



## A Study on the Public-private Governance on Risk Management for the 4<sup>th</sup> Industrial Revolution

- Focusing on the Role of Private Experts in the Early Warning System -

Jai Ho Oh

Department of Environmental Atmospheric Sciences, Pukyong National University, 45, Yongso-ro, Nam-gu, Busan, Korea

### Abstract

Considering the complexity and diversity of risks in modern society, it is no longer suitable that the government manages a large-scale and complex social problems due to its ineffective and undemocratic characteristics. The public-private governance could be essential to our society toward the 4th industrial revolution, and ICT-based capacity building for crisis and emergency management would be critical in Korea. Based on the analysis of disaster industry in Korea (meteorological sector), we found that they still remain in the initial stage with limited capacity and insufficient experts, compared to the U.S.A., U.K. and Japan. AlphaMet, a comprehensive AI risk management solution, has been introduced as an example to make early warning against natural disaster. Private weather consultants should be recruited to serve local government, industry, and the public, along with the meteorological information center to support weather-consulting business.

**Key words:** crisis and emergency management, 4<sup>th</sup> industrial revolution, AlphaMet, climate change, weather, policy, governance

### 1. 서론

전 세계적인 기후변화에 따라 자연재난의 규모와 강도가 해마다 증가하고 있어 이에 따른 사회·경제적 손실도 해마다 증가하고 있다. 독일의 재보험회사 뮌헨리가 발표한 것에 의하면, 일본 구마모토 강진으로 310억 달러, 또 여름 중국을 덮친 홍수로 200억 달러 피해, 그리고 허리케인 매튜가 아이티를 강타해 수백 명이 사망했고, 100억 달러 피해가 발생하는 등 2016년을 강타한 대형 자연재해로 인한 피해 규모는 1,750억 달러(약

210조원)로 지난 4년 이래 최고치를 기록했다(<http://www.ajunews.com/view/20170105085133166>). 특히 북미에서는 2016년 한 해 동안 자연재해가 160차례나 발생해 1980년대 이후 가장 빈번했다. 이는 기후변화의 재앙을 이미 보고 있는지도 모른다. 2017년 여름 우리나라에서도 청주, 인천, 부산 등에서 집중호우로 인한 피해가 나타났다. 더욱 문제가 되는 것은 이런 폭우나 해일을 불러오는 재해기상 현상들이 지구온난화에 따라 앞으로 더 자주 나타날 것이라는 사실이다.

위기 상황까지 악화될 수 있는 기후변화에 대한 인식

\* Corresponding author: Jai Ho Oh, Tel. +82-51-629-6643, Fax. +82-51-629-7991, e-mail. [jhoh@pknu.ac.kr](mailto:jhoh@pknu.ac.kr)

과 대응 수준에는 선진국들과 개발도상국들 간에 큰 차이가 존재한다. 선진국들은 그들이 직면하고 있는 기후 변화는 새로운 성장의 기회가 될 수 있다는 인식에서 선제적으로 대응하고 있는 반면, 기후변화에 취약한 개발도상국들에게는 빈곤해소와 같은 수준의 도전과제 정도로 인식되고 있다. 이 결과 개발도상국에서 자연재난의 인적 그리고 재산상 피해가 더 심각하게 발생하고 있다. 열악한 사회적 인프라와 낮은 수준의 예·경보 기술을 가진 개발도상국은 지금까지 누적된 이산화탄소 배출로 기후변화를 초래한 당사자인 선진 공업가들보다 기후변화 대응 측면에서 취약하다. 이를 수치로 살펴보면, 2001년부터 2006년까지 5년간 이들 개발도상국들이 입은 경제적 피해 규모는 GDP의 1% 수준으로 평가된다. 이는 소득수준이 높은 국가의 경우 약 0.1%라는 점에 비추어볼 때 개도국이 약 10배의 부담을 지고 있는 셈이다(The World Bank, 2013). 필리핀의 경우 2011년 태풍 하이옌의 영향으로 약 13조원의 경제적 피해를 입었다(Guha-Sapir, 2015). 동남아시아 권역을 대상으로 조사한 최근 2006년부터 2015년까지 10년간 기상 및 기후관련 재해 피해액은 약 27조 8천억 원에 이른다(EM-DAT, <http://www.emdat.be/>).

자연재난 발생시 인명피해는 선진국에 비하여 개발도상국에 집중되어 발생한다. 이는 개발도상국의 부실한 재난대응 체계가 주요 원인이라 볼 수 있다. 즉 현대 사회로 진입이 늦을수록 안전이라는 개념이 사회 목표의 우선순위에서 멀리 떨어져 있다. 그 결과 ‘덜 죽고 덜 다치게 하는 안전한 지역사회’라는 안전사회 구축에 있어서 민간의 역할을 찾기가 쉽지 않다. 효율적인 재난대응 체계에서 민간 부분의 역할이 요구됨에도 불구하고, 법적, 제도적, 기술적 한계로 인해 정부 위주의 상명하달(上命下達) 형태의 대응책이 있을 뿐이다. 기후변화에 따른 자연재난 현상의 규모가 나날이 증가되는 추세를 감안할 때, 관주도, 관료제로 대표되는 기존의 재난대응 정책 수립과 시행 체계로는 현대에 등장하는 대형 복합재난 문제와 이슈들을 다루기에 적합하지 않다. 이제까지 경험하지 못한 대규모 복합재난에

대해 조기경보를 통해 재난 발생 대상 지역에서 민관이 서로의 역량과 경험을 활용하여 신속하고 효과적으로 사전 대응하는 것이 매우 중요하다. 민간은 재난대응 과정에서 공공서비스의 수요자이면서 재난정책 수립자로서의 다양한 이해관계를 경험하고 있는 실체이다. 이런 점에서 볼 때, 재난 대응 부분에서 민관협치는 선택이 아닌 가야만 하는 시대적 과제라고 할 수 있다.

최근 서울시를 비롯한 여러 지자체에서 재난을 예방, 대응하기 위한 민관협치가 부분 별로 다양하게 시도되고는 있으나, 서로 간의 연결고리가 없거나 있다고 해도 종종 단절되고 제대로 작동하지 못하는 상황이다(Song, 2017). 그 주요 원인들 가운데 하나는 자연재난 문제에 대해 민간의 공공적 결정에 기여할 수 있는 역량이 매우 중요함에도 불구하고 제한된 민간의 자연재난 대응 역량은 매우 뒤떨어져 있다. 따라서 민간부분의 자연재난 대응역량을 배양하기 위해서는 민과 관이 함께 노력해야 한다. 이 과정에서 민간 입장에 재난대응 문제를 새롭게 바라보고 창의적이며 공익적인 해결책을 제시할 수 있는 민관협치 제도를 정립할 수 있을 것이다.

21세기에 들면서 ICT 기술 발전 가속화에 따라 제4차 산업혁명 도래는 새로운 글로벌 경제 패러다임을 제시하고 있으며, 이러한 미래변화에 대비한 선제적 대응 전략이 요구된다(Davos Forum, 2016). 4차 산업혁명에서 국가의 기술정책은 사회적 문제를 현실과 가상의 기술 융합으로 풀어내는 개방혁신이 왕성하게 일어나는 혁신 생태계가 구축될 수 있도록 지원하는 것이다(Lee, 2017). 교육·의료·관광·환경·에너지·국방 등 사회 각 분야의 문제 해결을 위해 사회와 대학·연구소·산업계가 개방·연결돼야 하며, 이를 가로막는 진입 장벽과 규제 장벽을 없애고 연결을 촉진하는 기업가 정신을 촉발시키는 것이 개방혁신 정책의 시작이다. 4차 산업혁명의 핵심적인 생산 자산은 비물질적인 무형 자산이나, 우리나라 환경은 유형자산 중심의 전통적 가치평가에 의존하고 있으므로 유망한 스타트업 발굴과 신속한 자본동원에 한계가 존재한다(Song & Choi,

2017). 정부는 무형자산 가치에 기초한 기업 가치 평가와 유망 비즈니스 발굴 및 초기자본 동원 활성화를 유도하여 건전한 스타트업 창업시장을 조성하여야 한다.

선진국을 중심으로 일기예보 및 재난 조기경보 서비스 시장이 글로벌 스타트업 기업으로 급성장하고 있다(Oh, 2017a). 기상정보활용에 대한 다양한 산업계의 수요와 관심 증가로 기상정보가 국가와 지역사회뿐만 아니라 기업 경영에 중요한 요소로 자리 매김하게 되었다. 농업, 건설, 방재, 유통, 레저, 보건 등 타 산업분야에서 기상정보의 활용 및 연계를 통해 매출액 증액 및 사회·경제적 피해 감소에 영향을 주었다. 기상이나 재난 분야의 산업은 시설 및 장비 투자보다는 고숙련의 융합적 지식으로 무장된 전문인재의 기술과 노하우에 의해 성패가 결정될 것이다. 이런 점을 고려할 때, 4차 산업혁명 시대에 기상산업은 대표적인 지식산업의 하나가 될 것이다.

## II. 재난대응 국내외 산업 현황

### 1. 재난대응 분야에서 민관협력 개념

현대사회의 위험은 복잡화, 다양화 되어 불확실성이 매우 높기 때문에 정부관료 및 전문가 집단에 의한 위험정보의 모니터링에는 한계가 존재한다. 재난과 같은 정부, 기업, 시민사회단체, 어느 한 주체와 영역의 역할만으로는 해결하기 힘든 복잡한 사회문제를 문화와 규범, 제도적 배경이 상이한 주체들이 영역과 경계를 초월한 상호협력이 필요하다(SIG, 2016). 수많은 사회조직들의 트위터, 페이스북 등 네트워크를 통하여 위험정보를 수집할 경우 미래의 위험에 대해 효율적으로 사전에 대비할 수 있게 되었다.

