

보행자 군중압착사고 방지를 위한 ICT기반 재난방지시스템 개발 해외 사례 연구

용산구 이태원 사고 후 한국 정부의 「현장인파관리시스템」 구축에 관한 제언

김수현¹⁾

용산구 이태원 사고 발생 후, 윤 정부는 이동통신사와 민관협약을 통해 개인의 위치 정보 데이터를 제공받아 ICT 기술을 활용한 인원밀집도 분석을 통해 재난현장 혹은 재난 위험이 예측되는 지역의 인파 관리를 시행하고, 보행자 밀집 수준을 기준으로 재난 상황을 판단하는 재난안전체계 「현장인파관리시스템」을 2023년까지 구축하겠다는 계획을 발표했다. 「현장인파관리시스템」 설계는 국내에 전례가 없는 만큼 본국과 유사한 행정적, 인구학적 인프라를 갖추고 있으면서 민간의 이동통신사가 정부와 협업하여 디지털 방재 플랫폼을 만들고 시스템을 운영한 해외의 유사 사례를 탐색할 필요가 있다.

이에 본 연구는 문헌검토를 통해 일본의 ICT기반 재난방지시스템인 「SIP4D」, 「CPS4D」, 「NTT D-Resilio」, 「TSUNAGARU」, 「KDDI」, 「SOCDA」, 「D24H」를 분석하고 한국의 「현장인파관리시스템」 구축과 관련된 유의미한 함의를 도출했다. 특히 대한민국 국민의 생명, 신체, 안전을 보장받을 수 있는 권리가 국가와 지자체의 의무에 의해 지켜지기 위해서는 ICT기술을 기반한 재난안전시스템이 재난의료지원시스템과 통일된 형태로 연계되어야 하며, 재난정보의 빅데이터분석과 GPS를 활용한 보행자 군집 및 피난 밀집도 분석결과가 시스템에 추동력을 가한다는 시사점을 발견했다. 또한 「현장인파관리시스템」은 과연 어떠한 점을 중점적으로 고려하여 설계되어야 하며, 왜 보행자집단 분석을 통한 밀집도 파악과 피난 안내가 재난방지 및 사후구조작업 대책의 핵심적인 역할을 수행하는지 고찰함으로써 미래 대한민국의 행정과 안전을 위한 디지털 혁신의 방향을 모색했다.

[주제어:] 재난방지시스템, 현장인파관리시스템, 용산구이태원사고

1) 한양대학교 과학기술정책학 박사과정, 과학기술정책연구소 연구원 luna_diamond@naver.com

I. 서론

1.1. 연구의 배경과 목적

22년 10월 29일 22:15경 할로윈을 기념하는 인파가 해밀톤 호텔에 인접한 골목으로 밀려 들면서 354명의 사상자¹⁾가 발생했다.

행안부는 주최자가 없는 상태에서 다중이 밀집하여 발생한 인파사고에 대비한 안전관리 방안에 대해 논의하기 위해 '다중밀집 인파사고 예방 안전관리 대책 마련을 위한 특별팀(TF)'을 조직했다. 이어 중앙재난안전대책본부는 행안부장관 주재로 정보통신기술 기반으로 군중밀집 인파사고 예방관리 체계를 마련하기 위한 민관 합동회의를 개최하고, 이동통신 3사의 기지국 기반 위치신호데이터, 교통기관의 대중교통데이터 등을 활용한 「현장인파관리시스템」 구축방안을 집중 논의했다.²⁾ 행안부는 기지국 위치신호데이터, 대중교통데이터 등을 수집·분석하여 군중 밀집 지역의 위험 수준을 점검하고, 위험 전에 밀집 인파에 재난문자 등으로 알리기 위한 「현장인파관리시스템」을 2023년까지 구축하기로 했다.³⁾

특히, 「현장인파관리시스템」이 유동인구와 공간밀집도를 분석하는 기능을 정상적으로 수행하기 위해서 개인의 위치 정보를 이동통신사 기지국을 통해 제공받고, 수집된 위치신호데이터를 바탕으로 빅데이터 분석이 필요하다. 이를 위해 행안부는 「재난안전법」개정, 폐쇄회로 텔레비전·드론 영상의 밀집도 자동분석 기술 연구개발(R&D) 등 현장에 적용해야 하는 방안에 대해서도 논의하고 있다.⁴⁾

