일: 2017. 10. 31)

62) 임재규 · 김종익, 에너지부문 빅데이터 활용사례 조사 연구, 46면(2014)

63) SG Insite vol10, p.7, 한국스마트그리드사업단(2014)

9개의 전력회사(에너지공급사) 및 천오백만명의 소비자의 참여로 2012년 시행된 그린 버튼은 현재 6천만 명의 전력 소비자가 참여하고 있으며, 캘리포니아주의 경우 6만 GWh 및 15GW의 전력과 2,290만톤의 온실가스를 감축할 수 있었다.⁶⁴⁾

7. 카본풋프린트(구글)

카본풋프린트의 확장 기능은 Google Maps, Bing Maps, Here Maps, Map Quest, Waze 등 맵 서비스에서 제안한 경로에서 운전하여 발생하는 총 CO2 배출량을 자동으로 추정하게 하여, 시간, 거리측면을 고려하여 예상되는 CO2 배출량을 포함하여 결과를 제공해주는 기능이다.⁶⁵⁾

버전 5.0.0부터 확장 기능은 ClearTrip, Expedia, Google Flights, HipMunk, PriceLine, SkyScanner, Travelocity, American Airlines, Delta, Lufthansa와 같은 여러 검색 엔진에서 열차 및 항공편의 CO2 배출량도 계산을 해주고 있다.⁶⁶⁾ 대기로의 이산화탄소 배출을 증가시키는 것이 지구 온난화의 주요 원인이 되고 있으며 특히, 운송 부문은 온실 가스 배출의 상당 부분을 차지하고 있는 실정으로 화석연료의 효율적 사용에 대한 다각적 접근이 필요하다.

8. 수송 · 교통 분야에서의 빅데이터 활용(중국)

운송 부문은 CO2 배출량 증가 속도가 빠른 주요 부문 중 하나인 것으로 나타나고 있다.⁶⁷⁾ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 정책 체크리스트 방법에 의한 탄

64) 한국전력공사 전력연구원, 고객의 전기사용정보 외부제공 시스템 구축, 10면(2017); 임재규 · 김종익, 에너지부문 빅데이터 활용사례 조사 연구, 46면(2014)

65) <https://chrome.google.com/webstore/detail/carbon-footprint-for-goog/ednfjjeaanokkjcgljbmamhlbkddcgh>(최종방문: 2017.10.31.)

66) <https://chrome.google.com/webstore/detail/carbon-footprint-for-goog/ednfjjeaanokkjcgljbmamhlbkddcgh>(최종방문: 2017.10.31.)

67) Yi Liang, Factors Affecting Transportation Sector CO2 Emissions Growth in China: An LMDI Decomposition Analysis, Sustainability (2017)

소 회계를 기반으로 한 중국의 운송 부문의 CO2 배출 과정을 가속화 할 수 있는 영향 요인을 정확하게 분석하기 위해 대수 평균 분모 Index (LMDI) 분해 분석 기술 및 수정 된 고정 성장률을 고려하여, 2001 년부터 2014 년까지 에너지 구조, 에너지 효율, 운송 형태, 운송 개발, 경제 발전 및 인구 규모 등 영향 요인 6 가지 영향을 정량적으로 분석 하였다.⁶⁸⁾

또한 대규모 빅데이터를 기반으로 하는 ‘AI 지능 대중교통 네비게이션’이 등장하기도 했으며 300개 이상의 도시의 7만개 이상의 대중교통 노선을 포함시켜 사용자가 외출할 때, 빅데이터 분석을 통해서 사용자에게 최적화된 대중교통과 노선을 선택할 수 있도록 도와준다.⁶⁹⁾

9. 태양광 빅데이터 연계 활용(중국)

중국은 기후변화 대응을 위한 정부의 주요 발전 방향 및 계획에서 빅데이터를 적극적으로 활용하고자 하며, 이러한 정책들은 각 산업 및 일상생활에 직접적으로 활용되고 있다.⁷⁰⁾ 예를 들어, “태양광 + 빅데이터”, 태양광열에너지와 빅데이터가 결합하여 도시의 친환경 발전으로 연결시키고 있다.⁷¹⁾

68) Id.

69) “智能公交导航引领绿色出行”(2016.08.09.), http://finance.ifeng.com/a/20160809/14713136_0.shtml(최종방문일: 2017. 11. 7)

70) 중국에서 기후변화분야에서의 빅데이터 활용에 대한 주요 논의는 다음과 같다. 전문가자문(인천대학교 윤성해 교수, 2017. 11. 7)

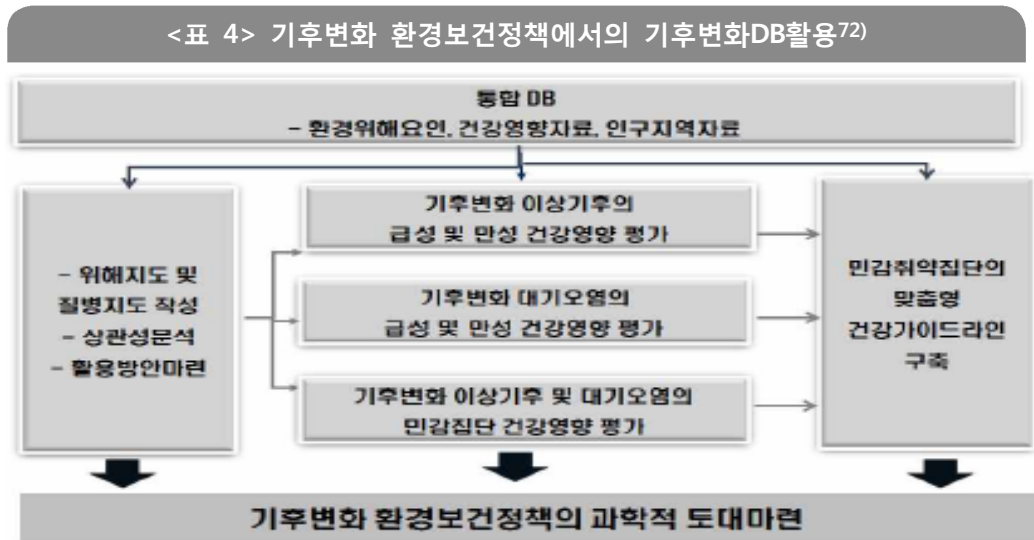
기후변화에 대응하기 위해서는 기후변화의 과정을 늦추고, 불확정성을 인지하고, 기후변화 영향 및 위험을 정확하게 평가하고, 서로 다른 산업, 영역의 배출 감축 기술을 연구개발하며, 탄소 고체화기술 및 적용 기술 등이 필요하다. 이를 위해서는 반드시 과학기술 혁신이 필요하다. 과학기술혁신의 구체적 목표는 새로운 관측기술, 자료동화 및 기술 융합, 전 지구 기후변화 빅데이터 플랫폼을 건설하는 것이다. 데이터와 모델개발에 관한 연구 보장을 위한 실행 방안으로 1)빅데이터를 활용한 기후분석 능력 강화와 2)기후의 변화 감지를 위한 다양한 모델을 개발하는 것을 핵심으로 하고 있다. 이 중에 빅데이터와 관련된 내용을 보면 다음과 같다.

세계수준의 기후변화 데이터 생산품 및 빅데이터 집성 및 분석기술 체계의 연구개발. 내륙과 해양 및 극지 등 서로 다른 지역에 대해 다양한 계층, 모든 요소, 많은 척도에 따른 관측 기술의 연구개발을 통해 주요 온실가스, 에어로졸, 눈과 얼음, 수자원 및 에너지 등 핵심 요소의 변화과정을 실시간 검측 한다. 다양한 데이터동화, 기술융합 발전을 통해 지구를 떠받치는 시스템 모방, 기후변화 영향 및 위험 평가 및 적응 연구와 관계된 데이터 생산품을 제작한다. 세계 빅데이터 연구 영역의 연구 성과를 충분히 받아들이고, 빅데이터 기술과 검측기술을 유기적으로 융합시키고, 클라우드 기술에 기반을 둔 기후변화 연구제도를 건립한다. 또한 국제수준의 빅데이터 집성 분석 기술 체계를 갖추도록 연구개발 할 것을 목표로 한다.

71) “太阳能+大数据”推动城市的绿色发展.”

제3절 4차 산업혁명 핵심기술 기후변화 대응 분야 활용(국내 동향)

1. 국민건강영향평가에서의 기후변화 빅데이터 활용



출처: 배현주 외, 국민건강보험 빅데이터 연계 기후변화 건강영향평가, 3면, 환경부(2015)

응급의료기관 기반 폭염 건강피해 감시시스템을 통하여 수집 가능한 자료를 바탕으로 온열질환자 발생현황을 파악하여 일 최고 기온과의 상관관계가 있으며, 예전대 폭염발생 지속일수가 2일 지속될 때와 3일 지속될때의 온열질환자 수가 평소에 비해 10배 급증하는 등 폭염기간에 따른 건강위험이 급격히 증가한다는 기후변화데이터분석을 기반으로 한 건강영향평가 수행된바 있다.⁷³⁾

<http://www.ccchina.gov.cn/Detail.aspx?newsId=56537&Tid=57%22%20title=%22%20%80%9C%E5%A4%AA%E9%98%B3%E8%83%BD+%E5%A4%A7%E6%95%B0%E6%8D%AE%E2%80%9D%E6%8E%A8%E5%8A%A8%E5%9F%8E%E5%B8%82%E7%9A%84%E7%BB%BF%E8%89%B2%E5%8F%91%E5%B1%95>(최종방문일: 2017. 11. 7)

72) 배현주 외, 국민건강보험 빅데이터 연계 기후변화 건강영향평가, 3면 이하, 환경부(2015)

73) 배현주 외, 전계 보고서, 146면 이하.