또 세계적으로 정부의 규모와 권한이 축소되면서 재난대응에도 공공부문의 한계가 나타나면서 민관협력이 사전예방단계에서 효과적인 방안으로 대두되었다(Kim, *et. al.*, 2009). 재난을 비롯한 지역사회의 사회적 문제를 결정함에 있어 중앙정부가 관장하는 법, 제도, 예산에 의해 정책이 결정되던 방식에서 지방자치단

체와 그 역내의 시민사회 및 지역주민들에 의한 정책 기획 및 집행이 이루어지는 민관협치(public-private governance)가 더 효율적이라는 것을 인식하게 되었다(MPB, 2008). 이는 자연재난 대응에서 지역사회의 상황과 지역주민의 요구가 더 높게 평가되기 때문이다. 그럼에도 불구하고, 현재 재난대응 부분에서 민관협력체계는 거의 전무한 실정이다. 이는 정부 내(Intra-governmental)의 유기적인 재난대응 연계와 조정조차 이루어지고 있지 않고, 민간서비스 자원들 간에도 연계인식이 전무하거나 미미하기 때문이다. 이러한 상황은 현재 우리 사회가 가지고 있는 혹은 전통적인 관료제적 의사결정체계에서 나올 수밖에 없는 필연적인 결과로 평가되었다(Song, 2017).

정부에서는 그동안에도 협치를 해왔고 지금의 모든 활동 역시 시민의 의견을 반영하고 참여를 보장하고 있다고 한다. 반면 민간에서는 정책설계와 추진과정에서 참여 기회 혹은 권한의 이양이 충분하지 못했다고 생각한다. Brown(2016)은 시민과 행정이 다른 입장과 경험을 가지게 되는 이유로 다음과 같이 설명하고 있다. 행정의 입장에서는 행동의 근거가 되는 정책이 무엇보다도 우선하고 정책의 수립에서 실행까지의 과정은 업무 절차로 인식하는 반면에 시민에게는 제공받는 공공서비스에 대한 접촉면이 넓은 반면, 이 서비스가 어떤 정책으로부터 나왔는지 관심을 가지거나 혹은 그 정책의 수립과정에 까지 참여하는 비중은 적다. 이런 까닭에 민관협치에 대한 이해도 서로 상이할 수밖에 없다.

기존의 관주도의 재난대응 정책수립 및 시행 체계가 가진 비효율성과 비민주성으로 기후변화 시대에 등장한 대규모 자연재난 문제와 이슈들을 다루기에는 적합하지 않다. 이런 상황을 고려할 때, 민관협치는 선택이 아닌 시대적 요구라 볼 수 있다(Song, 2017). 민관협치 활성화를 위해서는 무엇보다도 협치기반을 조성하기 위한 행정혁신이 필요하다. 즉, 재난현장에서 민-관을 연결할 새로운 소통과 협업의 방법론이 필요하다.

재난대응 민관협력체계를 구축하기 위해서는 지역사회의 재난대응 역량강화가 우선적으로 요구되는 사항이다. 또 민관협력체계가 제대로 역할을 수행하기 위

해서는 민관간의 상호의존의 원칙, 상호호혜의 원칙, 민주성의 원칙, 개방성의 원칙, 예산적절성의 원칙 등을 망라한 민관협력 기본원칙이 지켜져야 한다. 현실적으로 민간조직과 관조직 사이에 존재하는 힘의 불균형 관계를 극복하기 위해 민간 힘의 세력화도 필요하다. 민관협치에 있어서 민간의 역할은 협의체에 힘을 실어주는 사회적지지 세력의 역할과 주체적 운영세력이라는 역할을 충실히 수행하여야 한다. 이를 위해서는 참여 민간전문가의 역량배양이 전제되어야 한다. 민관협치의 발전과 안정적 운영을 위한 관의 역할은 주체적 지원세력이라는 것과 운영세력이라는 이중의 역할을 충실히 수행하는 것이다(MPB, 2008). 우리나라의 재난대응 분야의 경우, 첫째, ICT 분야의 강점을 충분히 살려 온·오프라인 국민참여를 유도하고; 둘째, 일회적·일방적 소통 구조를 다회적·쌍방향적 구조로 개편하며; 셋째, 절대 다수의 동의에 기초하는 합의형성(consensus-building)을 지향하고; 넷째, 중앙정부와 지방정부의 의사결정 권한과 범위를 축소하고 이를 국민과 공유하는 시스템으로 전환하여 민관협력 시스템을 구축할 경우, 획기적인 민관협치 모델 구성이 가능할 것이다(Jung, *et. al.*, 2013).

## 2. 자연재난 산업의 국제적 현황

최근 벌어진 세월호 사고(2014), 메르스 사태(2015) 등 많은 사례에서 알 수 있듯이, 정부조직에 의해서는 대규모 재난을 효과적으로 해결하기 쉽지 않음을 보였다. 이런 ‘다루기 힘든 문제’를 해결하는 과정에서 정부, 기업, 시민사회 등 다양한 파트너들로 이루어지는 민관협치의 역할에 대한 요구가 커지고 있다. 정부도 재난관리에 있어서 민관협력의 중요성을 인식하고 2013년 8월 6일 재난 및 안전관리 기본법을 개정할 때, 재난 및 안전관리 민관협력 활동 협의, 재난 및 안전관리 민관협력사업의 효율적 운영방안 협의, 재난 발생 시 인적 물적 자원동원, 인명구조 피해복구 활동 참여 등 재난 및 안전관리에 대한 민관협력을 원활하게 수행하기 위하여 중앙정부 및 지역에 ‘안전관리민관협력위원회’

를 구성·운영할 수 있도록 규정하였다(재난 및 안전관리 기본법 제12조의2(안전관리민관협력위원회) 및 제12조의 3(기능)). 이에 따라 중앙은 중앙안전관리민관협력위원회(이하 “중앙민관협력위원회”)를, 지역은 지역안전관리민관협력위원회(이하 “지역민관협력위원회”)를 구성·운영하고 있다. 하지만 민관협력위원회가 세월호, 메르스 등 여러 재난사고에 있어서도 재난대응에 있어 효과적인 민관협력체제나 협력적 대응의 모습은 찾아보기 어려웠고 이전과 별다른 역할을 하지 못한 것으로 나타났다(Bae, 2016). 지역안전관리위원회 또한 제대로 운영되지 않거나, 서면 회의 등 형식적 운영에 그치는 경우가 많은 것으로 나타났다(KIPA, 2009).

우리나라의 기상서비스 또는 자연재난 조기경보의 평균적 기술수준은 선진국 대비 70% 정도로 기술보유국에 근접하고 있고 사회적 수요도 크게 증가하고 있다. 재난발생에 대한 조기경보 과정에서도 지역의 기상전문가의 역할이 초기 대응에 매우 중요함에도 불구하고 지금까지 정부 주도하에 공급자 중심의 시장 제도로 인하여 기상 선진국 대비 국내 기상서비스산업의 시장은 제대로 자리 잡지 못하고 있다.

미국의 경우 재난대응 분야에서 정부, 민간, 학계 간 역할이 구분되어 있으며 상호보완 관계를 유지하고 있어 민관영역이 서로 경쟁하지 않고 상호보완적으로 발전되어 왔다. 1970년에 설립된 NVOAD(National Voluntary Organization Active in Disaster)은 2000년에 들어서면서 미 연방재난관리청(FEMA)과 ‘각 VOAD(Voluntary Organization Active in Disaster) 운동의 성장, 강화를 통해 자발적인 조직들이 재난으로부터 준비·대응·회복하는 최적의 효율화’를 위한 협의를 시작하였다. VOAD 회원모임에 정부조직인 EMA(Emergency Management Agency)와 FEMA(Federal Emergency Management Agency)가 참가하여 재난대응 전문가나 자발참가자와 재난정보 공유 등의 활동을 통하여 민간단체를 체계적으로 활용하고 있다(KIPA, 2009). 또 국가 정부기관인 미국 국가기상청(NWS)과 해양대기관리처(NOAA)는 개발된 기상정보 및 기상기술을 민간기상사업자들에게

무료로 제공하고 있다. 미국기상학회, 미국기상협회, 미국기상연합 등 민·관·학 연계 단체는 세부간 상호협력을 촉진하며, 기상과 재난대응 분야 학술·산업·정책 발전에 기여하고 있다. <Table 1>에 제시된 것과 같이, 미국 기상정보회사들은 대학, 국가기관과 협력하여 더 신뢰도 있는 재난정보를 스스로 창출하며, 기상정보를 비롯한 자연재난 조기경보를 국민에게 전달하는 역할을 담당하고 있다.

영국의 경우, 영국기상청과 민간 기상사업자가 완전 경쟁 체제 시장을 형성하고 있다. 영국 기상청에서는 날씨 판매 마케팅 및 비즈니스를 진행하고 있다. 최근 기상관련 기업들은 기상이변이나 이상기후현상과 같은 기상정보를 제공하고, 각종 기상 또는 기후관련 컨설팅을 수행하고, 기후재해에 따른 복구사업 등의 관련 기상·기후사업 부분을 새로운 시장으로 진출하고 있다 (Kim, 2013).

일본의 경우, 1995년 고베지진을 계기로 “재해대책기본법”을 개정하여 방재기본계획에 자주방재조직의 강화를 위해 지도자육성과 지침작성, 기자재 정비촉진을 위한 국고보조제도 신설 등 활성화방안을 구체화하였다. 2004년 4월 2,480개 지자체에 자주방재조직이 결성되어 전국 조직률은 62.5%에 달하고 있다(Nemoto, 2015). 고베 대지진에서 적극적인 역할을 담당하였던 자원봉사

단체들의 지속적인 협력을 위하여 NVNAD(Nippon Volunteer Network Active in Disaster)를 설립하여 지역 자원봉사단체들의 역량을 결집하고 정부와 협력체계를 구축하였다.