행안부에 의하면 「현장인파관리시스템」은 이동통신 3사의 기지국에서 제공한 위치신호데이터를 바탕으로 유동인구와 공간밀집도 분석하고, 밀집 장소에 있는 국민에게 재난문자를 전송하는 기능 및 폐쇄회로 텔레비전 등으로 현장 상황을 중계하여 경찰, 소방 등 관계기관에 상황을 전파하는 기능을 갖춘 시스템이다.

이는 정부의 재난 재해 알림서비스의 영역을 확대하여 민관협력을 통해 이동통신사 기업이 정부에 데이터를 제공함으로써, 위험 커뮤니케이션의 도구로 대국민이 사용하는 SNS를 활용할 수 있는 가능성까지 타진할 수 있다는 점에서 굉장히 진보적이다. 또한 21년 전자정부 기본계획에서 명시한 IoT 재난안전체계 구축사업과 소폭 차이가 있다.

행정안전부에서 21년에 발표한 제2차 전자정부 기본계획에 의하면, 현장데이터를 기반으로 안전관리를 강화하기 위해 재난안전 대응에 사물인터넷(IoT)을 활용하는 국가적 사업이 21-25년 사이에 계획되어 있다. 세부적으로는 비정형데이터(이미지, 영상, 텍스트, 사물인터넷)와 국민생활과 밀접하거나 산업발전에 필요한 데이터를 고품질화하여 개방한다는 목표가 설정되고, 중점 사업으로 IoT 재난안전체계 구축 및 수지·급경사지 등에 재해 발생 시 신속한 현장 대응을 위해 디지털 관측 및 계측 시스템 등 스마트 조기경보 시스템 구축을 소개하고 있다.

즉 IoT와 AI를 활용한 재난안전시스템 설계에 관한 전자정부 계획은 비교적 불확실성 예측이 명확한 자연재해나 기준에 자주 재해나 수해가 발생했던 지역을 집중적이고 체계적으

1) 행정안전부 재난관리실, 서울 이태원 사고 대처상황보고서(12.2. 18:00)

2) [브리핑 발표문] 이태원 사고 중대본 브리핑(11.11.)

3) 「다중 밀집 인파사고 예방 안전관리 대책 마련 특별팀(TF)」 2차 회의 결과

4) 행정안전부, '행안부, 정보통신기술 기반 인파 밀집위험 미리 알린다

- 장관 주재, 현장인파관리시스템 구축 방안 민.관 합동회의 개최 -', 보도자료, 2022.11.10

로 관리하는 디지털 관측 및 계측 시스템 개발사업 투자에 집중되어 있다. 반면 공간밀집도나 보행자 흐름을 분석하는 시스템 구상이 묘연한 것을 보았을 때, 인파 밀집으로 인한 인재 사고의 가능성은 드물다고 예측한 정황이 있다.

한편 디지털 정부혁신 추진의 일환으로 「데이터기반행정법」을 제정하여 데이터기반 행정을 추진할 근거를 마련하고, 데이터3법⁵⁾ 개정(20.1월)을 통해 개인정보 활용기반을 마련하면서 디지털 정부 모델의 윤곽이 드러나기 시작했다. 더하여 이번 참사를 겪으면서 공공안전을 위한 「현장인파관리시스템」구축을 위해 이동통신사를 통해 국민 개개인으로부터 위치신호데이터를 제공받을 수 있도록 「재난안전법」 개정이 예고되면서 민관협력을 통해 국민과 정부 간의 위험 커뮤니케이션 도구로 대국민이 사용하는 SNS 또한 적극 활용될 수 있는 단계로 발전한 것이 「현장인파관리시스템」의 특성이라 볼 수 있다.