2. 기후변화취약계층 관리에서의 활용

기상이변취약계층 관리에도 빅데이터가 활용될 수 있다. 사회보장정보시스템을 활용하거나 사회보장정보시스템을 연계할 통한 이용이 가능하다. 사회보장기관장은 사회보장정보시스템을 활용하여 처리하고자 하는 정보 및 자료, 그 범위, 목적, 처리방식을 특정할 수 있다.⁷⁴⁾

기후변화취약계층 지원을 위한 통합시스템망 구축에도 유용하게 활용될 수 있는 모델이다. 폭염, 한파 등 기후변화 상황 및 관련 피해 사례를 세분화하여 데이터베이스화하고, 해당 유형에 따른 종래의 지원방법, 이에 따르는 시행착오사례, 이와 더불어 국내외 최적 대응사례를 종합분석하여 최적의 지원책을 세분화하여 매뉴얼하는 작업이 필요하다.⁷⁵⁾ 규제정책이 아니라 지원정책인 만큼 관련 빅데이터 생성에 있어서도 기후변화취약계층에 초점을 맞춘 원칙을 가지고 접근하여야 한다.⁷⁶⁾

3. 재난재해에 있어 기후변화빅데이터 활용

기후변화빅데이터가 재난재해대비에 활용되고 있다. 재난재해(태풍, 호우, 산사태, 폭염, 폭설) 관련 빅데이터 분석을 위해 언론보도와 소셜텍스트를 데이터 수집 대상으로 활용된바 있으며, 언론보도 데이터 확보를 위해 주요 일간지, 인터넷 뉴스 및 방송사(케이블 방송 및 종합편성 방송 포함)에서 생산된 재난재해 관련 정보를 수집하였다.⁷⁷⁾

74) 「사회보장급여의 이용·제공 및 수급권자 발굴에 관한 법률」제24조 제1항

75) 최경호, 기후변화취약계층 지원을 위한 법제 연구, 34면 이하, 한국법제연구원 (2016).

76) 이준서·윤혜선, 미국과 캐나다의 에너지 빈곤층 지원 법제에 관한 연구, 86-90면, 한국법제연구원 (2014).

77) 박철호외 7인, 기후변화-재난재해 빅데이터 분석, 31면 이하, 녹색기술센터(2015).

4. 스마트시티 코리아에서의 빅데이터 활용

스마트시티 코리아는 국내외 지리적 접근성이 뛰어난 인천광역시에 세계 최초 4차 산업혁명 기반의 첨단지식산업 허브조성을 비전으로 하고 있다. 스마트시티 코리아는 삶의 질 향상에 직접적 영향을 줄 수 있는 업무(Work), 창의(Create), 교육(Learn), 여가(Play), 주거(Live) 5가지 요소를 복합한 자족도시를 지향하고 있다.⁷⁸⁾ 스마트시티 코리아는 4차 산업혁명의 전진기지를 목표로 하며 ‘대규모 고용창출 및 청년 창업장려’, ‘지역경제 지속적인 발전 도모’, ‘지역에 경제적 혜택 최대화’, ‘산·학·연 협력의 도시 생태계 형성’, ‘환경에 최소의 영향을 미치는 새로운 도시 개발 모델’⁷⁹⁾ 제공을 목표로 하고 있다.⁸⁰⁾ 이 중 환경에 최소의 영향을 미치는 도시 개발 모델을 위해 4차 산업혁명 핵심기술 중의 하나인 빅데이터 활용이 필요하다.

도시에서 수집되는 데이터의 양이 급속히 증가하고 있다. 도시 정책 입안자들이 마주치는 장애물들은 주로 기술 그 자체에 있지 않고 실시간으로 수집되는 데이터 정보와 관리에 있다. 관련 연구에 따르면 기술 발전으로 다양한 환경에 관한 데이터가 수집되고 있고 이 데이터의 대부분은 특정 프로젝트 또는 이니셔티브를 위해 수집된다.

데이터 병합의 과정에 형태, 표준, 접근 및 조직 구조의 비호환성이 활용에 있어 어려움이 될 수 있다. 이러한 프로젝트 내에서 정부 부서에서 관련 소프트웨어 및 데이터 어플리케이션과 적절한 데이터 통합 및 분석이 없으면, 수집된 정보는 의사 결정자에게 적합한 지식으로 변환 될 수 없다는 점은 스마트시티에서 빅데이터 활용시 염두해 두어야 할 사항이다.⁸¹⁾

78) 스마트시티 코리아, <http://www.smart-city.kr/kor/smartCityKorea/selfSustainableCity.do>(최종방문: 2017.10.21.)

79) ‘환경에 최소의 영향을 미치는 새로운 도시 개발 모델’과 유사한 형태의 조성사업의 시도는 있었다. 일례로 지난 2014년부터 시범사업으로 시작한 친환경에너지타운과 같은 모델이 그 예에 해당한다. 친환경에너지타운 조성사업은 “환경기초시설에 주민수익 개념을 가미해 신재생에너지를 생산하고 주민 소득을 창출해 환경과 에너지 문제를 동시에 해결하는 모델이다.” 최경호, 친환경에너지타운 건설의 법 정책적 과제, 125면, 토지공법연구 제75집 (2016)

80) 스마트시티 코리아, <http://www.smart-city.kr/kor/smartCityKorea/ourImpact.do>(최종방문: 2017.10.31.)

81) Sarah Giest, Big data analytics for mitigating carbon emissions in smart cities: opportunities and challenges, p.941

5. 환경분야 빅데이터 활용 추진 대상

환경부에서는 4차산업혁명 주요기술인 빅데이터, IoT, 인공지능, 드론 등을 환경분야 데이터 관리·모니터링·서비스 제공 분야에 적용한 과제 발굴 및 가시적인 성과창출 추진중에 있다. 구축분야로는 데이터 통합, 예측기반 환경관리, 환경관리 효율화, 환경모니터링 고도화 등이 포함된다. 환경정보는 대기 및 수질, 폐기물, 자연·생활환경 등 매체별로 수집·관리 되고 있어 데이터의 정합성 확보 및 연계 활용 미흡한 실적으로 현재 환경부내 약 170개 정보시스템이 구축되어 있으나, 기관별로 분산 관리되고 있는 점이 있다.⁸²⁾ 따라서, 국가 측정망 등을 통해서 확보 중인 환경정보를 빅데이터하고 정보공유 차원에서 최종적으로 민간이 원하는 형태로의 데이터 실시간 공유·개방 실시, 창의성과 기술력을 바탕으로 하는 민간영역의 주도적 활용 지원을 계획하고 있다.

제4절 소 결

지구차원의 기후변화와 그것이 인간 생활에 미치는 영향은 우리 시대의 가장 큰 도전 중 하나가되고 있다. 전통적인 빅데이터접근법과 분리하여 접근하여야 하는 기후변화빅데이터 접근을 염두해야 한다. 이를 위해 데이터, 방법 및 애플리케이션 부분에서의 도전을 고려하며 접근하여야 하며 전통적인 빅데이터 기술에 의존하는 것이 의심스런 결과를 초래한다는 연구 결과를 강조한 연구가 있다.⁸³⁾

과학기술을 통한 기후변화 빅데이터에 대한 접근의 중요성과 더불어 검토되어야 하는 것은 동 데이터부터 통찰력을 추출하기 위한 결과해석 프로세스의 지속적인 연구가 필요하다.⁸⁴⁾ 다음장에서는 일반적인 빅데이터와 달리 기후변화 빅데이터가 가지고 있는 특징을 바탕으로 문제점 및 그 접근 방법을 어떻게 달리하여야 하는지를 분석한다.

-p.953, European Planning Studies, Vol. 25, No. 6 (2017).

82) 환경부 기후미래정책국, 4차 산업혁명 대응 방향 및 과제(안)(2017. 4)

83) James H. Faghmous and Vipin Kumar, A Big Data Guide to Understanding Climate Change, p155, Mary Ann Libert, Inc, Vol2, No3 (Sep. 2014)

84) Id.

또한 4차산업혁명 핵심기술 기후변화 대응 분야 활용에 관한 국내외 검토의 실익은 외국에서 활용중인 사항의 우리나라에서의 활용 여부이다. 그러한 측면에서 콜롬비아에서 시행하고 있는 농업에서의 기후스마트 농업빅데이터(Climate-Smart, Site-Specific Agriculture) 활용은 시사점이 있어 보인다. 또한, 외국에서의 교통분야에의 온실가스 감축을 위한 빅데이터의 활용은 주목할만한데, 교통분야에서의 활용을 위한 제안을 제3장 제3절에서 간략하게 서술하였다.