일본기상청의 역할은 방재 및 연구개발 중심이며 대부분의 기상서비스는 민간 기상사업자의 영역으로 구분 된다. 기상청 보유 데이터를 적극적으로 공개·개방하여 민간 기상사업자가 수요자의 요구에 따라 기상정보를 가공하여 제공하고 있다. 또 기상업무지원센터를 설립하여 민간 사업자에 대한 데이터 제공, 기상예보사 시험 운영 및 관리, 측기검정, 민간 사업자에 대한 기상 교육 및 워크숍, 예보업무허가 및 기상예보사 허가 등의 업무를 수행하고 있다.

우리나라의 경우 대국민 보편적 서비스를 수행하는 기상청 예보는 기상산업에서의 상업적 정보 가치가 낮으며, 수요 변화에 따른 선제적 대응 및 수요자 요구에 부응하는 마케팅 전략조차 없는 실정이다. 또 국내 기상정보사업자들은 대부분 소규모 기업으로 기술 개발 능력이 매우 제한적이고, 기상서비스 홍보활동 또한 실질적 미미하다. 기상정보 시장이 아직 초기의 제한적 수준이고, 기상정보회사의 영세성으로 전문 고급인력을 제대로 흡수하지 못하고 있는 실정이다. 이는 눈앞에 다가온 외국기업의 국내 진출 시 국내 민간 기상업체

Table 1. The role of agencies for severe weather in U. S. A.

Agencies	National Institute		Major civil · administrative · academic organizations		
	National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	National Weather Service (NWS)	American Meteorological Society (AMS)	National Weather Association (NWA)	The Weather Coalition
Main functions	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decision making service</li> <li>- Demand forecasting service</li> <li>- Improved climate service</li> <li>- Improving economic productivity</li> <li>- Disaster prediction system</li> <li>- Experienced professionals</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disaster alert/warning</li> <li>- Providing weather information for national responsibility and contribution</li> <li>Providing basic weather information necessary for national policy</li> <li>- Providing weather information in the form of a shared property for the people</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Publication of academic journals</li> <li>- Certifications from atmospheric and meteorological education and testing</li> <li>- Weather broadcast certification and weather consultation certification program</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Newsletters, national weather summaries and publications</li> <li>- Improving expertise of weather forecast officers by managing the certification procedures of weather forecast broadcasting guides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promote the formation of the meteorological council committee</li> <li>- Promotion of industrial, academic and government cooperation in the field of weather and climate</li> <li>- Support for research in the field of weather and climate</li> </ul>

※ Data: AMS Commission on the Weather and Climate Enterprise.

Table 2. Number of weather companies for the period of 1997~2009

Year	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
Number of weather companies	8	6	7	8	9	9	11	11	11	14	14	14	19

※ 「기상법」에 의한 기상사업제도로 업종별 구분 없음

※ 「기상산업진흥법」 시행( '09. 12. 10)에 따라 업종세분화 및 상근인력 등록기준 변경

※ 「기상산업진흥법」 시행 후 19개사 중 4개사\* 폐업, 15개사 재등록

\* (주)아카넷티비, (주)웨더라인, 엠투스루션, 엠알엠시스템

경쟁력이 문제가 될 것이다. 따라서 자연재난을 비롯한 산업기상 분야의 맞춤형 기상정보를 제공할 수 있는 민간기업의 실무 역량 강화가 요구된다.

### 3. 국내 자연재난산업(기상부분) 현황

우리나라 민간 예보사업제도는 1997년 7월 도입 시행 되었으며, 도입 목적은 자연재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하기 위한 공공적·공익적 기상서비스는 기상청이 제공하고, 특정 수요자가 요구하는 특정 지점의 기상예보 및 정보는 민간예보사업자가 제공하도록 하는 것이 기본 취지로서 선진형 기상 서비스 체계이다. 민간예보사업제도가 도입된 초기에 IMF 경제위기로 산업체의 구조조정, 기상정보의 유료화에 대한 국민의 인식 부족과 사회·경제적 여건의 어려움 등으로 활성화 되지 못하고 있다. 초창기에는 기상정보사업자들이 의욕적으로 출발하였으나, 사회 경제적인 여건과 경험 부족 등으로 시장개척과 고급정보제공 방안 등 기술기반이 취약하여 일부업체는 폐업하였다. 나머지 기상정보사업자도 과당경쟁으로 성장 기반이 약화되어 민간예보사업의 활성화에 악영향을 초래하였다. 이러한 여건으로 기상청의 관심과 지원 그리고 다각적인 노력에도 불구하고 시장의 활성화는 아직도 미흡한 상태이다.

기상사업의 범위가 점차 확대되어 예보사업에서 컨설팅, 장비, 감정업으로 확대 되면서 기상산업 전체의 시장은 표면상으로 확대된 모습을 보이고 있으나, 사업자들의 대부분이 장비업에 종사하고 있으며, 예보와 컨설팅 및 감정 업무는 아직도 제자리걸음을 하고 있는 실정이다. 2015년 말 통계를 보면 기상사업체 371(장비업 : 89%)개 업체에 570개 업종으로 확대 되었고 매출

액도 약 3,720억 원으로 외형상 성장한 것으로 보이나 실제로는 기상관련 전문 서비스업은 약 211억으로 전체의 5.7%에 불과하고 이중에서도 예보분야는 약 23억 원에 불과한 실정이다.

기상산업분야를 활성화시키기 위해서는 충분한 전문 인력과 기술을 보유하고 기상정보에 대한 수요를 창출하기 위한 지속적인 노력과 투자하는 것이 선결 문제이다. 그러나 현재로서는 업체의 영세성과 수익성이 낮고 다양한 분야에서 수익을 창출하지 못하고 있는 실정에서 투자확대가 어려운 실정이다. 또한 핵심기술 개발과 정보인프라 구축 등을 위한 대규모 투자 재원이 부족할 수밖에 없다. 기술개발을 위한 투자 부족은 기업의 수익을 확대하기 어렵게 만들고, 기상정보 서비스를 통한 고부가가치를 창출하지 못하는 악순환적인 구조로 이어지게 된다. 기상예보나 컨설팅 등 정보 사업에 종사하는 업체 수가 적기도하지만, 실제로 기상정보 시장 개방에 대한 사전 준비와 대처하기 위한 적극적인 투자와 인력확보에 나서는 업체는 많지 않아 보인다. 이러한 상태가 지속된다면 기상사업자들은 현재와 같이 기상청의 자료에 의존할 수밖에 없으며, 향후 수익성이 향상되어 해외에서 기술력과 인력을 충분히 갖춘 기업들이 국내시장으로 진입할 경우 국내 기상산업 전체가 외국계 기상정보회사로 넘어갈 것이다.

#### 1) 기상정보사업자 현황

1997년 기상예보업무 민간 개방 실시 시행 당시 3개 업체가 등록을 마쳤으며 1997년 말까지 8개 업체가 등록을 마쳤다. 이후 업체등록이 거의 없었으며, 2006년까지 2개 업체가 추가로 등록하여 10개 업체가 사업을 수행하였고 현재까지 13개 업체로 기상예보 및 컨설팅

업으로 등록되어있다. 아직도 기상정보사업의 수익성과 전망에 대하여 부정적인 요소가 남아있는 것으로 추정된다(〈Table 2〉와 〈Table 3〉 참조).

기상산업통계(기상산업진흥원 및 통계청) 자료에 의하면 2015년도 사업자 총수는 371(장비업 : 89%)개 업

체에 570개 업종으로 2014년도 대비 47개가 증가하였으며, 사업체별 업종 수는 평균 1.2개로 주로 장비업에 종사는 업체가 전체의 50% 이상을 차지하고 있으며, 기상관련 전문기술서비스업 및 방송 정보서비스업은 24.4%로 외형상으로는 커 보이거나 세부적으로 보면 기

Table 3. Number of weather companies for the period of 2010~2016

Business type Number of operators per year	Forecasting					Consulting		Equipment	Total
	Forecasting	Forecasting/ Consulting	Forecasting/ Equipment	Forecasting/ Consulting/ Equipment	Forecasting/ Consulting/ Expertise/ Equipment	Consulting	Consulting/ Equipment	Equipment	
2010	1	2	-	3	-	3	6	44	59
2011	1	3	-	4	-	2	5	112	127
2012	1	3	-	6	-	2	7	146	165
2013	2	4	3	5	-	1	7	178	200
2014	2	3	4	6	-	2	6	221	244
2015	2	3	8	9	1	4	9	273	309
2016	2	3	7	12	1	5	11	330	371

Table 4. Typical business type of weather companies in Korea

Business type	2015		2016	
	Number of companies	Percentage (%)	Number of companies	Percentage (%)
Total	523	100.0	570	100.0
Manufacturing of meteorological equipment and related products	199	38.0	179	31.4
Manufacture of equipment and apparatus for meteorological observation	58	11.1	83	14.6
Other meteorological measuring equipment manufacturing	133	25.4	90	15.5
Manufacturing of weather teaching aids	8	1.5	6	1.1
Wholesalers of meteorological devices and related products	97	18.5	121	21.2
Equipment and devices for meteorological observation wholesalers	34	6.5	64	11.2
Weather related products wholesalers	63	12.0	57	10.0
Weather related technical service	29	5.5	78	13.7
Meteorological research and development	11	2.1	23	4.0
Weather management consulting business	12	2.3	23	4.0
Climate impact assessment service industry	2	0.4	27	4.7
Weather expertise business	-	-	-	-
Weather forecasting service	4	0.8	5	0.9
Weather related broadcasting and information service industry	71	13.6	61	10.7
Weather broadcasting	-	-	1	0.2
Weather information portal and internet service industry	6	1.1	13	2.3
Development and supply of weather related software	65	12.4	47	8.2
Other weather service industry	127	24.3	131	23.0
Weather-related insurance	6	1.1	5	0.9
Repair and maintenance of meteorological instruments, devices and related products	121	23.1	126	22.1

※ Data: Survey report on weather market in 2016.