<그림 1> ICT 기반 「현장인파관리시스템」 개념도

정부가 이동통신사와 민관협약을 통해 개인의 위치 정보 데이터를 제공받아 ICT 기술을 활용한 인원밀집도 분석을 통해 재난현장 혹은 재난 위험이 예측되는 지역의 인파 관리를 시행하고, 보행자의 흐름 즉 밀집도를 기준으로 「현장인파관리시스템」이라는 재난안전체계를 구축하는 것은 국내에서 처음 시도되는 일이다. 국내에 전례가 없고, 정부 주도하에 구축되는 재난안전체계 시스템인 만큼, 개발 시 해외의 우수한 선례를 항상 참작해야 마땅할 것이다.

이에 본 연구는 본국과 유사한 행정적, 인구학적 인프라를 갖추고 있으면서 민간의 이동통신사가 정부와 협업하여 디지털 방재 플랫폼을 만들고 활용한 사례가 있는 일본을 ICT기반 현장인파관리시스템 구축을 위한 선행사례로 탐색하고자 한다. 또한 국내에 현존하는 41개의 재난표준매뉴얼 및 16개 주요상황대응매뉴얼과 도상훈련이 모든 인파밀집사고를 예방하기에 한계가 있음을 논하고, ICT기술을 기반으로 한 재난안전시스템이 상황별 재난대응 매뉴얼을 학습하고 시스템 설계에 따라 현장 구조작업을 보조한 해외 사례를 소개한다. 이는 재난 위험요소 및 인원 밀집도를 실시간으로 분석하고, 지역별 신고 수치와 민간인

5) 개인정보 보호법, 「신용정보의 이용 및 보호에 관한 법률」, 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」

피난처의 만실 수준을 수치를 대략적인 수치 범위가 아닌 숫자 단위로 정확한 정보를 제공한다. 다만 일본 도도부현 몇 곳의 행정기관에 한정하여 민간기업과 시민의 참여를 유도하는 형태로 시스템이 운영되고 있으나, 일본의 전자정부 추진안인 「Society5.0」에 의하면, 현재 시스템이 보급된 대도시 형태의 도도부현뿐만 아니라 중소도시를 포함한 전국의 도도부현으로 보급지역을 확장하여 통일된 규격의 재난신고 및 보고, 민간인을 대상으로 한 안전과 피난 지시서비스 제공에 활용될 예정이다.

이와 같은 선례들은 재난안전시스템에 보행자 소재 파악과 재난발생지의 인원 밀집도 분석 결과가 재난의료서비스와 실시간으로 연계되는 기능이 탑재되었을 때, 향후 용산구 이태원 사고와 같은 보행자 군중 압착사고와 유사한 사고 재발을 방지할 수 있다고 근거한다.

본 연구는 국내에서 처음 시도되는 인파밀집사고 대응을 위한 ICT기반 재난방지시스템인 「현장인파관리시스템」의 구축이 과연 어떠한 점을 중점적으로 고려하여 설계되어야 하며, 보행자집단 분석을 통한 밀집도 파악과 피난 안내가 왜 재난방지대책에서 핵심적인 역할을 수행할 수 있는지 역설한다.

또한 대한민국 국민의 생명, 신체, 안전을 보장받을 수 있는 권리가 국가와 지자체의 의무에 의해 지켜지기 위해, 깨어있는 시민의식을 가진 국민 스스로가 공공안전을 위해 위치정보를 비롯하여 재난 정황을 분석하는데 유의한 개인정보를 제공할 용의가 있는지 묻는다. 이를 통해 대한민국 전자정부가 디지털 플랫폼 또는 ICT기술을 기반으로 한 재난안전시스템을 개발하기 위해 나아갈 행정 안전 업무의 디지털 혁신 방향을 모색한다.

1.2. 연구의 범위와 방법

국내 ICT기반 현장인파관리시스템 구축을 위한 선행사례 탐색의 일환으로 일본의 방재 및 감재를 위한 ICT도입현황과 그 사례를 분석한다. 문헌검토 대상은 일본 총무성에서 발간한 백서 및 AI활용 방재에 관한 제 문헌이며, 선정 이유는 다음과 같다.