제3장 기후변화 빅데이터 활용 전략

제1절 기후변화 빅데이터 활용에 있어 문제점

제2절 기후변화 빅데이터 활용 전략

제3절 관련 법제 및 개선방안

제3장

기후변화 빅데이터 활용 전략

제1절 기후변화 빅데이터 활용에 있어 문제점

1. 기후변화 빅데이터 복잡성

빅데이터 실무자는 데이터 기술을 본격적으로 사용하기 전에 탐색적 데이터 분석이라는 단계를 통해 데이터의 가변성과 복잡성을 이해해야 하는데, 탐색적 데이터 분석은 기후 과학과 같이 데이터 과학자들과 데이터 수집 과정이 멀리 떨어져 있는 분야에서는 특히 더욱 중요하다.⁸⁵⁾ 현장, 원격감지 등 다양한 소스를 통해 수집될 수 있는 기후데이터의 장단점을 이해하고 분석에 들어가야 한다.

2. 기후변화 빅데이터 변수

방대한 데이터를 보유하고 있음에도 불구하고 기후변화 데이터는 끊임없이 변화하는 기상현상을 따라갈 수 있는 관측 시스템을 개발·유지해야 한다는 난제를 함께 하고 있다.⁸⁶⁾

85) 기후 데이터 소스는 현장, 원격 감지, 모델 출력, 고기후(古氣候)의 네 가지 소스로 구분되는데, 각 데이터 소스의 장단점과 용도는 서로 다르므로 데이터 기반 탐구를 수행하기 전에 이를 먼저 이해해야 한다. James H. Faghmous & Vipin Kumar, A Big Data Guide to Understanding Climate Change: The Case for Theory-Guided Data Science, p.157-158, BIG DATA (Sep. 2014)

86) Ben Cash, Climate Modeling and Big Data: Current Challenges and Prospects for the Future, <https://cra.org/wp-content/uploads/2015/08/Cash.pdf>(최종방문: 2017.10.31.)

Google의 검색 엔진 알고리즘이 지속적으로 변하는 것과 마찬가지로 관측 데이터, 특히 위성 및 기타 원격 감지 도구의 관측 데이터를 모니터링하고 처리하는 데 사용되는 계측기 및 알고리즘도 계속 변화하고 있다. 계측기와 데이터 처리 알고리즘의 변화는 이러한 데이터를 장기적인 기후 연구에 활용할 수 있을지 여부에 대한 의문을 제기할 수 있다.⁸⁷⁾

지구 시스템은 상호작용하며 기후에 영향을 주는 수많은 변수들로 구성되어 있는데, 주요 변수들은 다양한 기술을 사용하여 모니터링되지만 일부 변수들은 아예 관측되지 않을 수도 있다.⁸⁸⁾ 사회와 과학계는 대규모 환경 변수를 적용해 열대에서 발생하는 사이클론의 수를 예측할 수 있을 것인지 여부에도 많은 관심을 보이고 있지만 1970년대 후반 위성 모니터링이 일상화되기 전까지는 육상, 선박 또는 항공 정찰을 통해 관측되지 않으면 열대에서 발생하는 사이클론을 놓치곤 했다.⁸⁹⁾ 따라서 관측되는 기후변화의 현상들이 정밀화된 관측 시스템의 변화 때문인지 아니면 기후 변화로 인한 것인지는 불분명하다는 추론을 전혀 배제할 수 없는 입장이다.

3. 기후변화 빅데이터 현상 정의(definition) 문제

기후변화현상의 정확한 정의가 어렵고 데이터 수집원 마다의 통일적인 정의사용이 어려운 점은 데이터의 통합 및 활용에 어려운 점이 될 수 있다.

전통적인 데이터 과학의 큰 장점 중 하나는 학습 과제(회귀, 분류 등)를 명확히 정의할 수 있다는 점인데, 이에 비해 기후 과학에서는 목적함수를 정의하기가 더 어려운 편이다.⁹⁰⁾ 우선 가뭄은 농업 가뭄, 기상학적 가뭄, 수문학적 가뭄 등 그 종류가 매우 다양하지

87) 예를 들어, 과학계는 1940년대 중반 이후부터 열대에서 발생하는 사이클론이나 허리케인을 지속적으로 관측해왔고 해당 기간에 대한 방대한 양의 기후 데이터도 보유하고 있으나 이러한 데이터를 그대로 사용함에 있어 문제점이 있다. James H. Faghmous & Vipin Kumar, p.157-158.

88) James H. Faghmous & Vipin Kumar, p.158.

89) Id.

90) James H. Faghmous & Vipin Kumar, p.159, 160.

만 일반적으로는 ‘강수량의 장기 결핍 또는 뚜렷한 결핍’으로 정의할 수 있으나, 이와 같이 중요한 기후변화 현상인 가뭄에 대하여 데이터 기반 관점에서 볼 때 가뭄에 대한 정의는 모호하다고 할 수 있다.⁹¹⁾ 둘째, 가뭄에 대한 합의된 정의를 내리더라도 강수량의 “결핍”을 어떻게 표현할 것인지는 여전히 불분명한데 예컨대, 가뭄은 절대값 또는 상대값으로 정량화할 수 있으므로 어떤 데이터 표현을 선택하는가에 따라 결과가 달라질 수 있다.⁹²⁾

제2절 기후변화 빅데이터 활용 전략

1. 기후변화 변수 및 편향성 극복

지구 시스템은 상호작용하며 기후에 영향을 주는 수많은 변수들로 구성되어 있는데, 주요 변수들은 다양한 기술을 사용하여 모니터링되지만 일부 변수들은 아예 관측되지 않을 수도 있다.⁹³⁾ 가장 중요한 지구과학 변수들을 정량화하려는 시도는 진행되고 있다. 50가지 핵심 기후 변수(ECV)로, 이 변수들은 모두 편향성을 지니고 있다. 예를 들어, 지상 관측소에 의존하는 변수들은 공간 편향의 영향을 받거나 지상의 사회정치적 사건으로 인해 자주 이동해야만 할 수 있다.⁹⁴⁾

중요한 것은 이 데이터들이 서로 다른 소스에서 기인한 것이라고 하더라도 여전히 동일한 시스템의 일부로 반드시 서로 관련되어 있다는 사실을 인지하는 것이다. 이와 같이 이질적인 소스에서 얻은 데이터를 통합하는 방법에 관한 전략적 연구가 필요하다.

91) Id.

92) Id.

93) Id., p.158.

94) Id.

2. 기후변화 빅데이터 공감력 향상

기후변화 빅데이터 처리에 있어 인간의 학습방식과 다른 방식의 처리가 필요하다. 방대한 양의 정보, 즉 빅데이터는 인간의 정보 접근 및 학습방식과는 다르다는 점을 전제하고 이를 보완하려는 작업이 필요하다.

첫번째 문제는 방대한 정보가 인간의 학습 방식과 맞지 않는다는 점인데, 이는 본질적으로 인간은 비교적 적은 양의 분류되지 않은 데이터 샘플을 통해 학습한다. 물론(오감 등을 통한) 자극은 클 수 있지만 학습에 요구되는 노출이나 샘플의 양은 적은 편이다.⁹⁵⁾ 두번째 문제는 모든 것을 측정하는 거대한 데이터세트를 이용할 경우 해당 데이터가 어떤 목적으로 어떻게 수집되었는지를 이해하기 어려울 수 있다는 점이다.⁹⁶⁾ 반면 이를 정확히 이해하면, 이와 같은 데이터의 생성 방법, 목적 및 생성 과정에 대한 이해가 연구의 길잡이 역할을 한다는 것이고 둘째는 데이터에 내재된 편향성을 이해함으로써 이를 수정하거나 연구 결과나 권고안을 조정할 수 있다는 점이다.

3. 기후변화 빅데이터의 중립성 확보

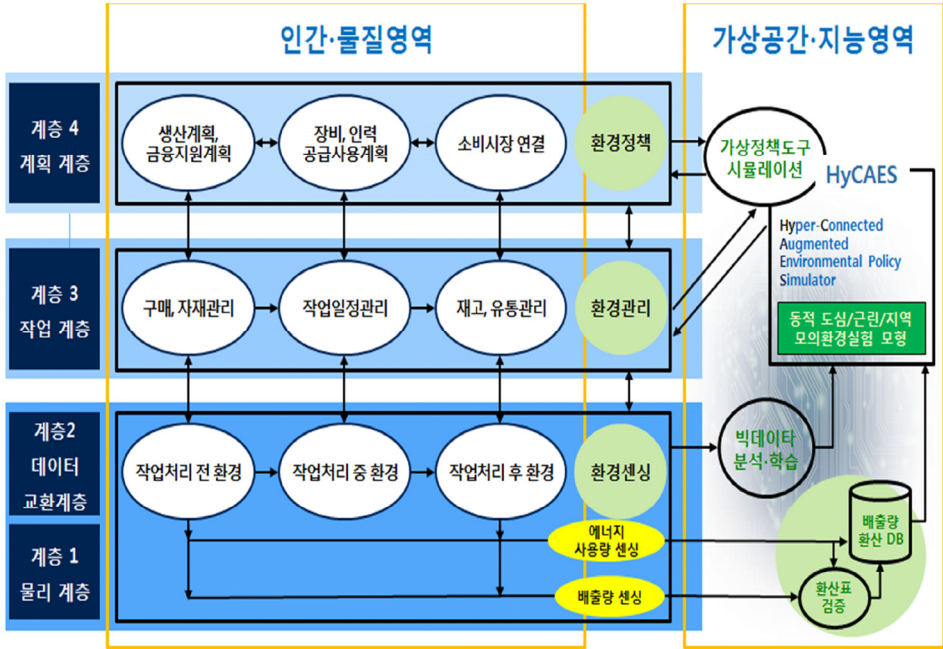
아래 그림은 스마트환경융합 프로토콜로 온실가스 인벤토리 실시간 자동 갱신 프로그램의 모형이다.⁹⁷⁾ 빅데이터는 아래 그림에서 계층1인 물리적 정보를 수집하는 물리계층이 센서 등 측정도구를 활용하여 데이터를 취득한다. 따라서 계층 1은 물리적 정보의 흐름에 1차적으로 관여하고 있으며 이들에 의해 일부 데이터가 누락이 될 수 있는 여지가 있다. 의도적으로 누락되는 정보·의도적인 결과를 만들기 위한 데이터들의 결합은 빅데이터 활용에 있어 큰 우려가 될 수 있다.