상경영컨설팅업 4%, 기후영향평가서비스업 4.7%, 기상예보서비스업 0.9%로 총 9.6%에 불과하다. 2014년도 3.7% 보다는 5.9% 증가한 것을 볼 수 있다. 전체 사업자의 대표업종 분류는 다음과 같다(〈Table 4〉 참조).

## 2) 종사자 현황

기상산업 통계자료(2015년도 기준)에 따르면 업체 수는 570개 업체에 전체 66,011명이 근무하고 있으나, 기상사업에 종사하는 근로자는 2,441명이며, 2014년도 보다 155명이 증가한 것으로 조사 되었다. 이 중에서 기상기후

영향평가 서비스와 기상감정 및 기상예보서비스업 종사자는 47명으로 기상사업 종사자의 약 1.9%에 불과하여 기상예보사업 종사자수가 전체 규모에 비하여 절대적으로 부족하다. 업종별 종사자 수는 〈Table 5〉와 같다.

종사자 2,441명을 상세분하면 남자가 2,007명 여자 434명으로 남자가 82.2%를 차지하고 있는데 이는 업체 수가 가장 많은 장비업의 특성상 남자 직원이 많은 것으로 보인다. 학력별 분포를 보면 대졸(4년제)이 1,491명으로 전체의 50% 이상을 차지하고 있으며, 기상분야 상시근자의 기상관련학과 출신은 173명으로 조사 되었으

Table 5. Number of full time employees of weather companies in Korea

Business type	Male full time employees		Female full time employees		Total full time employees	
	Number of people	Average	Number of people	Average	Number of people	Average
Total	2,007	3.5	434	0.8	2,441	4.3
Manufacturing of meteorological equipment and related products	821	4.6	208	1.2	1,029	5.7
Manufacture of equipment and apparatus for meteorological observation	425	5.1	87	1.0	512	6.2
Other meteorological measuring equipment manufacturing	390	4.3	121	1.3	511	5.7
Manufacturing of weather teaching aids	6	1.0	0	0.0	6	1.0
Wholesalers of meteorological devices and related products	243	2.0	41	0.3	284	2.3
Equipment and devices for meteorological observation wholesalers	166	2.6	16	0.3	182	2.8
Weather related products wholesalers	77	1.4	25	0.4	102	1.8
Weather related technical service	178	2.3	69	0.9	247	3.2
Meteorological research and development	43	1.9	19	0.8	62	2.7
Weather management consulting business	96	4.2	42	1.8	138	6.0
Climate impact assessment service industry	19	0.7	4	0.1	23	0.9
Weather expertise business	-	-	-	-	-	-
Weather forecasting service	20	4.0	4	0.8	24	4.8
Weather related broadcasting and information service industry	388	6.4	72	1.2	460	7.5
Weather broadcasting	2	2.0	0	0.0	2	2.0
Weather information portal and internet service industry	176	13.5	20	1.5	196	15.1
Development and supply of weather related software	210	4.5	52	1.1	262	5.6
Other weather service industry	377	2.9	44	0.3	421	3.2
Weather-related insurance	13	2.6	1	0.2	14	2.8
Repair and maintenance of meteorological instruments, devices and related products	364	2.9	43	0.3	407	3.2

※ Data: Survey report on weather market in 2016.

며, 이중 102명이 대졸(4년제)로 가장 많고 석사 45명, 박사 11명의 분포를 보였다. 기상관련학과 출신으로 기상기후영향평가서비스업에 5명, 기상예보서비스업에 7명으로 조사되었고 박사학위 소지자는 없다. 따라서 다른 산업분야와 비교하여 상대적으로 종사자수가 적은 것은 이 분야가 사업성과와 저조함을 알 수 있다.

3) 기상관련 자격·면허 취득 현황

기상관련 인력 풀을 살펴보면 전국의 기상 및 대기과학과와 유관학과에서 우수인력을 배출하고 있어 기본적으로 인력확보는 어렵지 않을 것으로 보이나 기상사업자들이 대부분 중소기업으로 급여 및 후생복지가 상대적으로 열악하여 취업을 기피하는 것으로 보인다. 또한 기상관련 자격증 취득현황을 보면 기상기사자격증 취득자가 2016년도 말 현재 3,171명, 기상감정기사 36명, 기상예보기술사 30명, 기상예보사 338명, 기상감정사가 9명으로 잠재 인력이 풍부한 것을 알 수 있다 (〈Table 6〉 참조).

III. 4차 산업혁명 시대의 기상정보 산업 발전 방안

글로벌 산업의 빅뱅이 도래하고 있다. 이른 바 4차 산업혁명의 담론이 시작된 것이다. 4차 산업혁명의 기

본 메커니즘은 초연결, 초지능, 대응함이다(Chun & Byun, 2016). 4차 산업혁명 시기의 산업생태계는 사물인터넷을 통해 만물이 수평적으로 연결되고(IoT, IoE), 이 과정에서 생성되는 방대한 빅 데이터를 생성하고, 인공지능(AI)이 빅데이터에 대한 고도의 해석(Deep Learning)을 토대로 적절한 판단과 자율제어를 수행함으로써 초지능적인 제품 생산/서비스 제공을 완성한다. 산업혁명은 생산성 향상과 인류의 생활수준 향상이라는 두 가지 효과를 도모하는 것으로 산업의 부가가치를 제고하는 수단을 구축하여 왔다. 4차 산업혁명에 의한 변화는 기계를 운영하고 조정하는 사람중심의 산업환경에서, 기계가 스스로 판단을 하고, 기계와 기계끼리 서로 의사소통하는 빅 데이터와 인공지능 등을 활용하는 산업환경으로 변화하는 것이다. 이러한 산업변화는 ICT와 제조업의 결합, 사이버물리시스템(CPS) 등 오픈형 시스템과 표준화 등이 융합되는 과정을 거치면서 완성될 것으로 보인다.

기상정보를 바탕으로 하는 자연재난 조기경보의 일반적인 형태는 수년간 축적된 기후기상 데이터와 과거 재난 발생 현황의 계절별 발생의 연관성이나 특성을 분석하여 가까운 미래에서의 재난발생을 예측을 O2O(online-to-offline) 기반 정보생산-공급-배분-서비스 프로세스를 통하여 관련한 재난정보의 유통과 스마트 서비스 제공으로 이어지는 형태로 구체화할 수 있다. 따라서 ICT 기술과

Table 6. Number of qualifications and licenses on weather business in Korea

Qualifications Year	Engineer Meteorology	Engineer Meteorology Appraiser	Professional Engineer Weather Forecaster	Weather Forecaster	Meteorology Appraiser
~2008	1,827	-	13	-	-
2009	166	-	2	7	-
2010	181	-	5	82	-
2011	166	-	2	63	-
2012	163	2	1	46	-
2013	157	26	4	26	-
2014	177	2	1	37	1
2015	148	1	1	43	2
2016	186	5	1	34	6
Total	3,171	36	30	338	9

※ Data: Survey report on weather market in 2016.

재난정보산업이 4차 산업혁명에 대응하기 위해 산업 구조상에서 반영하거나 고려되어야 할 부분은 클라우드 기반 재난 관련 빅데이터 수집 및 분석, 인공지능을 활용하는 실시간 조기경보 정보가치에 대한 고도해석, 그리고 O2O 환경에서 자연재난 예측 자료 제공을 포함하는 재난정보산업 생태계로 변화시켜야 할 것이다.

4차 산업혁명에 대한 재난정보산업 대응전략을 마련하기 위해서는 3차 산업혁명과 4차 산업혁명의 차이점을 인식해야만 한다. 3차 산업혁명이 자리 잡기에는 100년이라는 시간이 걸렸지만 4차 산업혁명은 쓰나미처럼 다가오고 있다. 4차 산업혁명에서는 하나의 혁신이 아니라 포괄적인 혁신이 이뤄지고 있다. 로봇, 자율주행차, AI, 클라우드 등 다양한 기술혁신이 한 번에 펼쳐지고 다른 분야와 융합하여 시스템적인 혁신이 이뤄진다. 과거에 있던 것을 발전시키는 것을 넘어 우리의 정체성까지 변화시키는 차원이 다른 혁명이다. 물리적으로만 존재하기보다 디지털적으로 존재가 가능해졌다. 우리의 생체학적 존재가 사라지더라도 복제를 통해 무한으로 존재가 가능해졌다. 모든 비즈니스 모델은 변화하고, 서비스를 구매하는 방식 등 모든 것이 달라지

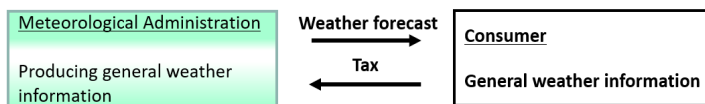
며, 이는 피할 수 없다(KBS, 2016).