첫째, 일본은 세계유수의 재해대국으로 대규모의 자연재해가 발생하는 도도부현과 사회 및 경제적으로 큰 손해를 받은 나라이며, 특히 도시 재해에 대한 방재 연구가 풍부하다.

특히 본 연구에서 주목하고자 하는 일본의 ICT활용 방재시스템 성과는 민간인을 대상으로 한 시뮬레이션인데, 가령 보행자집단의 행동심리와 군집형성 현상을 분석하고 밀집도와 피난공간 만실 수준을 수치로 나타내어 재난이나 사고 발생 시 민간인의 이동혼선을 완화한 점이다. 둘째, 자연재해뿐만 아니라 인공재해에 대한 예방책 및 사후관리책을 정립하는데 ICT기술을 활용했다. 셋째, 일본은 한국과 함께 인구고령화 문제가 심각한 나라로, 인구 감소 시대에 구호 인력 및 의료 인력이 부족한 경우를 대비하여 정부가 ICT기술을 방재와 위기대응의 수단으로 적극 수용하고 있으며, 이를 통해 비용편익적 측면에서 재난 사전 및 사후관리에 대한 경제적 이익을 보고 있어 한국의 「현장인파관리시스템」 설계를 위한 충분한 해외 선례로 활용할 수 있다.

II. 일본 ICT기반 재난안전시스템의 현황

2.1. 미래의 방재와 감재(減災)를 위한 ICT 활용의 가능성

21년 일본 총무성(総務省)에서 발행한 백서(白書)⁶⁾는 미래의 방재와 감재(減災)를 위한 ICT 활용의 가능성을 모색하기 위해 첨단기술을 활용하여 시스템을 개발한 사례와 함께 ICT 기반 재난안전시스템의 개황을 보고했는데 그 개요는 다음과 같다.

첫째, 일본은 동일본 대지진⁷⁾을 기점으로 ICT를 기반한 재난안전시스템 개발에 매진했는데, 가령 위성과 드론을 활용하여 지리정보 및 재난정보를 파악하고 대피소의 물자관리 및 민간인 피난 안내가 그것이다.

동일본 대지진 등에서의 대처			그 후의 대처
발재 전~ 발재사·피난 시	정보 수집	하천의 범람 상황 【2018년 7월 호우】 코가와에서는, 수위계등이 정비되어 있지 않기 때문에, 리얼 타임으로의 상황 파악이 어려운 등의 과제가 있었다	위기관리형 수위계나 하천감시카메라에 의한 실시간으로의 상황 파악을 실현했다.
	정보 전달	외국인·고령자에게 정보 발신 *재해정보의 다언어화가 불충분했기 때문에, 쓰나미 정보를 이해할 수 없었다. *경보격차에 의한 고령자의 도망 지연이 발생했다	*다국어 대응한 관광청 관수의 앱 「Safety tips」의 이용을 촉진
		주민의 안전 확보 행동으로 이어지는 정보의 발신 *주민은 자신에게 다가오는 위기를 인식하지 못함으로써, 도망 지연이 발생했습니다. *주민의 대부분이 행정으로부터의 정보 제공은 불충분했다고 평가	*주민이 위험성을 직감적으로 이해할 수 있도록, 방재 정보를 5단계의 「경계 레벨」에 의해 제공 *L 경보에 의한 다양한 미디어에 걸쳐 전달
		재해 정보(호우·하천)의 발신 강의 방재 정보에 의한 하천의 수위, 범람 상황 등을 발신	강 방재 정보의 인지도 향상
대피 후	정보 수집	라이프 라인 복구 상황 원지 확인이 곤란하기 때문에, 상황 불명확한 사실이 존재, 또, 손실에 의해 피해 상황의 파악에 노력했지만, 2차 피해의 우려로부터 조사 범위가 한정되었다	드론의 활용에 의한 정전·진입 곤란 지역의 정보 수집, 스마트 미터의 활용에 의한 숨겨진 정전의 파악
		자연 재해 정보 (토사, 침수 등) 자동차 네비게이션 등 GPS 탑재 차량으로부터 수집한 주행 궤적 정보에 근거한 도로의 상황의 파악, 공중 사진 및 관측된 위성 화상을 사용해, 쓰나미에 의해 침수한 범위를 판독	모바일 단말기의 위치 정보와 드론에 의한 공중 촬영 사진, 지상 사진 정보를 취득하여 점검을 실시하는 시스템으로 SMART SABO를 활용
	주요 요구 필요 파악을 실시하는 지자체 기능의 저하, 정보 중단, 시간 변화에 따른 요구 변화에 대응할 수 없었다	대피소의 상황에 대해서는 L 경보를 통한 정보 수집으로 대응	
	정보 전달	라이프 라인 복구 상황 인프라 각서는 홈페이지에서 복구 전망 등의 정보를 게재했다. 계획 정전의 지역·시간 정보가 지연되었다	홈페이지에서의 정보 게재에 가세해 앱(사전 등록함으로써, 푸시 통지를 수신 가능), SNS에 의한 정보 제공을 실시했다
자연 재해 정보 (토사, 침수 등) 민간 OSMFJ 도로 상황 등의 정보를 지도상의 위치 정보가 있는 보고서 형식으로 공개		Google의 재해 정보 맵에서 위성 사진 공개	