95) Id., p.157-158.

96) Id.

97) 김동우, 기후기술과 4차 산업혁명, 국회기후변화포럼 정책심포지움 자료집 26면 (2017. 6. 14)

따라서 빅데이터의 중립성 확보를 위한 전략이 필요하다. 이를 위해서는 아래 그림 계층1에서 처리가 되는 시간을 줄이거나 또는 자동적인 처리가 필요하다.



출처: 김동우, 기후기술과 4차 산업혁명, 국회기후변화포럼 정책심포지움 자료집 26면, 2017

<그림 2> 스마트환경융합 프로토콜: 기후변화에 영향을 줄 수 온실가스 인벤토리 실시간 자동 갱신 프로그램⁹⁸⁾

4. 기후변화 빅데이터의 실시간 처리와 제공

정부는 혁신적이고 강력한 웹기술을 개발 및 활용하여 빅데이터를 통한 혜택의 제공을 맞춤형/실시간 대응형이 될 수 있도록 정책적 방향을 설정할 필요가 있다.⁹⁹⁾

98) 김동우, 전계 자료집, 26면.

99) 한국법제연구원, 『제2차 기후변화법제포럼(기후변화취약계층지원 방향 및 관련 법제 논의)』자료집, 38면 (2017. 10. 26)

알고리즘에 모든 변수를 담아 데이터처리 결과를 제공하는 것은 많은 경우 하나의 기업 또는 부처차원에서 실시가 어려운 경우가 많다. 따라서 일괄적이고 통합적인 차원에서 실시할 처리 전략이 필요하다.

가장 효율적인 방식의 협력이 무엇인가에 관한 검토가 필요하다. 이를 위해 기후변화 빅데이터를 수집하는 기관들 사이에 전략을 세우고, 대화 창구를 구축하며, 일치된 프로세스를 통해 개별기관이 수집한 빅데이터가 서로간의 융합이 용이할 수 있는 체계를 마련하여야 한다.¹⁰⁰⁾

예컨대, 환경위해요인, 건강영향, 인구 및 지역적 특성 반영은 기후변화관련 건강영향 평가에서 융합 영향평가가 필요함을 보여준다.¹⁰¹⁾ 환경위해요인자료, 건강영향자료, 인구·지역특성자료에 대하여 통합 데이터베이스를 구축이 필요하다.

5. 지능정보 기반의 사전예방적 관리 가속화

환경 및 기후 모니터링 및 예측, 환경기초시설 관리, 환경오염물질 배출업소 감시 분야에 지능정보기술의 적용을 통해 사전예방적 환경관리 체계 구축을 용이하게 해야 한다.¹⁰²⁾

6. 빅데이터 기반 에너지 효율적 사용에 따른 온실가스 배출 감축

에너지원의 효율적 사용을 통하여 발생할 수 있는 온실가스의 양을 최소화하고 이러한 과정에서 센서, IoT, 빅데이터 등을 활용하여 불완전연소를 줄이고 완전연소상태를 만드는 것은 에너지 효율적 사용환경 조성에 도움이 된다.

100) 클라우드 슈밥(송경진 옮김), 클라우드슈밥의 제4차 산업혁명, 97면 이하, 새로운 현재 (2016)

101) 배현주 외, 국민건강보험 빅데이터 연계 기후변화 건강영향평가, 5면 이하, 환경부(2015)

102) 클라우드 슈밥(송경진 옮김), 전게서, 97면 이하.

일반적으로 연료로 많이 사용되는 LNG, LPG, 프로페인가스, 휘발유, 경유 등의 탄화수소들은 완전연소하여 이산화탄소와 수증기를 생성한다.¹⁰³⁾ 그러나 연소온도가 낮고 공기량이 충분하지 않으면 불완전연소하여 일산화탄소나 그을음을 생성하기도 한다.

7. 환경산업 혁신을 통한 고부가가치 창출 기대

4차 산업혁명 시대는 데이터·플랫폼·기술을 선점하는 전략이 유효하며, 환경기술·산업 연계 및 혁신을 통해 국내확산과 해외진출 도모 필요하다.

데이터개발 동기부여도 이러한 혁신을 검토가 필요하다.

8. 체감형근린데이터 활용 확대

4차산업혁명 시대의 특징적 요소로서, 정보의 수집원의 다양성이며 누구나 쉽게 만들고 설치할 수 있는 센서 및 통신 부품들이 저비용으로 판매되고 있으며, 과거에는 풍향이나 풍속, 미세 먼지량 등이 기상청이나 환경부에서만 측정하는 데이터로 알고 있었으나, 지금은 일반 가정이나 직장에서 기후나 미세먼지량을 측정할 수 있게 되었다.¹⁰⁴⁾ 이러한 데이터를 네트워크한다면 순식간에 전국도를 커버하는 기상네트워크가 만들어질 수 있을 것이다. 데이터는 백엽상이나 건물 위에서 측정되는 데이터가 아닌 사람들이 활동하는 바로 그 장소에서 측정되는 체감형 “근린”데이터가 될 수 있다.¹⁰⁵⁾

103) 네이버 지식백과, 완전연소 [complete combustion/perfect combustion, 完全燃焼] (두산백과), <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1129323&cid=40942&categoryId=32251>(최종방문일: 2017.10.31.)

104) 김동우, 기후기술과 4차 산업혁명, 국회기후변화포럼 정책심포지움 자료집, 29면(2017. 6. 14)

105) 김동우, 전계 자료집, 29면.

제3절 관련 법제 및 개선방안

1. 개 관

앞에서 설명한 바 와 같이 기후변화 관련 빅데이터는 개인 또는 사물(센서)에 의해 수집되는 데이터의 집합 등 그 형태는 다양할 수 있다. 폭염 등 기후변화에 따른 보건기록 등 개인정보가 직접적으로 쟁점이 되는 경우도 있고, 기후데이터의 관측 등 개인정보 또는 그 이슈가 직접적인 쟁점이 되지 않는 경우도 있다. 동 절에서는 빅데이터 활용에 관한 일반론의 영역에서의 논의인 개인정보보호법의 본질적인 부분을 논의는 최소화하고 기후변화에 직· 간접적으로 영향을 줄 수 있는 영역에서의 빅데이터의 활용촉진에 관하여 간략하게 검토하고자 한다.

2. 빅데이터활용의 촉진

(1) 관련법률

공공데이터 개방을 추진하기 위하여 관련데이터의 민간개방을 총괄하는 법제화의 추진이 필요하다는 인식하에 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률안」을 발의하여 2013년 10월 국회 본회의 의결을 거쳐 시행중에 있다.¹⁰⁶⁾ 한편, 공공데이터전략위원회는 2013년 공공데이터 개방 로드맵을 수립하였으며, 2013년 16.1%에서 2016년 60%로 공공데이터를 조기 개방에 대한 의결이 포함된다.¹⁰⁷⁾

106) 주요내용: 한국전력공사 전력연구원, 고객의 전기사용정보 외부제공 시스템 구축, 11면(2017)

공공데이터 이용권 보장, 등록 및 제공절차, 데이터 제공의무 및 면책을 위해 당시 안전행정부가 정책을 총괄하고, 국무총리와 민간 공동위원장이 운영하는 공공데이터전략위원회, 공공 데이터제공책임관, 분쟁 조정위원회, 공공데이터활용지원센터로 공공데이터 추진체계를 정비하였다.

107) 한국전력공사 전력연구원, 전계자료, 11면.