### 1. 재난정보 생산 및 기술지원을 위한 산업기상정보센터(가칭)

미래의 기상정보 수요 형태는 상세하고, 정확하며, 목적에 맞게 가공되고, 필요한 때에 즉시 필요한 정보만 제공받기를 원한다. 이러한 미래의 기상정보 수요를 충족하기 위한 예보업무 방향은 수평해상도가 1 km인 전국 자료와 1 km 이하인 국지자료를 비롯한 상세 정보를 생산해야 하며, 1~2일의 단기 예보는 거의 완벽한 수준에서 1주일 예보는 현재의 단기예보 수준이 되어야 하며, 사용 목적에 맞게 사용자가 원하는 형태로 제공하는 수요자 중심의 목적 지향적이어야 하며, 필요시 즉시 활용 가능하게 신속하게 제공되어야 하며, 나아가서 사용자가 필요한 정보를 요청하고 요청된 정보만 제공되는 양방향 통신체계를 활용하는 사용자 중심의 운영체제로 전환되어야 한다(Anthes, 2007)(Figure 1)). 이런 다양하고도 구체적이며 정밀한 기상정보는 현재의 기상청과 일반 국민 사이에 이루어지고 있는 일방적인 정보 전달체계로는 불가능할 것이다. 이런 미래

## The paradigm of the weather information industry changes in the 21st century

<Current flow of weather information : Lack of roles of weather information industry while weather forecast centered>



<Flow of weather information in the 21th century : Environmental meteorology/ocean information industry is the main driver >

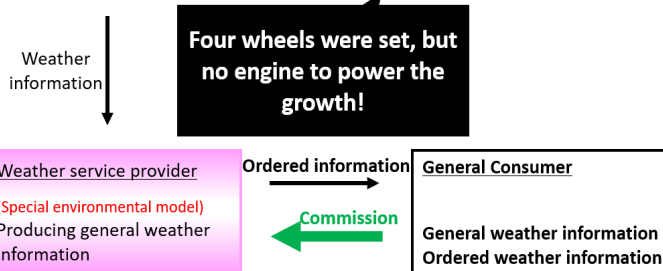
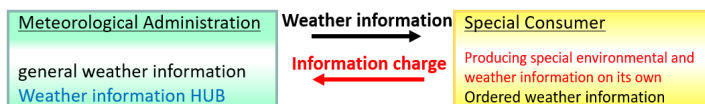


Figure 1. Status and issue in weather market on 21st century

의 기상정보에 대한 수요가 급증하는 것에 대비하는 가장 효율적인 정책은 기상정보에 대한 시장을 조성하여 재해에 대비한 민간 협치 체계를 수립하여 기상정보 수요에 대비하여야 할 것이다. 이를 위해서는 정부는 시장형성에 절대적으로 필요한 기상정보의 품질개선과 관리에 치중을 하면서 수요에 대한 공급은 민간 기상사업자에게 임무를 맡기어야 할 것이다. 이는 마치 국가에서 고속도로를 건설하면 민간에서 물류 이동을 맡아서 하는 것과 유사할 것이다. 국가에서 원활한 흐름을 위해 고속도로를 계속해서 감시하고, 보완해서 병목현상을 지속적으로 제거해나가는 과정과 같이 정부는 국가 방재업무에 충실함으로써 국민의 자연재난 조기경보 정보서비스 만족도를 배가할 수 있을 것이다.

## 2. 재난대응 종합 솔루션: 알파멧(AlphaMet) 시스템(예시)

2016년 3월 완벽하게 기획된 예측 시스템을 바탕으로 이세돌 9단에게 압도적인 4승1패의 성적을 거두어 한국기원에서 (명예)프로 9단 단증을 수여받은 알파고(AlphaGo) 9단은 국내·외로 인공지능 기술의 발전을 과시했을 뿐만 아니라 기계가 사람을 대치하여 사람의 직감을 잠식할 수 있다는 위기감을 불러 왔다. 알파고라는 인공지능 바둑 프로그램을 개발한 딥마인드(DeepMind)사의 대표인 허사비스 대표는 알파고가 바둑만을 두는 기계에서 벗어나 인류가 직면한 암, 기후변화, 에너지, 금융과 같은 거대문제를 다루게 될 것이라 장담했다.

홍수나 산사태, 해일 등 자연재해 발생을 인공지능(AI)으로 미리 알아낼 수 있는 재난대응 종합 기상정보 시스템 ‘알파멧(AlphaMet)’이 개발되었다(Oh, 2017b). 알파멧은 지상 관측정보와 상층 기상자료, 지형 데이터를 실시간 수집해 특정 지역을 수 십 m 단위로 기상 변화를 유추하여 자연재난 발생 가능성을 판단한다. 아울러 관측 자료가 없는 지역 기상 정보를 복원할 수 있다. 빈틈없는 기상 정보로 자칫 놓칠 수 있는 자연재해를 사전에 파악하는 것이다. 재난대응 종합 솔루션인 알파멧은 <Figure 2>에서 제시된 것과 같이, 재해기상 조기경보와 미관측 지점 기상자료 복원 외에 △한반도 방사능 상시 감시 △한반도 주변 해상하고 감시체계 구축 △한반도 미래 기후변화 감시 △농업분야를 위한 기상자료 생산시스템 △기상기수 예측 정보 산업적 활용 기술 △북극항로 운항선박용 항해안전안전지원시스템 구축에도 활용할 수 있다.

## 3. 재난정보 고도화사업

재난대응 산업기상정보 가치 향상을 위해 기상 산업 유형에 따른 새로운 8개의 재난정보 고도화사업을 발굴하여 수행할 필요가 있다(<Table 7> 참조).

### 1) 재해기상 조기경보 체계 구축 사업

재해기상 조기경보 체계 구축 사업 목표는 전지구모델과 정량적 진단모델 연동을 통한 상세기상예측 시스템 구축과 Web-GIS 기반의 재해 특보(폭염, 한파, 호우) 조기경보 체계 구축으로 제시되었다(<Table 7> 참

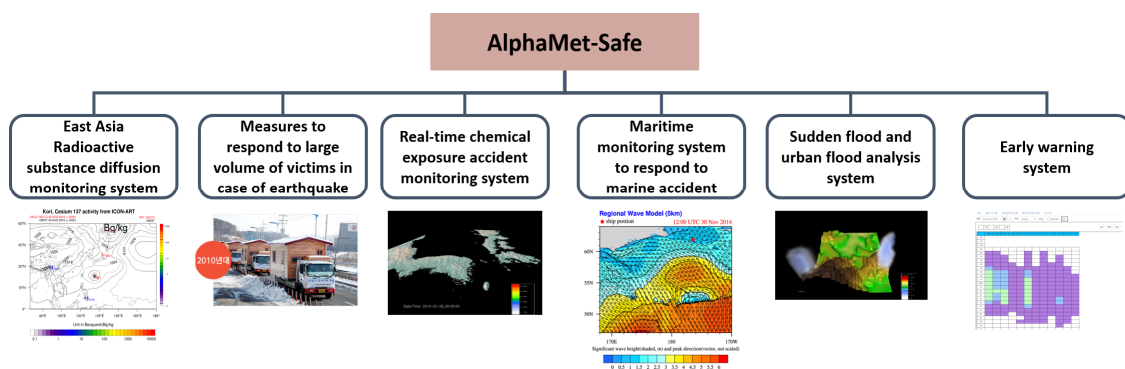


Figure 2. Total solution for early warning system on disaster: component of AlphaMet system

Table 7. List of proposed projects to enhance the early warning on natural disaster (for example)

Business title	Detailed business objectives
Investigation on the Early Warning Information System for Severe Weather	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establish detailed weather prediction system through linkage of global model and quantitative diagnosis model</li> <li>• Establish early warning system for special weather reports(heat wave, cold wave, heavy rainfall) based on Web-GIS</li> </ul>
Development of Synthetic Precipitation Data for Ungauged Sites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Develop technique how to restore synthetic precipitation data for ungauged sites</li> <li>• Restoration detailed precipitation data for ungauged sites in Seoul</li> </ul>
Establishment of radiation monitoring system on the Korean Peninsula	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establish the radioactive diffusion monitoring system over the Northeast Asia where nuclear power plants density area</li> <li>• Develop detecting technique of source location and estimation of radiation after nuclear accident</li> <li>• Develop emergency operation system</li> <li>• Develop operating system of radioactive monitoring on the Korean Peninsula</li> </ul>
Establishment of maritime accident monitoring system around the Korean Peninsula	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Develop a real-time weather-atmospheric dispersion-wave forecasting system</li> <li>• Establish maritime black box for saving and analyzation forecasting data</li> </ul>
Establishment of future climate change monitoring system on the Korean peninsula	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluate characteristic of climate change and simulation vulnerability</li> <li>• Ultrahigh-resolution climate change forecast scenario development on the Korean Peninsula</li> <li>• Prospects of extreme thought for evaluating climate change by country and local government</li> </ul>
Establishment of meteorological data production system for agriculture	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce long term forecast data customized for crop model</li> <li>• Search for applying overseas region using high-resolution long term forecast data</li> <li>• Produce agricultural meteorological seasonal forecast data for Africa</li> </ul>
Development of industrial application technology of weather and climate prediction information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A study on the correlation between the weather forecasting information and industry and its application</li> <li>• Developing the technology applicable to other industries based on the clothing industry</li> <li>• Development of an industrial-specific sales improvement techniques using meteorological forecasting information</li> </ul>
Development of prediction system for ship accessibility at the Arctic Sea routes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of prediction techniques for the variability of the sea ice areas in the Northern Hemisphere and navigation algorithms</li> <li>• Development of the Arctic Ocean's best route prediction technique considering the spatial distribution of sea ice and exclusive economic zone</li> <li>• Development of Safety Navigation Guidelines for the Arctic Route</li> </ul>

조). 재해 예측과 피해 추정에 관한 연구 결과를 모두 통합하여 각 지자체 별로 실무에 직접 적용할 수 있는 지자체용 재해기상 조기경보 시스템을 구축함으로써 실시간 재해 모니터링 및 예측 정보를 제공할 수 있는 역량을 개발하는 것이다. 종합적인 재해기상 예측 정보를 방재실무에 직접 사용할 수 있는 시스템 구축으로 방재 관련 기술 증대에 도움을 줄 수 있을 것이다. 재해 기상 감시/예측 결과를 기반으로 지자체 읍, 면, 동 단위의 위험등급을 정하고, 사전에 구현된 지역별 풍수해 위험 등급을 바탕으로 방재 담당자의 재난 시나리오에 따른 대응이 가능할 것이다.