<그림 1> 동일본 대지진 전후 재난정보시스템 비교⁸⁾

둘째, 산학연과 민관협력을 통해 재난 안전 통신망을 다양화하고, 국가와 국민 개인 간의 리스크 커뮤니케이션(Risk Communication)을 보조하는 시스템을 개발했으며 ICT기반 재난안전시스템의 운영과 서비스는 민간 사업자의 보조를 구하되, 시스템 유지를 위한 제반 비용은 국가가 부담하며 방재 및 재난대응에 관한 의사결정 또한 국가가 책임을 진다.

21년 3월 중앙합동청사 재해대책본부회의실에서 디지털 방재기술 워킹그룹의 진행방향에 대한 회의가 진행되었는데, 국민의 폭넓게 활용할 것으로 예상되는 레지스트리와 데이터베이스, 방재 IoT, 방재 디지털 플랫폼 등의 토대 마련과 유지 및 정비는 국가의 책임하에 실시한다고 밝혔다. 한편, 어플리케이션이나 드론, 기타 SNS 등 디지털기술을 활용한 방재 및 재난정보 서비스 제공 분야 개발에 있어 많은 부분을 민간기업의 경쟁에 맡기면서 민간의 성과물을 정부 시스템과 유기적으로 연계하였다. 이를 통해 국민의 생명이 자연 및 인공재해로부터 보호받고 행정주체와 민간, 국민을 불문하고 모두가 시스템 개발에 참여하여

6) 総務省, 今後の防災・減災におけるICT活用の可能性

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/>

7) 2011년 3월 11일에 발생한 동북지방 태평양 해역 지진(東北地方太平洋沖地震)으로 15,897명이 사망, 2,534명이 실종된 자연재해

8) 総務省 (2021) 「デジタル・ガバメントの推進等に関する調査研究」를 総務省白書(2021)에서 재인용

공존·공영할 수 있는 방재 디지털 정보·데이터 흐름의 생태계를 형성하는 것을 목표로 밝혔다.⁹⁾

민관협력을 통해 재난 안전 통신망을 다양화한다는 계획은 시스템 장애로 인해 방재 정보를 언론과 민간기업에 전달할 수 없는 상황을 대비한 것이다. 일례로 일본의 기상청은 시스템 장애로 인해 9시간 동안 자연재해 경보 알람이나 방재 정보를 언론과 민간 기상업체에 전달 수 없었고, 국민 또한 당일의 방재, 기상정보를 문자로 알림을 받지 못했다.¹⁰⁾

방재 서비스와 관련한 시스템의 장애가 발생한 날, 만약 쓰나미나 대지진이 일어났으면 인명 및 재산 피해는 막대했을 것이다. 사고 이후 일본은 재난 안전 통신망을 구성하는 핵심 네트워크 기관에 기상청과 같은 국가 행정기관만을 국한하지 않고, 시장경쟁을 통한 민간기업의 진출을 적극적으로 독려했다. 행정기관의 통신망이 먹통이 된 경우, 대안으로 민간기업의 통신망을 활용할 가능성을 열어둔 것이다.