범정부 공공정보 개방 창구인 공공데이터포털(data.go.kr) 구축, 운용을 통하여 공공 데이터 활용 활성화가 가능해지고 있다.¹⁰⁸⁾ 공공데이터포털은 공공기관이 생성 또는 취득하여 관리하고 있는 공공데이터를 한 곳에서 제공하는 통합 창구입니다. 포털에서는 국민이 쉽고 편리하게 공공데이터를 이용할 수 있도록 파일데이터, 오픈API, 시각화 등 다양한 방식으로 제공하고 있으며, 누구라도 쉽고 편리한 검색을 통해 원하는 공공데이터를 빠르고 정확하게 찾을 수 있다.¹⁰⁹⁾

(2) 설치·운영 근거

『공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률』 제21조(공공데이터포털의 운영)
<p>제21조(공공데이터포털의 운영) ① 행정자치부장관은 공공데이터의 효율적 제공을 위하여 통합제공시스템(이하 “공공데이터포털”이라 한다)을 구축·관리하고 활용을 촉진하여야 한다.</p> <p>② 행정자치부장관은 공공기관의 장에게 공공데이터포털의 구축과 운영에 필요한 공공데이터의 연계, 제공 등의 협력을 요청할 수 있다. 이 경우 요청을 받은 공공기관의 장은 특별한 사유가 없는 한 이에 따라야 한다.</p> <p>③ 그 밖에 공공데이터포털의 구축·관리 및 활용촉진 등 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</p>

(3) 공공데이터 활용 촉진 - 외국

미국과 영국은 공공데이터의 민간 이용편의성 제고를 위해 국가 데이터 지도 구축 및 지도 기반 데이터 검색 서비스(Map-based Data Search)를 제공하고 있으며, 특히, 미국은 민간(MIT, Data Wheel, Deloitte)을 중심으로 분석 데이터를 중심으로 전문 시각화 채널(datausa.io)를 구축·운영하고 있다. 동 사이트를 통해 미국 각 주(state) 정보(인구, 경제, 교육, 거주 등)에 대한 시각화 데이터(차트, 지도 등)를 제공하고 있다.¹¹⁰⁾

108) 공공데이터포털, <https://www.data.go.kr/>(최종방문: 2017.10.31.)

109) 공공데이터포털 소개, <https://www.data.go.kr/guide/guide/introduce.do>(최종방문: 2017.10.31.)

미국은 적극적으로 정보를 개방하려고 하고 있으며, ‘열린 정부’를 내세운 오바마 정부는 2009년 연방 데이터 저장소를 마련하겠다는 계획을 발표하였으며, ‘data.gov’ 플랫폼을 만들었다.¹¹¹⁾ 이를 바탕으로 공공기관에 의해 작성 및 보유 원천데이터, 지리정보, 활용데이터(Tool Data) 등을 일반인에게 제공하고 있다.¹¹²⁾

한편, EU는 성과에 대해서는 다소 회의적이었으나 ‘정보시장에서 공공부문과 민간부문의 시너지 효과 제고 지침’을 지난 1989년 발표를 통하여, 공공부문에서 생산하거나 수집한 정보를 민간에서 활용할 수 있도록 하고 있다.¹¹³⁾

EU는 공공정보에 대한 자유로운 접근을 위하여 1996년에는 유럽정보산업협회(EIIA)가 ‘공공부문 데이터베이스의 상업적 접근권한을 위한 지침안’을 제시한 바 있으며, 이후 EU는 1998년 ‘공공부문정보, 유럽의 핵심정보자원’(Public Sector Information: A Key Resource for Europe)이라는 공공정보에 관한 녹서를 통하여 공공정보의 개념 및 종류, 접근을 위한 조건, 저작권 제공비용 등의 구체적인 내용을 제시한바 있다.¹¹⁴⁾

3. 기후빅데이터 활용 촉진법제

「저탄소녹색성장기본법」 제27조는 “정부는 에너지 절약, 에너지 이용효율 향상 및 온실가스 감축을 위하여 정보통신기술 및 서비스를 적극 활용하는 다음 각 호에 대한 시책을 수립·시행하여야 한다”고 규정하고 있다.¹¹⁵⁾ 정보통신 연계 빅데이터 기술 개발 촉진을 추가하여 관련 기술의 활용을 유도할 수 있다.

110) 이재원, 공공데이터포털 국내외 동향 분석,

<http://www.google.co.kr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwie58betvDWAhUKXLwKHXCyDCEQFgg8MAM&url=http%3A%2F%2Fwww.nia.or.kr%2Fcommon%2Fboard%2FDownload.do%3Fbcldx%3D17905%26cbldx%3D25699%26fileNo%3D2&usq=AOvVaw055MWS85jNhF8VVzcm4YK7>(최종방문: 2017.10.31.)

111) 최진원, 공공정보 이용활성화를 위한 법제도적 과제에 대한 연구, 244-266면, 정보법학 제16권제1호(2012)

112) 2009.5월 동 사업은 47건의 데이터로 시작하였으나 2년 동안 39만여건에 달하는 데이터를 확보하였으며, 다수의 주무부처 및 그 주무부처 산하기관의 참여를 유도하고 있다. 최진원, 전계논문, 244면 이하

113) 동 지침은 구체적인 지침을 제공하고 있지 않다는 비판을 받고 있다. 최진원, 전계논문, 242, 243면.

114) 최진원, 전계논문, 242, 243면.

115) 「저탄소녹색성장기본법」 제27조

현행 저탄소녹색성장기본법	저탄소녹색성장기본법 개정안
<p>제27조(정보통신기술의 보급·활용)</p> <p>① 정부는 에너지 절약, 에너지 이용 효율 향상 및 온실가스 감축을 위하여 정보통신기술 및 서비스를 적극 활용 하는 다음 각 호에 대한 시책을 수립·시행하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 방송통신 네트워크 등 정보통신 기반 확대 2. 새로운 정보통신 서비스의 개발·보급 3. 정보통신 산업 및 기기 등에 대한 녹색기술 개발 촉진 <p>② 정부는 저탄소 녹색성장을 위한 생활문화를 조속히 확산시키기 위하여 재택근무·영상회의·원격 교육·원격진료 등을 활성화 하는 등의 방송통신 시책을 수립·시행하여야 한다.</p> <p>③ 정부는 정보통신기술을 활용하여 전력 네트워크를 지능화·고도화 함으로써 고품질의 전력 서비스를 제공하고 에너지 이용 효율을 극대 화하며 온실가스를 획기적으로 감 축할 수 있도록 하여야 한다.</p>	<p>제27조(정보통신기술의 보급·활용)</p> <p>① 정부는 에너지 절약, 에너지 이용효율 향상 및 온실가스 감축을 위하여 정보 통신기술 및 서비스를 적극 활용하는 다음 각 호에 대한 시책을 수립·시행하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 방송통신 네트워크 등 정보통신 기반 확대 2. 새로운 정보통신 서비스의 개발·보급 3. 정보통신 산업 및 기기 등에 대한 녹색기술 개발 촉진 4. <u>정보통신 연계 빅데이터(대용량의 정형 또는 비정형의 데이터세트를 말한다) 기술 개발 촉진</u> <p>②, ③항 현행과 같음</p>

입법 취지	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 절약, 에너지 이용효율 향상 및 온실가스 감축을 위하여 정보통신기술 및 서비스를 적극 활용 • 각종 센서를 통해 수집한 정보를 정보통신기술을 활용하여 수집·처리·배포가 실시간으로 이루어질 수 있는 환경조성이 필요하며 정부는 이에 대한 시책을 수립·시행 • 녹색 관련 데이터의 활성화 근거로 활용
-------	--

4. 기타 기후빅데이터 관련 법적 쟁점

(1) 혼잡통행료제 확대 및 교통분야 온실가스데이터제공 확대 방안

「도시교통정비 촉진법」 제1조는 “교통시설의 정비를 촉진하고 교통수단과 교통체계를 효율적으로 운영·관리하여 도시교통의 원활한 소통과 교통편의 증진에 이바지함을 목적으로 한다.”¹¹⁶⁾고 규정하고 있다.

상기한 것처럼 동법의 목적은 도시교통의 원활한 소통이 목적이며 그 방식으로 혼잡통행료를 부과한다. 혼잡통행료란 “교통혼잡을 완화하기 위하여 교통혼잡이 심한 도로나 지역을 통행하는 차량이용자에게 통행수단 및 통행경로·시간 등의 변경을 유도하기 위하여 부과하는 경제적 부담을 말한다.”¹¹⁷⁾

또한 도심혼잡통행료는 통행자들을 대중교통수단을 선택하도록 유도할 수 있으며, 차량의 이동을 첨두시간에서 비첨두시간으로 전환을 유도하며, 차량이동첨두시간을 회피하게 하는 목적이 있다.¹¹⁸⁾

교통혼잡구간은 결과적으로 차량의 정체가 반복되므로 인해 동일 거리대비 온실가스 배출이 높은 구간으로 지구온난화, 즉 기후변화에 직·간접적으로 영향을 주고 있다.¹¹⁹⁾ 즉, 혼잡통행료는 교통혼잡의 개선이라는 주된 목적 이외에 온실가스 배출감소, 대기환경 오염 감소, 에너지 절감의 효과가 있다.¹²⁰⁾

현재 혼잡통행료를 운행하고 있는 곳은 서울시 남산 1, 3호 요금소에 위치하고 있으며, 특정시간대에 운행되고 있으며 징수대상은 10인승 이하 승용차 또는 승합차이나 2인 이

116) 「도시교통정비 촉진법」 제1조 목적

117) 「도시교통정비 촉진법」 제2조 제8호

118) 모창환, 혼잡통행료제의 성공적인 도입을 위한 정채수용성 증대방안, 5면이하, 한국교통연구원 (2009)

119) 또한 교통혼잡구간을 운행하는 차량에서는 유류의 불완전연소상황을 유발할 수 있으며, 이로 인해 부적절한 가스를 배출할 수 있다.