## 2) 미관측 지점 기상자료 복원 사업

미관측 지점 기상자료 복원 사업의 사업 목표로 미관

측 지역 상세 강수 자료 복원 기법 개발과 복원 대상지역의 미관측 지점 상세 강수 자료 복원이 제시되었다(〈Table 7〉 참조). 복원된 자료의 분석을 통하여 방재 담당 기관의 재해 대응 능력이 향상될 것이며, 사후 복구 위주의 행정에서 사전 방재 대책 위주의 방재 행정으로 변화가 가속화 될 것이다.

## 3) 한반도 방사능 상시 감시체계 구축

한반도 방사능 상시 감시체계 구축 사업의 목표로 원전사고 발생 이후 발원지 추정 및 방사능 확산 예측 기술 개발, 비상 상시대응 시스템(Emergency Operation System) 기술 개발, 그리고 한반도 방사능 상시감시 종합 운영체계 개발이 설정되었다(〈Table 7〉 참조). 상시 원전사고 정보를 실시간 수집, 모의, 영향평가를 실시

하여 지자체 및 관련 기관에 전달하는 역할이 가능하고, 원전사고 위험도 예측자료를 지자체의 대책 수립에 활용하여 인적, 물적 피해 절감 방안 도출에 기여할 것이다. 나아가 원전사고 시 정확한 누출량 파악을 위해 방사능 누출량을 역추적 하여 위치가 불분명한 지역에서 원전에서 사고 발생 시 배출원 파악과 방사능 확산 예측이 가능하게 될 것이다.

#### 4) 한반도 주변 해상사고 감시체계 구축

한반도 주변 해상사고 감시체계 구축사업의 목표로 실시간 기상·대기확산·파랑 예측 시스템 구축과 예측결과 분석·저장용 해황 블랙박스 구축이 제시되었다(〈Table 7〉 참조). 이를 통해 해상사고에 대한 과학적 대응체계가 구축되어 인명피해를 필수적으로 동반하며, 화재 폭발 등과 같이 사회 위협적인 사고로 확대되는 해상사고 대한 국민적 불안감을 해소하게 될 것이다. 최근 증가하는 해상 HNS 누출사고 위험성에 대비함으로써 OPRC-HNS 의정서에서 요구하는 목표를 충족하여 국제적 국가 위상을 제고하는 효과도 가질 수 있다.

#### 5) 한반도 미래 기후변화 감시체계 구축

한반도 미래 기후변화 감시체계 구축 사업의 목표로 한반도 지역에 대한 1km 해상도의 상세 미래기후 전망 시스템 구축과 시, 군, 구 지방자치단체 단위의 극한 사상 전망이 제시되었다(〈Table 7〉 참조). 강우/기온 진단 모형을 이용한 RCP 시나리오에 따른 미래기후(2010-2100년)에 대한 한반도(북한 포함)의 1×1 km 격자 간격의 강우/기온 정보는 기후변화 분석, 예측, 진단, 영향 평가 등에 기초자료로 활용하게 된다.

#### 6) 농업분야를 위한 기상자료 생산시스템 구축

농업분야를 위한 기상자료 생산시스템 구축 사업의 목표로 파종기부터 수확기까지의 농업기상 장기예보자료 생산시스템 구축, 다운스케일링 기법을 적용한 고해상도 장기예보자료 생산시스템 구축, 그리고 농업분야

연구 분석을 위한 관측자료 기반 고해상도 복원자료 생산시스템 구축으로 제시되었다. 작물모델에 사용되는 기상자료로 장기예보자료를 사용함으로써 작물 생산성 예측의 신뢰도를 높여 식량안보에 기여할 수 있다.

#### 7) 기상/기후 예측정보의 산업적 활용 기술 개발

기상/기후 예측정보의 산업적 활용 기술 개발사업 목표로 기상요소가 산업에 미치는 영향을 분석하고 기상정보의 활용방안 제시, 기상정보를 활용한 제품 판매 예측 기술 구축 및 사례 적용, 그리고 산업분야에서 기상정보를 활용한 기업경영 방안 제시가 설정되었다(〈Table 7〉 참조). 대용량 컴퓨팅 자원이 요구되는 장기기상예보자료를 각종 산업의 제품판매 예측에 활용함으로써 자원의 절약과 기술의 협력을 도모할 수 있다. 장기적인 계획을 세워야 하는 제품생산일정, 매장 입고 시기, 입고수량 등의 결정에 과학적인 근거를 제시하여 불필요한 재고비용을 최소화 할 수 있고 이로 인해 경영 손실을 줄일 수 있다.

#### 8) 북극항로 운항선박용 항해안전지원시스템 개발

북극항로 운항선박용 항해안전지원시스템 개발사업 목표로 북반구 해빙면적 변동성 예측기술 및 자동항해 내비게이션 알고리즘 개발, 해빙의 공간적 분포와 배타적 경제수역을 함께 고려한 북극해 최적항로 예측기술 개발, 그리고 북극항로 안전항해 가이드라인 개발 제시가 설정되었다(〈Table 7〉 참조). 미래의 북극항로 개발 관련 산업 및 실제 북극항로를 운행하는 선박에 유용한 정보 제공이 가능할 것으로 기대되며, 물류업, 조선해양 플랜트 산업, 석유화학 등에 다양한 산업에 걸쳐 영향을 미칠 것으로 판단된다.

#### 4. 민간기상컨설파터 제도의 활성화

기상산업 분야에서도 재난정보가 우리 산업 전반과 국민의 안전과 직결됨을 인식하고 국민으로부터 재난 정보에 대한 불신을 조기에 해소하여야 한다는 절박감을 인지하여, 앞서 제시한 알파멧(AlphaMet)과 같이

새로운 4차 산업혁명시대에 부합하는 1x1 km 격자 이하의 재난대응 종합 솔루션을 적용하여야 할 것이다. 그 적용 방안의 하나로 민간기상컨설팅터 제도가 필요하다. 정부는 기상산업 발전을 위한 원천 정보 제공자인 동시에 감독자로, 민간기상컨설팅터는 재난정보 배분자 역할로 대 지자체 및 국민 대상으로 자연재난 조기경보지원 서비스를 일선에 담당하는 것이 필요하다.

아울러 민간기상컨설팅터 대상으로 재난 및 기상산업을 이끌고 나갈 성장 동력체로 산업기상정보센터(가칭)가 필요하다. 시장요구에 부합하는 재난정보를 발굴하고, 민간기상컨설팅터 제도의 기술지원을 실질적으로 담당할 산업기상 정보센터(가칭)는 앞서 예시로 제시된 AlphaMet과 같은 재난대응 종합솔루션 운영을 통한 산업정보 생산 비용 절감, 신규 아이템 개발을 통한 재난정보의 신뢰도와 나아가 기상산업정보의 가치 향상을 추진한다(Oh, 2017a). 그리고 새로운 기술 및 아이템에 대한 기상컨설팅터들의 평생교육에 대한 기획, 수행도 담당하는 것이 효율적인 자연재난에 대한 조기경보 및 대응에 필요한 과정이다.

산업기상정보센터(가칭)의 임무는, <Figure 3>에 제시된 것과 같이, 수요자 중심의 목적 지향적인 재난정

보와 산업기상정보를 생산하고 민간기상컨설팅터에 대한 기술지원을 하는 것이다. 산업기상정보센터와 기존의 기상정보사업자 또는 민간기상컨설팅터와의 역할 분담 공개혁신(Open Innovation)의 개념으로 새로운 기술이나 신상품 개발에 따른 위험과 수익을 나누는 관계혁신을 추구한다. 이러한 공개혁신이 필요한 이유는 일기예보 및 재난정보 시장에 구글(Google), IBM의 The Weather Company, AccuWeather 등 외국의 기상정보회사의 국내 진출에 따른 기상산업 기반을 상실하는 것을 사전에 대비하기 위함이다. 국내의 영세한 기상산업이 치열한 경쟁과 조기경보를 비롯한 기상정보의 상품수명이 짧은 환경에서 살아남기 위해서는 다양한 재난 정보 제품을 가급적 빨리 출시해야하기 때문에, 경험이 전무하거나 소규모 조직 내부 연구개발(R&D) 만으로는 경쟁 대상이 되지 못한다. 따라서 산업기상정보센터로 하여금 국내 기상사업자의 기술적으로도 시간적으로 충분하지 못한 신기술 또는 새로운 재난정보 생산을 공개 혁신 개념을 통해 지렛대 역할을 맡길 필요가 있다.