정황이 상이하냐, 한국에는 유사한 사례로 판교 SK C&C 클라우드 데이터센터 화재 사고가 있다. 카카오 데이터센터를 통해 파생되는 각종 서비스에 오류가 발생하면서 국민은 카카오에서 제공하는 데이터 전송, 소셜 네트워킹, 알림서비스, 구매서비스를 사용하지 못하는 불편을 겪었다. 대한민국 국민 5174만명 중 4566만명이 카카오톡을 사용하고, 유사시 카카오톡이 제공하는 통신망을 대체할 수 있는 민간기업 경쟁사의 통신망은 매우 적은 편으로 국민의 압도적인 이용률과 광범위한 데이터 수집량은 국민의 개인정보를 보관하고 있는 행정기관과 비등할 정도이다. 그런데 만약 카카오가 아니라 재난 안전을 책임지는 정부 행정기관의 데이터센터에서 서비스 장애가 발생하여 재난 안전 정보를 국민에게 전달하지 못하는 상황이 발생한다면 어떨까. 언론과 민간기업의 통신망을 겸하여 활용하는 것이 그 대안이 될 것이다. 국가가 유사시의 상황, 행정기관의 재난안전시스템 장애를 대비하여 민간기업을 통해 다양한 재난 안전 통신망을 구축하고 스페어 데이터 센터를 운영하는 계획은 국민의 안전과 생명의 보호를 위해 국가사업 차원에서 중장기적인 과제로 고려되어야 할 것이다.

셋째, 시민 개인의 제보를 빅데이터로 활용하여 AI 분석을 통해 재난 현황에 대한 보고를 실시간으로 받아 국민안전서비스를 제공한다. 특히, 소셜미디어(SNS)를 활용하여 누구한 사람 남겨두지 않는 방재·감재를 실현한다.

일본의 대표적인 국민안전서비스 SNS 사례로 SOCDA가 있다. SOCDA는 국가와 국민 간의 위험 커뮤니케이션(Risk Communication)을 보조하는 정보 시스템인 방재 챗봇인데, LINE사와 국가 행정기관이 민관합작하여 계정을 운영 유지한다. 채팅 대화 형식으로 국민이 재난을 신고하고, 재난에 대해 어떻게 대처해야 하는지 질문을 던지면 재난 상황에 대한 정보를 수집하고, 신고자의 휴대전화 GPS의 위치 정보를 이용하여 개인 맞춤형 피난 안내를 제공한다.

지자체 창구 또는 전화에 의한 주민으로부터의 문의 대응이나 피난자의 확인 작업 및 인원수 파악, 장소별 재난 신고 회수를 카운트하고 신고대상자가 제공한 사진과 영상, 텍스트 정보를 자동적으로 업로드한다. 또한 민간인에게 안전유의사항을 안내하고 개인 맞춤형 피난소 안내 등의 기능을 제공한다. 일본 정부는 23년까지 해당 시스템을 운용하는 지방공공단체 수를 100곳 이상으로 확대할 계획을 밝혔다.¹¹⁾

9) 内閣府政策統括官, デジタル・防災技術ワーキンググループの進め方, 災害対策本部会議室, 2020.12
<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/digitalWG2.html>

10) 신승이, 지진 있었으면 어쩔 뻔...9시간 먹통 된 日 기상청 시스템, SBS 뉴스, 2021.01.