120) 모창환 앞의 보고서, 6,7면

하의 인원이 탑승한 차량으로 카풀 등 혼잡통행료를 피할 수 있는 방법은 다양하다.¹²¹⁾

서울시의 경우 「서울특별시 혼잡통행료 징수 조례」에 의해 동 제도가 운영중에 있으며 경형자동차와 더불어 저공해자동차의 경우도 혼잡통행료를 감면해주고 있다. 이와 같은 제도는 친환경자동차의 구매를 유도할 수 있다는 장점이 있다.

교통혼잡을 모니터링하고 교통정보를 제공함에 있어 빅데이터, 인공지능기능이 활용될 수 있다. 데이터분석을 통해 실시간 교통정보를 파악하고 비교통혼잡지역 뿐만 아니라 운전자의 이동패턴에 따른 저탄소배출지역을 실시간으로 안내해주는 방식으로 하여 도로교통분야에서 온실가스배출 저감을 꾀할 수 있을 것이다.

<표 5> 서울시 혼잡통행료 주요내용¹²²⁾

징수구간	남산1호터널, 남산3호터널
징수대상	<ul style="list-style-type: none"> 2인 이하의 인원(운전자 포함)이 탑승한 10인승이하 승용·승합자동차
통행료 징수대상 확대	<ul style="list-style-type: none"> 시행일: 2001.4.1. (서울특별시 혼잡통행료 징수조례 개정) - 징수대상: 6인승 이하 승용차에서 10인승 이하 승용차 또는 승합차로 확대
통행료	<ul style="list-style-type: none"> 2,000원(경형 승용자동차: 1,000원) - 경형승용차(1000cc미만) 통행료 50% 감면 시행일: 2008. 1.1. (2003. 7. 25. 부터 800cc) 대상차량: 티코, 마티즈, 비스토, 아토스, 모닝 등 통행료: 1,000원(50%감면) - 승용차요일제 참여차량 혼잡통행료 50% 감면 시행일시 : 2004.7.1. (전자태그 부착 2007. 1.19.)

121) 서울시설공단, 혼잡통행료 안내,
https://www.sisul.or.kr/open_content/traffic/toll/guide.jsp(최종방문일: 2017.10.31.)

122) 서울시설공단, 혼잡통행료 안내,
https://www.sisul.or.kr/open_content/traffic/toll/guide.jsp(최종방문일: 2017.10.31.)

징수구간	남산1호터널, 남산3호터널
	<p>대상차량 : 전자태그를 부착하고 운휴요일 준수차량 (서울시·경기도·인천시에 등록된 차량에 한함)</p> <p>제외대상 : 종이스티커 부착차량, 요일제 위반차량</p> <p>기타사항: 3회이상 위반차량 당해년도 말까지 감면중지</p> <p>※ 경형자동차는 요일제 감면 제외</p> <p>- 저공해자동차 및 저공해화 자동차 혼잡통행료 감면</p> <p>시행일시: 2007. 1. 19.</p> <p>대상차량: 서울시에 등록된 저공해 전자태그(맑은서울) 부착차량</p>

출처: 서울시설공단

이러한 의미에서 교통분야의 온실가스배출 관련 빅데이터는 기후변화(에 영향을 주는) 빅데이터라 할 수 있고, 동 교통부분의 온실가스배출 저감에 빅데이터를 활용하는 방법을 검토할 필요가 있다.

공단은 대중교통 이용을 활성화하고 자가차량 운영을 줄여 도심교통체증을 완화키 위해 남산 1호 및 3호 터널을 이용하는 차량에 대하여 1996년 11월 11일부터 혼잡통행료를 징수하고 있다.¹²³⁾

혼잡통행료 징수시간은 평일 오전 7시부터 오후 9시까지(토.일.공휴일 무료통행)이며, 징수 대상 차량은 운전자 포함 2인 이하가 탑승한 10인승 이하 승용차 또는 승합차이다.¹²⁴⁾

네비게이션 등에 교통혼잡 등으로 온실가스가 다량 배출되는 구간 정보를 계속해서 제공하고 그러한 동선으로 이동하는 자에게 원인자부담원칙에 따라 교통혼잡세를 부여하여 회피를 유도하고 이는 교통운송 분야에 온실가스배출 감축을 유도할 수 있다.

도시교통정비 촉진의 목적을 현행처럼 도시교통의 원활한 소통에서 온실가스배출 감

123) Id.

124) Id.

축을 포함하여 그 목적을 확장하고 그 이행방법으로 교통빅데이터 및 인공지능을 통한 정보전달 기술을 활용할 수 있는 방향으로 유도하기 위해 목적조항 개정 및 상기 기술을 활용하는 이행방법 등 조문의 추가를 검토할 수 있다.

현행 도시교통정비 촉진법	도시교통정비 촉진법 개정(안)
<p>제 1 조(목적) 이 법은 교통시설의 정비를 촉진하고 교통수단과 교통 체계를 효율적으로 운영·관리하여 도시교통의 원활한 소통과 교통편의 증진에 이바지함을 목적으로 한다.</p>	<p>제 1 조(목적) 이 법은 교통시설의 정비를 촉진하고 교통수단과 교통체계를 효율적으로 운영·관리하여 도시교통의 원활한 소통과 교통편의 증진 및 온실가스배출 감축에 이바지함을 목적으로 한다.</p>
<p>(신설)</p>	<p><u>제00조(정보통신기술의 보급·활용) 정부는 교통시설의 정비를 촉진하고 교통수단과 교통체계를 효율적으로 운영·관리하고 에너지 절약, 에너지 이용효율 향상 및 온실가스 감축을 위하여 정보통신 기술 및 서비스를 적극 활용하는 다음 각 호에 대한 시책을 수립·시행 하여야 한다.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <u>1. 네비게이션·방송통신 네트워크 등 정보통신 기반 확대</u> <u>2. 새로운 정보통신 서비스의 개발·보급</u> <u>3. 정보통신 산업 및 기기 등에 대한 녹색기술 개발 촉진</u> <u>4. 정보통신 연계 빅데이터(대용량의 정형 또는 비정형의 데이터세트를 말한다) 기술 개발 촉진</u>

<p>입법 취지</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 교통시설정비 촉진 및 교통체계 효율적 관리 및 운영하여 차량의 불필요한 공해진을 줄일 수 있고 이는 온실가스배출 감축으로 연결됨 ● 목적조항에 온실가스 감축을 적시함으로서 동법 및 그 하위법령에 이행을 위한 근거를 마련함 ● 도시교통의 원활한 소통과 온실가스배출은 직·간접적 영향이 있으며 도시교통 정비 촉진이 온실가스 배출 감축과 연동이 됨을 명시하고 빅데이터, 인공지능 등 신기술
--------------	--

	현행 도시교통정비 촉진법	도시교통정비 촉진법 개정(안)
		<p>을 활용촉진 관련 조항 신설을 검토할 수 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 「에너지이용 합리화법」등 에너지이용 합리화를 통한 온실가스배출 감축에 기여할 수 있는 기술개발의 근거를 다각도로 검토할 수 있으나 ‘교통혼잡’이라는 현상과 가장 관련이 있는 법령에서 제안방향을 검토
유사 입법 례		<ul style="list-style-type: none"> ● 「에너지이용 합리화법」 제1조(목적) 이 법은 에너지의 수급(需給)을 안정시키고 에너지의 합리적이고 효율적인 이용을 증진하며 에너지소비로 인한 환경피해를 줄임으로써 국민경제의 건전한 발전 및 국민복지의 증진과 지구온난화의 최소화에 이바지함을 목적으로 한다. ● 「에너지이용 합리화법」 제4조(에너지이용 합리화 기본계획) <ol style="list-style-type: none"> ① 산업통상자원부장관은 에너지를 합리적으로 이용하게 하기 위하여 에너지이용 합리화에 관한 기본계획(이하 “기본계획”이라 한다)을 수립하여야 한다. ② 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. <ol style="list-style-type: none"> 1. 에너지절약형 경제구조로의 전환 2. 에너지이용효율의 증대 3. 에너지이용 합리화를 위한 기술개발 4. 에너지이용 합리화를 위한 홍보 및 교육 5. 에너지원간 대체(代替) 6. 열사용기자재의 안전관리 7. 에너지이용 합리화를 위한 가격예시제(價格豫示制)의 시행에 관한 사항 8. 에너지의 합리적인 이용을 통한 온실가스의 배출을 줄이기 위한 대책 9. 그 밖에 에너지이용 합리화를 추진하기 위하여 필요한 사항으로서 산업통상자원부령으로 정하는 사항 ③ 산업통상자원부장관이 제1항에 따라 기본계획을 수립하려면 관계 행정기관의 장과 협의하여야 한다. 이 경우 산업통상자원부장관은 관계 행정기관의 장에게 필요한 자료를 제출하도록 요청할 수 있다.

(2) 기후빅데이터와 개인정보보호 간의 균형점 검토

데이터를 바탕으로 학습하고 판단하는 과정은 정보를 다루는 가상의 세상이나, 그 학

습을 위한 정보, 수입이나 직업, 과거의 신용도 등 관련된 정보는 물리적 세상이며, 물리적 세상에서 만들어진 정보가 가상의 세상에서 처리된다. 이것이 다시 물리적 세상에 적용되므로 다중이 참여한 정보의 경우 정보취득자 또는 최종 정보제어자가 인간인 경우, 이들의 개인정보 활용 과정에서의 통제 및 관련정보의 유출 방지 등 안전한 관리에 관한 법적 문제 검토 필요하다.