기상정보 산업분야의 성공은 기상정보의 접근, 축적, 활용에 의존하고 있다. 기상정보 산업분야의 혁신

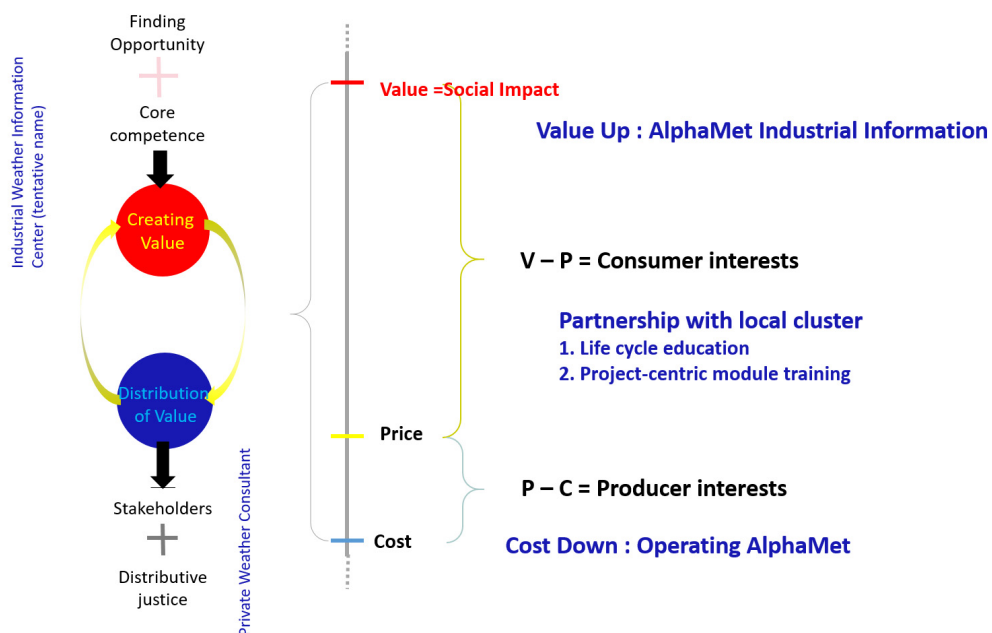


Figure 3. Diagram for the proposed structure to reduce the cost of information for weather market (for example)

은 체계적인 재난정보(관측, 예측 정보)를 생산, 공유, 적재적소에 활용하는 유통체계 구축을 위한 새로운 시스템 도입에 결정된다. 아울러 기상 및 재난 정보에 대한 요구를 재조명하여 재난정보를 재구성하고, 생산-분석-분배에 이르는 가치사슬 세부 영역에서 비효율적 요소를 제거하여 정보의 가치사슬 생산성에 대한 새로운 정의를 내릴 필요가 있다. 또한 지역 민간기상컨설파터와의 파트너십의 중요성을 인식하고 재정립하여 동반 성장·공유가치 창출(Creation Shared Value)을 하여야 한다. 재난 분야의 공유가치 창출은 기상정보의 경제·사회적 가치 총량을 확대하자는 혁신적 개념이 될 것이다. 아울러 재난업무에 대한 민관 협치 체계를 수립함으로써 사회적 문제를 해결하는 동시에 기상산업의 경제적인 가치와 사회적 가치를 동시에 창출 가능하게 할 것이다. 따라서 정부는 기상 원천 정보 제공자 및 감독자 역할을, 민간 기상 컨설파터는 기상 및 재난 정보 배분자, 그리고 산업기상 정보센터는 수요자 중심의 목적 지향적인 재난정보를 생산하는 역할을 하는 것이다. 나아가 산업기상 정보센터는 민간기상 컨설파터 대상 기상 및 재난정보 사업에 대한 생애 주기교육(평생 교육) 과정 체계 수립하고 실시하며, 민간기상 컨설파터의 경험을 서로 공유할 수 있는 커뮤니티를 구축함으로써 재난정보 가치 상승을 유도한다.

#### IV. 결론

4차 산업혁명 시대에 재난산업 분야의 성공은 재난 관련 정보의 접근·축적·활용에 달려있다. 체계적인 재난정보를 생산하고, 공유하며, 적재적소에 활용하는 유통체계 구축을 위한 새로운 시스템이 요구된다. 즉 4차 산업혁명 시대의 재난대응 조기경보 정보로는 현재 기상청에서 제공하는 일반적인 재난 및 기상정보와는 차별되고, 사물 인터넷(Internet of Things), 클라우드 컴퓨팅(cloud computing), 빅데이터(Big Data), 모바일(mobile) 기술을 총칭하는 ICBM 기술을 기반으로 과거, 현재, 미래 정보가 끊어짐 없이 나노규모로 상세한

재난정보가 요구된다.

알파고(AlphaGo)의 등장은 4차 산업혁명 시대에 기계가 사람을 대치하여 사람의 직장까지 잠식할 수 있다는 위기감을 불러 왔다. 인공지능 기술의 발전은 바둑에서 그치지 않고 인류가 직면한 암, 기후변화, 에너지, 금융과 같은 거대문제를 다루게 될 것이다.

즉, 4차 산업혁명은 기술융합 뿐만 아니라 사회·경제 분야의 혁명을 불러올 것이다. 공유(公有)라는 온라인(on-line) 개념이 소유(所有)라는 기존의 오프라인(off-line) 개념과 융합되면서 그 영역이 점차 확장되어 지금 나에게 필요한 재화와 서비스를 증시하는 소비자 욕망 중심의 공유경제 사회로 변하여 갈 것이다. 이는 생산과 소비가 결합하는 새로운 형태의 경제 사회로 진화되는 것을 말한다. 초지능, 초연결의 사회가 융합과 순환으로 나타나는 공유라는 개념과 결합하면서 전세계가 기존의 분리와 단절의 상징인 국경의 의미가 약해지는 작은 마을(small world) 사회로 접어드는 것이다. 이러한 변화의 물결에 동참하지 못하고 기존의 경제 개념에서 벗어나지 못하는 사회는 낙후될 수밖에 없을 것이다. 하지만 패러다임 변화의 주도권을 잡는다면 이야기는 달라지기에 선진국들은 이 소리 없는 전쟁에 돌입하고 있다. 4차 산업혁명을 이끌고 갈 기술개발, 인프라 구축과 핵심 인력 양성에 혼신의 힘을 다하는 것은 바로 주도권 경쟁 때문이다.

이미 미국, 일본을 비롯한 산업기상 선진국의 전문업체들은 막강한 자본, 기술, 정보력을 가지고 이미 우리 주변에서 본격적인 기상정보 시장이 열리기를 기다리고 있다. 여기에 대항하는 국내 기상정보업체 현황은 그 자본 규모, 전문기술력, 전문 인력 보유 현황, 매출 현황, 그리고 수익발생 형태를 고려할 때, 외국 업체와 경쟁하거나 다가오는 4차 산업혁명에서 살아남기에는 턱없이 영세하다. 만약 국내 기상정보 시장이 한번이라도 외국 업체에게 넘어가면 우리는 영원히 기상정보 종속국을 피하기 어렵다.

우리나라도 본 연구에서 예시로 제시한 알파멧(AlphaMet, 일기 예보하는 알파고)과 같이 슈퍼컴퓨터

를 활용하는 나노스케일의 기상정보 시스템을 기상산업 분야를 적용하여야 한다. 아울러 4차 산업혁명시대에 걸맞은 재난정보를 생산하고 새로운 요구에 체계적으로 대응하기 위한 기상산업 분야의 수단으로 산업기상정보센터가 필요하다. 이 센터는 기상사업자와 수요자 간에 수요자 중심의 목적 지향적인 기상정보를 공급할 수 있도록 기상정보 전달체계를 개선할 것이다. 아울러 산업기상정보센터 운영을 통해 4차 산업혁명이라는 물결을 헤쳐 나가면 외국의 기상정보업체와도 경쟁할 수 있는 기술을 확보할 수 있을 것이다.

4차 산업혁명 시대에는 지구온난화로 폭증하는 폭염을 비롯한 각종 자연재난과 이에 따른 복합재난에 대해 정부, 시민과 산업이 공동으로 대응하는 재난대응 거버넌스 체계를 통해 진일보된 기상 서비스로 국민의 안전과 재난대응에 대한 신뢰도 향상에 기여할 수 있게 될 것이다.

## 감사의 글

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2017년)에 의하여 연구되었음. 또한 논문의 완성도를 높일 수 있게 지적하여 주신 심사자에게 감사를 표함.

## References

- Anthes, R. A. 2007. *Earth Science and Applications from Space: National Imperatives for the Next Decade and Beyond*. National Academies Press, Washington.
- Bae, Jae Hyeon. 2016. Development Plan on the Public-private Governance on Disaster Management. Assessment Report on Response and Treatment to the Parliamentary Inspection of the Government Offices and Treatment. *NARS*. 9: 23.
- Chun, Jong Gyu and Kyong Rok Byun. 2016. Smart China. 4th Industrial Revolution at ChinaL Report(1) on Growing Industry in China. *Global Market Strategy*. Samsungpop. 2016.4.20.
- Guha, Sapir D., Ph. Hoyois, and R. Below. 2015. *Annual Disaster Statistical Review 2014: The Numbers and Trends*. Brussels: CRED; 2015.
- Jung, Jung Hwa, Jai Ho Eun, Myeong Woon Jung, and Jae Gul Nam. 2013. *Development of a Model for Civilian Participation and Regal Foundation for Enhancement of Public-private Governance*. SAPA.
- Kim, Dong Sik. 2013. *CEO Reading Weather*. Prisma Press.
- Kim, Eun Sung, Ji Bum Jung, and Hyuk Geun Ahn. 2009. *Study on the Paradigm of National Disaster and Emergency Management Plan*. KIPA Res. Report 2009-18.
- KIPA. 2009. *Plan on Foundation of Public-private Collaboration System for Effective Disaster and Emergency Management*. KIPA Report.
- Lee, Kyung Mi. 2016. *KBS Special Project: The Choice of Davos, 4th Industrial Revolution Is the Future*. Lecture and Discussion by Klaus Schwab, the Founder and Executive Chairman of the World Economic Forum. [http://www.nia.or.kr/site/nia\\_kor/ex/bbs/View.do?cbIdx=25699&bcIdx=17780&parentSeq=17780](http://www.nia.or.kr/site/nia_kor/ex/bbs/View.do?cbIdx=25699&bcIdx=17780&parentSeq=17780).
- Lee, Min Hwa. 2017. *[4th Industrial Revolution by Lee, Min-Hwa] Focus on Harmony and Application instead of Development*. Guest Column. Sedaily. 2017. 4. 5. <http://www.sedaily.com/NewsView/10EJ1PFCE1>.
- Masatsugu, Nemoto. 2015. Disaster Management System of Local Government and Role of Social Economic Organization- Focused on Basic Act on Disaster Control Measures in Japan and Case of Sugunami City. *Korean Review of Crisis and Emergency Management*. 11(2): 49-69.
- MPB. 2008. *Study on the Various Public-private Collaboration System at Local County Level and Development Model*. Ministry of Planning and Budget.
- Oh, Jai Ho. 2017a. *Study on Strategic Plan of Weather Industry for 4th Industrial Revolution Era*. KMI.
- Oh, Jai Ho. 2017b. *Natural Disaster, Solve with AI*. Etnews. <http://www.etnews.com/20170601000086>.
- SIG. 2016. *Understanding for Cooperative Governance 1-How to Solve Social Problems through Cooperative Rule of Government*. SIG Report.
- Song, Ha Jin. 2017. Innovation for Governance, Governance for Innovation- Focused on Three Tasks on Activation of