AI와 IoT 등 디지털기술을 활용한 재난안전서비스 기획은 이전부터 주요 의제로 떠올랐는데, 19년 10월 교토부(京都府) 정보 정책과의 주최로 진행된 「제1회 AI와 IoT 등 디지털기술의 활용에 관한 전문가회의」에 의하면 방재 챗봇 SOCCA 뿐만 아니라, Twitter 등의 SNS 빅데이터를 핵심적인 재난정보로 활용하여 재해 상황을 요약해서 보고하는 시스템 「D-SUMM」과 재해 대책을 위한 SNS분석 시스템 「DISAANA」를 개발하고 있고 이 시스템을 활용하여 오이타 현의 철교 유출을 발견하여 조치한 사례가 있다. 또한 재해 정보를 GIS 상에서 가시화하는 방향으로 시스템에 인터페이스를 제휴해 나갈 계획을 밝혔다.¹²⁾

넷째, 인구감소 및 저출산 고령화가 진전되는 가운데, 재난현장 구조인력과 행정 일손의 부족 및 정확한 재난 정황 분석을 위해 재난안전시스템에 ICT기술을 적극 도입한다. 일본에서 저출산 고령화 문제는 굉장히 심각한데, 일본 인구문제연구소(人口問題研究所)의 인구연령분포도를 보면 2025년, 국민 5명 중 1명이 노인으로 구성된 사회를 맞게 된다. 한편 만혼과 비혼, 저출산 문제가 더해져 재난현장 구조인력의 정년퇴임 시기를 늦추거나 국가행정비용 절감을 위해 공직자 스스로 조기 퇴임하는 경우 혜택을 제공하고 청년을 채용하는 등 다양한 제도를 운영하고 있지만 저출산 고령화의 속도를 따라가지 못하고 있다. 이에 재난현장에 투입되는 구조인력의 부족과 행정 일손의 부족으로 인한 시스템 마비가 발생하지 않도록 ICT기반의 재난안전시스템을 개발하여 반복적이지만 즉각적으로 대응해야 하는 업무, 가령 신고접수와 전화응대, 현장정보 업데이트와 분석 등을 AI가 보조하는 대안을 적극적으로 제안하고 있다.

다섯째, 방재 및 재난관리의 신속·효율화를 위해 소사이어티 5.0(Society5.0)을 구현한다. 내각부(内閣府)는 ICT기반 재난안전시스템 개발을 국정과제로 채택하고 소사이어티5.0을 구성하는 핵심요소로 밝혔다. 21년 3월 일본 내각부에서 발행한 제6기 과학기술 이노베이션 기본계획에 따르면, 일본은 국가의 안전보장환경을 강화하기 위해 전 도도부현에 통일된 규모의 SIP4D를 활용한 재난대응시스템을 보급하고, 지리공간정보를 활용한 재난대응시스템을 개발하는데 산학연과 민관협력의 공조를 구한다. 그 일례로, 국가와 국민 간의 위험 커뮤니케이션(Risk Communication)을 보조하는 정보 시스템인 방재 챗봇 SOCCA를 개발했으며, 클라우드를 기반으로 운영되는 SIP4D는 AI분석을 기반으로 한 단계 진화한 CPS4D로 개발해나가고 있다. 내각부는 사이버 공간과 물리적 공간을 융합한 시스템을 통해 경제발전과 사회적과제를 해결을 이루고 인간중심의 사회 구현으로 '소사이어티5.0' 구현을 밝혔는데, 소사이어티 5.0은 물리적 공간으로부터 센서와 IoT를 통해 빅데이터를 자동 수집하고, AI가 빅데이터를 해석하여 고부가가치를 현실세계에 피드백하는 형태를 가지며, IoT와 로봇, AI, 빅데이터 등을 다양한 산업과 사회생활에 도입하여 격차 없이 여러 니즈에 섬세하게 대응할 수 있는 서비스를 제공함으로써 국가의 경제발전과 사회적문제의 해결에 기여하는 것을 목적으로 한다.¹³⁾

'소사이어티5.0' 구현을 통해 제공하는 새로운 가치의 사례가 교통, 간호와 의료, 제조, 농업, 식품, 방재, 에너지 등 전 사회생활분야에 걸쳐 소개되는데, 특히 방재 분야의 과제

11) 総務省白書(2021), 科学技術・イノベーション基本計画, 2021.03
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index6.html>

12) 京都府, 第1回AI・IoT等デジタル技術の活用に関する有識者会議の結果概要, 2019.10
<https://www.pref.kyoto.jp/shingikai/joho-01/1st.html>

13) 総務省白書(2021), 科学技術・イノベーション基本計画, 2021.03.
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index6.html>

개인의 정황에 맞는 피난정보를 제공하고, 신속한 구조작업, 피난소에 필요한 지원물자를 적시에 전달하는 것을 선정했다. '소사이어티5.0'에서 방재 및 사후대처는 다음과 같은 구조를 갖춘다.