기타분야와 달리 기후변화 빅데이터가 가지는 특성 및 기후변화 빅데이터 활용에 따르는 문제점(개인정보비식별화 포함)을 검토할 필요가 있다.

최근 해외의 개인정보 보호법제의 변화에서 주목해야할 부분은 개인정보자기결정권의 실현 수단으로 사전동의(opt-in)가 완화되거나 다른 형태로 변화하고 있다는 것이다.¹²⁵⁾ EU GDPR(EU General Data Protection Regulation, 유럽 연합 일반 정보 보호 규정)에서는 가명정보의 개념을 도입하면서 특정인을 식별할 수 없는 가명정보를 활용하여 공익을 위한 유지보존의 목적, 과학이나 역사 연구의 목적 또는 통계작성의 목적에 정보주체의 동의 없이 사용가능하도록 하여 빅데이터의 활용의 근거를 마련하였는데 이러한 접근은 주목할 만하다.¹²⁶⁾

(3) 기후관련 빅데이터 부서간 활용촉진 검토

부처이기주의 등으로 인해 정부부처 등 기후변화 빅데이터 수집자 간의 기후변화 빅데이터 공유에 있어 현실적 어려움이 있다. 관계부처에 대한 공유에 따르는 인센티브 부여 등 관련 문제 해결을 위한 검토가 필요하다.

125) 이순환, 박종수, 개인정보 비식별 조치 가이드라인의 법적 문제와 개인정보보호법제 개선방향, 280면 이하, 공법연구 제45집 제2호(2017)

126) GDPR(REGULATION (EU) 2016/679) 제89조. 우리의 개인정보 보호법 제18조 제2항 제4호와 비교해보면 ① 구체적인 목적을 적시하고 있으며 ② 가명처리를 명시하여 우리의 법문보다 구체적이다.

korea
legislation
research
institute

제4장

결론

제4장

결론

4차 산업혁명이라는 표현 자체의 적절성 여부에 대해서는 이견이 있을 수 있지만 그것이 예견하는 변화가 머지않아 보편적으로 확산되고 우리의 삶을 유의미하게 변화시킬 것이라는 점은 부정하기 어렵다.

인공지능, IoT, 빅데이터 분석 등 4차 산업혁명 핵심 기술을 기후변화 대응에 있어 활용할 수 있는 전략에 대해 연구하고, 이를 활성화하기 위하여 국내외 주요 활용사례를 소개하였다.

유엔 Big Data Climate Challenge, 기후스마트 농업빅데이터(Climate-Smart, Site-Specific Agriculture), 그린버튼 이니셔티브(미국 캘리포니아), AHA 센터 재난관리 시스템 등 기후변화 대응에서 빅데이터가 활용되고 있는 주요 사례를 소개함으로써 참고할 수 있는 유형 모델을 제시하였다.

또한 동 보고서는 타 영역에서 활용되는 빅데이터와 달리 기후변화빅데이터가 가지는 특징 소개를 통하여 어떠한 접근이 필요한지에 대한 전략을 제공하였다.

기후변화 빅데이터의 복잡성 및 기후 변수 등이 고려되어야 한다. 빅데이터 실무자는 데이터 기술을 본격적으로 사용하기 전에 탐색적 데이터 분석이라는 단계를 통해 데이터의 가변성과 복잡성을 이해해야 하는데, 탐색적 데이터 분석은 기후 과학과 같이 데이터 과학자들과 데이터 수집 과정이 멀리 떨어져 있는 분야에서는 특히 더욱 중요하다.¹²⁷⁾

127) James H. Faghmous & Vipin Kumar, A Big Data Guide to Understanding Climate Change: The Case for Theory-

또한, 방대한 데이터를 보유하고 있음에도 불구하고 기후변화 데이터는 끊임없이 변화하는 기상현상을 따라갈 수 있는 관측 시스템을 개발·유지해야 한다는 난제를 함께 하고 있다.¹²⁸⁾

지구 시스템은 상호작용하며 기후에 영향을 주는 수많은 변수들로 구성되어 있는데, 주요 변수들은 다양한 기술을 사용하여 모니터링되지만 일부 변수들은 아예 관측되지 않을 수도 있다.¹²⁹⁾ 가장 중요한 지구과학 변수들을 정량화하려는 시도는 진행되고 있으며 우리의 기후변화 빅데이터 생성 및 관리에서도 이러한 점이 고려되어야 할 것이다.

또한 본문에서 살펴보았듯이 기후변화 빅데이터의 공감력 향상에 주목을 해야 한다. 기후변화 빅데이터 처리에 있어 인간의 학습방식과 다른 방식의 처리가 필요하다. 방대한 양의 정보, 즉 빅데이터는 인간의 정보 접근 및 학습방식과는 다르다는 점을 전제하고 이를 보완하려는 작업이 필요하다. 그 밖에도 본 보고서에서는 빅데이터의 활용 전략으로 “기후변화 빅데이터의 독립성 확보”, “기후변화 빅데이터의 실시간 처리와 제공”, “지능 정보 기반의 사전예방적 관리 가속화”, “체감형근린데이터의 활용 전략” 등의 중요성과 접근 방법을 제시하였다.

지구온난화 극복을 위해서는 친환경에너지 패러다임을 위한 기술 개발도 중요하지만 빅데이터의 활용은 현재 사용되고 있는 에너지원의 효율적 사용을 통해 온실가스배출을 감축시키는 것도 함께 고려되어야 한다. 에너지원의 효율적 사용을 통하여 발생할 수 있는 온실가스의 양을 최소화하고 이러한 과정에서 센서, IoT, 빅데이터 등을 활용하여 불완전연소를 줄이고 완전연소상황을 만드는 것은 에너지 효율적 사용환경 조성에 도움이 된다. 본문에서는 저탄소녹색성장기본법 및 도시교통정비촉진법에 빅데이터 등 4차산업 핵심기술 활용촉진을 위한 개정안을 제시하였다.

Guided Data Science, p.157-158, BIG DATA (Sep. 2014)

128) Ben Cash, Climate Modeling and Big Data: Current Challenges and Prospects for the Future, <https://cra.org/wp-content/uploads/2015/08/Cash.pdf>(최종방문: 2017.10.21.)

129) James H. Faghmous & Vipin Kumar, p.158.

『저탄소녹색성장기본법』 제27조는 “정부는 에너지 절약, 에너지 이용효율 향상 및 온실가스 감축을 위하여 정보통신기술 및 서비스를 적극 활용하는 다음 각 호에 대한 시책을 수립·시행하여야 한다”고 규정하고 있다.¹³⁰⁾ 동법 동조 제4호 “정보통신 연계 빅데이터(대용량의 정형 또는 비정형의 데이터세트를 말한다) 기술 개발 촉진”을 추가하여 정보통신 연계 빅데이터 기술 개발 촉진 관련 기술의 활용을 유도할 수 있다.

또한 『도시교통정비촉진법』 개정을 통하여 교통시설의 정비를 촉진하고 교통수단과 교통체계를 효율적으로 운영·관리는 차량의 불필요한 공해전을 줄일 수 있고 이는 온실가스배출 감축으로 연결을 위해 목적조향에 온실가스 감축을 적시함으로써 동법 및 그 하위법령에 이행을 위한 근거를 마련을 위한 개정안을 제시하였다.

부처이기주의 등으로 인해 정부부처 등 기후변화 빅데이터 수집자 간의 기후변화 빅데이터 공유에 있어 현실적 어려움이 있다. 정부차원에서 공유에 따르는 인센티브 부여 등 관련 문제 해결을 위한 검토가 필요하다.

데이터를 바탕으로 학습하고 판단하는 과정은 정보를 다루는 가상의 세상이나, 그 학습을 위한 정보, 수입이나 직업, 과거의 신용도 등 관련된 정보는 물리적 세상이며, 물리적 세상에서 만들어진 정보가 가상의 세상에서 처리된다. 이것이 다시 물리적 세상에 적용되므로 다중이 참여한 정보의 경우 정보취득자 또는 최종 정보제어자가 인간인 경우, 이들의 개인정보 활용 과정에서의 통제 및 관련정보의 유출 방지 등 안전한 관리에 관한 법적 문제 검토 필요하다. 기타분야와 달리 기후변화 빅데이터가 가지는 특성 및 기후변화 빅데이터 활용에 따르는 문제점(개인정보비식별화 포함)을 검토할 필요가 있다.