- Public-private Governance. *The Hope Issue*. 29: 1-14.
- Song, Young Jo and Chang Ok Choi. 2017. *The Economical Meaning of the 4th Industrial Revolution and Role of Government- Focused on Comparison among OECD Countries*. NIA Hot Issue Report 2017-2. NIA.
- Sophie, Reynolds, Madeleine Gabriel, and Charlotte Heales. 2016. *Social Innovation Policy in Europe: Where Next?*. NESTA.
- Tim, Brown. 2016. *Designing for Public Services, IDEO, Design For Europe*. NESTA.
- World Bank. 2013. *Building Resilience: Integrating Climate and Disaster Risk into Development*. Washington D.C: The World Bank.
- Young Foundation. 2016. *Making Waves: Amplifying the Potential of Cities and Regions through Movement Based Social Innovation*. Young Foundation. 7-14.
- Korean References Translated from the English*
- Masatsugu Nemoto. 2015. 지방자치단체 재난관리 체계와 사회적 경제조직의 역할- 일본 재해대책 기본법 개정과 스키나미 구(杉並區) 사례를 중심으로. 한국위기관리논집. 11(2): 49-69.
- SIG. 2016. 협력적 거버넌스(협치)에 대한 이해 1-민관의 협력적 다스림(통치)을 통한 사회문제 해결 방법. SIG 보고서.
- 기획예산처. 2008. 시군구 유형별 민관협력체계 실태 및 발전 모형에 관한 연구. 기획예산처.
- 김동식. 2013. 날씨 읽어주는 CEO. 프리스마.
- 김은성, 정지범, 안혁근. 2009. 국가재난관리정책 패러다임에 대한 연구. KIPA 연구보고서 2009-18.
- 배재현. 2016. 민관협력 재난대응 거버넌스 구축방안. 국정감사 시정 및 처리결과 평가보고서. 국회입법조사처.
- 송영조, 최창욱. 2017. 4차 산업혁명의 경제적 의미와 정부 역할- OECD 국가 비교 중심으로. NIA Hot Issue Report 2017-2. NIA.
- 송하진. 2017. 협치를 위한 혁신, 혁신을 완성하는 협치- 민관협치 활성화를 위한 세 가지 과제 중심으로. 희망이슈. 29: 1-14.
- 오재호. 2017a. 4차 산업혁명 시대의 민간기상예보기법 연구. KMI.
- 오재호. 2017b. 자연재해, 인공지능(AI)으로 알아낸다. 전자신문. <http://www.etnews.com/20170601000086>.
- 이경미. 2016. KBS 특별기획 다보스의 선택, 4차 산업혁명이 미래다. 세계경제포럼회장 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)의 강연 및 대담. [http://www.nia.or.kr/site/nia\\_kor/ex/bbs/View.do?cbIdx=25699&bcIdx=17780&parentSeq=17780](http://www.nia.or.kr/site/nia_kor/ex/bbs/View.do?cbIdx=25699&bcIdx=17780&parentSeq=17780).
- 이민화. 2017. [이민화의 4차 산업혁명] 개발보다 융합·활용에 초점을. 서울경제 사외칼럼. 2017년 4월 5일자. <http://www.sedaily.com/NewsView/10EJ1PFCE1>.
- 전종규, 변경록. 2016. 스마트 차이나, 중국 4차 산업혁명: 중국 성장산업 訪問 보고서(I). Global Market Strategy. 삼성증권. 2016년 4월 20일자.
- 정정화, 은재호, 정명운, 남재걸. 2013. 민관협치 강화를 위한 국민참여 모델 개발 및 법적 근거 연구. 서울행정학회 연구보고서.
- 한국행정연구원. 2009. 재난 및 안전관련 효율적 대응을 위한 민관협력체계 구축방안. KIPA 연구보고서.

Received: Oct. 31, 2017 / Revised: Jan. 3, 2018 / Accepted: Jan. 9, 2018

## 4차 산업혁명 시대의 재난대응 민관협력 체계에 관한 연구

– 조기경보시스템에서 민간 전문가 역할을 중심으로 –

국문초록 현대사회의 위험은 복잡화, 다양화되어 불확실성이 매우 높기 때문에 기존 관 주도의 재난대응 정책 수립 및 시행 체계가 가진 비효율성과 비민주성으로 기후변화 시대에 등장한 대규모 자연재난 문제와 이슈들을 다루기에는 적합하지 않다. 이런 상황을 고려할 때, 재난관리에서 민관협치는 선택이 아닌 시대적 요구라 볼 수 있다. 재난대응 민관협력체계 구축을 위해서는 ICT 분야의 강점을 살린 지역사회와 재난대응 역량강화가 필요하다. 국내 재난산업(기상부분)을 분석한 결과, 미국, 영국, 일본 등 재난관리 선진국에서는 민간전문가 또는 기업의 역할이 나날이 커지는데 비해 우리나라의 경우 기상정보회사의 영세성으로 전문 고급인력을 제대로 흡수하지 못하고 있어 외국기업의 국내 진출 시 국내 민간 기상업체 경쟁력이 문제가 될 것으로 파악되었다. 4차 산업혁명시대를 대비하여 개발된 재난대응 종합 솔루션인 알파멧(AlphaMet) 시스템과 같은 기상정보시스템과 재난대응 고도화사업들이 소개되었다. 또 지자체 및 국민을 대상으로 자연재난 조기경보지원 서비스를 담당할 민간기상컨설턴터 제도도 제시되었다. 새로운 재난정보를 발굴하고, 재난대응 종합 솔루션을 운영하고, 민간기상컨설턴터 제도의 기술지원을 실질적으로 담당할 산업기상정보센터도 함께 제시되었다.

주제어 : 재난관리, 4차 산업혁명, AlphaMet, 기후변화, 날씨, 정책, 거버넌스

Profiles **Jai Ho Oh** : At present, he is professor in the Department of Environmental Atmospheric Sciences of the Pukyong National University. He has published more than 130 research papers and 27 books. He severed the president of International Society for Crisis and Emergency Management for 2009, and the president of Korean Society for Crisis and Emergency Management for 2011-2012(jhoh@pknu.ac.kr).

Appendix

Appendix 1. 영문 약어표

약어	영문	한글(한자)
AI	Artificial Intelligence	인공지능(人工知能)
AMS	American Meteorological Society	미국 기상 학회(美國氣象學會)
CEO	Chief Executive Officer	최고경영자
CPS	Cyber Physical System	사이버 물리 시스템
EM-DAT	launched the Emergency Events Database	비상상황데이터베이스
FEMA	Federal Emergency Management Agency	미 연방재난관리청 (美聯邦災難管理廳)
GDP	Gross Domestic Product	국내총생산(國內總生產)
HNS	Hazardous and Noxious Substances	위험·유해물질(危險·有害物質)
ICT	Information & Communication Technology	정보통신기술(情報通信技術)
IMF	International Monetary Fund	국제통화기금(國際通貨基金)
IoE	Internet of Everything	만물인터넷
IoT	Internet of Things	사물인터넷
KBS	Korean Broadcasting System	한국방송(韓國放送)
MPB	Ministry of Planning and Budget	기획예산처(企劃豫算處)
NARS	National Assembly Research Service	국회입법조사처(國會立法調査處)
NIA	National Information Society Agency	한국정보화진흥원(韓國情報化振興院)
NESTA	National Endowment for Science, Technology and the Arts	영국 기부재단
KIAS	Korea Institute of Public Administration	한국행정연구원(韓國行政研究院)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	미 해양대기관리처(海洋大氣管理處)
NVNAD	Nippon Volunteer Network Active in Disaster	일본 재앙 구호 네트워크 활동
NVOAD	National Voluntary Organization Active in Disaster	미국 재난 구호활동 협의회
NWA	Development Assistance Committee	미국 기상협회(美國氣象協會)
O2O	Online-to-Offline	O2O 서비스
OPRC-HNS	Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances	유해물질에 의한 오염사고의 대비, 대응 및 협력에 관한 의정서
R&D	Research and Development	연구개발(研究開發)
RCP	Representative Concentration Pathways	대표농도경로
SIG	Social Innovation Group	소셜이노베이션그룹
VOAD	Voluntary Organization Active in Disaster	재난 구호활동 협의회
U.S.A	United States of America	미국(美國)
web-GIS	web-Geographic Information System	웹기반 지리정보시스템