130) 『저탄소녹색성장기본법』 제27조

korea
legislation
research
institute

참고문헌

참고문헌

□ 국내문헌

- 김동우, 기후기술과 4차 산업혁명, 국회기후변화포럼 정책심포지움 자료집, 29면 (2017. 6. 14)
- 모창환, 혼잡통행료제의 성공적인 도입을 위한 정책수용성 증대방안, 5면이하, 한국교통연구원 (2009)
- 미래부 보도자료, 대한민국 미래 책임질 9대 국가전략 프로젝트 선정 (2016. 8. 19)
- 박미경, 4차 산업혁명, 기후변화 대응 패러다임 부상, 인터넷 환경일보 (2016. 11. 8), <http://www.hkbs.co.kr/news/articleView.html?idxno=408515>(최종방문일:2017.11.13.)
- 박찬국·용태석, 스마트그리드 기술 및 시장 동향, 과학기술 및 연구개발사업 동향브리프, 1-8면 (2011. 6)
- 박철호외 7인, 기후변화-재난재해 빅데이터 분석, 31면 이하, 녹색기술센터(2015).
- 배현주 외, 국민건강보험 빅데이터 연계 기후변화 건강영향평가, 3면 이하, 환경부(2015)
- 클라우드 슈밥(송경진 옮김), 클라우드슈밥의 제4차 산업혁명, 56-167면, 새로운 현재 (2016)
- 양소영, 그림으로 보는 대한민국 ‘에너지신산업’, IPnomics (2015. 12. 7)
- 이순환·박종수, 개인정보 비실별 조치 가이드라인의 법적 문제와 개인정보보호법제 개선방향, 280면 이하, 공법연구 제45집 제2호(2017)
- 이준서·윤혜선, 미국과 캐나다의 에너지 빈곤층 지원 법제에 관한 연구, 86-90면, 한국법제연구원 (2014).

- 임일, 4차산업혁명 인사이트, 16, 17면, 더메이커 (2016)
- 임재규 · 김종익, 에너지부문 빅데이터 활용사례 조사 연구, 에너지경제연구원, 3, 4, 44면 (2014).
- 유자비, [글로벌워치]영국 IoT 산업...2020년 일자리 7만개 창출 기대, 뉴시스 (2017. 1. 15)
- 정희성, 공공정보 상업적 활용의 공법적 체계에 관한 연구, 성균관대학교 박사학위 논문, 84면 (2009)
- 최경호, 기후변화취약계층 지원을 위한 법제 연구, 34면 이하, 한국법제연구원 (2016).
- 최경호, 친환경에너지타운 건설의 법 정책적 과제, 125면, 토지공법연구 제75집 (2016)
- 최진원, 공공정보 이용활성화를 위한 법제도적 과제에 대한 연구, 244-266면, 정보법학 제16권제1호(2012)
- 한국전력공사 전력연구원, 고객의 전기사용정보 외부제공 시스템 구축, 10면(2017)
- 하종식 외 6인, 기후변화 취약계층 지원 · 관리 체계화, 74면, 환경부(2014)
- 한국법제연구원, 『제2차 기후변화법제포럼(기후변화취약계층지원 방향 및 관련 법제 논의』자료집, 38면 (2017. 10. 26)
- 허성욱, 기후변화시대의 에너지법, 241, 242면, 경제규제와 법 제4권제1호(2011).
- 환경부 기후미래정책국, 4차 산업혁명 대응 방향 및 과제(안) (2017. 4)
- SG Insite vol10, p.7, 한국스마트그리드사업단(2014)

□ 외국문헌

- Committee on Climate Change, Sectorial Scenarios for the Firth Carbon Budget, Technical Report (Nov. 2015).

James H. Faghmous and Vipin Kumar, A Big Data Guide to Understanding Climate Change, p155, Mary Ann Libert, Inc, Vol2, No3 (Sep. 2014)

Yi Liang, Factors Affecting Transportation Sector CO2 Emissions Growth in China: An LMDI Decomposition Analysis, Sustainability (2017)

Sarah Giest, Big data analytics for mitigating carbon emissions in smart cities: opportunities and challenges, p.941-p.953, European Planning Studies, Vol. 25, No. 6 (2017).

□ 웹사이트

공공데이터포털, <https://www.data.go.kr/>(최종방문일: 2017.10.31.)

기후변화 대응을 위한 4차 산업혁명기술, http://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/energy_issue/mail_vol63/pdf/issue_166_02_02.pdf(최종방문일: 2017.11.10.)

네이버 지식백과, 완전연소 [complete combustion/perfect combustion, 完全燃燒] (두산백과),<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1129323&cid=40942&categoryId=32251>(최종방문일: 2017.10.31.)

박은경, 영국사물인터넷 산업 살펴보기, 코트라(2017. 1. 9), <https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/4/globalBbsDataView.do?setIdx=243&dataIdx=156430>(최종방문일:2017.10.31)

사회보장정보원 공식 웹페이지, <http://www.ssis.or.kr/lay1/S1T102C103/contents.do>
(최종검색: 2017. 10. 31)

산업통상부, 에너지신산업 정책브리핑, http://www.motie.go.kr/motie/py/brf/motiebriefing/motiebriefing.do?brf_code_v=1#header(최종방문일: 2017.11.10.)

서울시설공단, 혼잡통행료 안내, https://www.sisul.or.kr/open_content/traffic/toll/guide.jsp
(최종방문일: 2017.10.31.)

스마트시티 코리아, <http://www.smart-city.kr/kor/smartCityKorea/selfSuatainableCity.do>
(최종방문일: 2017.11.10.)

이재원, 공공데이터포털 국내외 동향 분석, <http://www.google.co.kr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwie58betvDWAhUKXLwKHXCyDCEQFgg8MAM&url=http%3A%2F%2Fwww.nia.or.kr%2Fcommon%2Fboard%2Fdownload.do%3FbcIdx%3D17905%26cbIdx%3D25699%26fileNo%3D2&usg=AOvVaw055MWS85jNhF8VVzcm4YK7>(최종방문일: 2017.11.10.)

최재홍, 4차 산업혁명, 세계 각국과 기업은 어떻게 준비하고 있을까?, 삼성뉴스룸 (2017. 5. 18), <https://news.samsung.com/kr/4%EC%B0%A8-%EC%82%B0%EC%97%85%ED%98%81%EB%AA%85-%EC%84%B8%EA%B3%84-%EA%B0%81%EA%B5%AD%EA%B3%BC-%EA%B8%B0%EC%97%85%EC%9D%80-%EC%96%B4%EB%96%BB%EA%B2%8C-%EC%A4%80%EB%B9%84%ED%95%98%EA%B3%A0-%EC%9E%88>
(최종방문일: 2017.11.10.)

AHA Centre, About AHA Centre, <http://ahacentre.org/history/>(최종방문일: 2017.11.13.)

AHA Centre, Monitoring and Analysis, <http://ahacentre.org/history/>(최종방문일: 2017.11.13.)

Ben Cash, Climate Modeling and Big Data: Current Challenges and Prospects for the Future, <https://cra.org/wp-content/uploads/2015/08/Cash.pdf>(최종방문: 2017. 10. 31)

CCAFS, Big Data for climate-smart agriculture, <https://ccafs.cgiar.org/big-data-climate-smart-agriculture#.WgasULmweUI>(최종방문: 2017. 10. 31)

Green Button Data, <http://www.greenbuttondata.org/>(최종방문일: 2017.10.31.)

<https://chrome.google.com/webstore/detail/carbon-footprint-for-goog/ednfpjleaanokkjcglibmamh1bkddcgh>(최종방문: 2017.10.21.)

Robert Kirkpatrick, Data Philanthropy: Public & Private Sector Data Sharing for Global Resilience(최종방문: 2017.10.21.)

<https://www.unglobalpulse.org/blog/data-philanthropy-public-private-sector-data-sharing-global-resilience>(최종방문일: 2017.10.31.)

Julie Sartain, IT가 기후변화에 주목해야 하는 이유, 그리고 'IoT'의 무한 가능성, Network World, 2014. 2. 4, <http://www.ciokorea.com/interview/23969?page=0,2>(최종방문일: 2017.11.13)

United Nations Global Pulse, Big Data Climate Challenge 2014,
<http://www.unglobalpulse.org/big-data-climate-challenge-2014>(최종방문: 2017.10.31.)

United Nations Global Pulse, Data for Climate Action,
<http://www.unglobalpulse.org/data-for-climate-action>(최종방문: 2017.10.21.)

“智能公交导航引领绿色出行”(2016.08.09.),
http://finance.ifeng.com/a/20160809/14713136_0.shtml(최종방문일: 2017. 11. 7)

“太阳能+大数据”推动城市的绿色发展”.
<http://www.ccchina.gov.cn/Detail.aspx?newsId=56537&TId=57%22%20title=%22%20%20%80%9C%E5%A4%AA%E9%98%B3%E8%83%BD+%E5%A4%A7%E6%95%B0%E6%8D%AE%E2%80%9D%E6%8E%A8%E5%8A%A8%E5%9F%8E%E5%B8%82%E7%9A%84%E7%BB%BF%E8%89%B2%E5%8F%91%E5%B1%95>(최종방문일: 2017. 11. 7)

기후변화법제 연구 17-17-③
**4차 산업혁명 핵심기술을 활용한
기후변화 대응 전략 연구**
- 빅데이터를 중심으로 -

2017년 11월 13일 印刷
2017년 11월 15일 發行
發行人 이 익 현
發行處 한국법제연구원

세종특별자치시 국책연구원로 15
(반곡동, 한국법제연구원)

전 화 : (044)861-0300

등록번호 : 1981.8.11. 제2014-000009호

<http://www.klri.re.kr>

값 5,500원

1. 本院의 承認없이 轉載 또는 譯載를 禁함. ©
2. 이 보고서의 내용은 본원의 공식적인 견해가 아님.

ISBN 978-89-6684-815-7 93360



한국법제연구원

KOREA LEGISLATION RESEARCH INSTITUTE