<그림 2> Society 5.0의 재난안전시스템 구상도¹⁴⁾

먼저 인공위성과 지상의 기상 레이더를 통해 데이터를 수집하고, 드론을 통해 재난지역을 관측한다. 그리고 지상 건물의 센서로부터 피해정보를 습득하고, 교통 분석을 위해 자동차로부터 도로정보를 수집하며 피난소의 정보와 지원물자의 정보를 통합하여 인공지능에 의해 분석하게 한다. 인공지능이 도출한 아웃풋을 통해 첫째, 민간인의 피난안내를 위해 개인의 스마트폰에 맞춤형 피난 정보를 제공한다. 둘째, 상황에 따라 구조작업자를 위한 어시스트 수트를 제공 및 구조 로봇을 투입한다. 셋째, 피난소에 드론과 자동배송차에 의한 구호지원물자를 배달한다.¹⁵⁾

한편, 일본에서는 ICT기술 기반 재난안전시스템 개발을 위해 파일럿 프로젝트를 다수 운영하고 있는데, 일례로 「SMART SABO」가 있다. 국가·지방공공단체는 침수 상황이나 지각 변동 등의 광역적인 재해 상황 파악을 위해 항공 사진이나 위성을 활용한 정보 수집을 실시하고 있는데, 19년 동일본 태풍 재해가 발생한 당시 모바일 단말기의 위치 정보와 드론에 의한 공중 촬영 사진, 지상 사진 정보를 활용하여 계류(溪流)와 사방(砂防) 시설을 점검하기 위해 「SMART SABO」가 재해 현장에 시험적으로 도입된 사례가 있다. ¹⁶⁾

14) Society 5.0「科学技術イノベーションが拓く新たな社会」説明資料 https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

15) Society 5.0「科学技術イノベーションが拓く新たな社会」説明資料 https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

16) 総務省白書(2021), 科学技術・イノベーション基本計画, 2021.03. <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/>

이상 총무성에서 발행한 백서와 내각부의 과학기술 이노베이션 기본계획 보고서, 일본 도도부현에서 ICT기반 재난안전시스템 구축에 관한 회의록을 분석한 결과 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다.

첫째, 일본 정부는 동북지방 태평양 해역 지진을 기점으로 ICT기반 재난안전시스템 개발에 적극적으로 투자하기 시작했다. 참사의 수습과정 속에서 현 재난안전시스템의 한계와 보완사항을 발견하고 ICT기술 도입을 통해 디지털 혁신적인 재난안전시스템으로 전환해나갔다. 둘째, 소셜미디어(SNS)에 출처한 빅데이터를 재난현장 정보를 파악할 수 있는 핵심 정보로 활용하여 누구 한 사람 남겨두지 않는 방재·감재를 실현하고자 했다. 일례로 국가와 국민 개인 간의 리스크 커뮤니케이션(Risk Communication)을 보조하는 시스템인 SOCD가 그것이다. 국가라는 거대한 통치 조직과 그 조직을 구성하는 집단인 공중 간의 친밀한 관계는 신뢰를 형성하고, 재난안전시스템을 통해 발행되는 메시지를 더욱 효과적이게 만든다. 레딩햄과 브루닝(Ledingham & Bruning, 1998)은 조직 - 공중 관계성을 '조직과 그 핵심 공중 사이에서 서로의 행동이 경제적, 사회적, 정치적, 문화적으로 상대방에게 영향을 미치는 것'이라고 정의했다. 여기서 소셜미디어를 통한 상호작용적이고 직접적인 커뮤니케이션은 조직이 다양한 공중과 친밀한 관계를 형성하고 유지하는데 효과적이다(Veil, et al., 2011). 또한 소셜미디어는 인간 커뮤니케이션의 핵심이며 참여, 개방성, 대화, 커뮤니티 및 연결성의 특징을 가지고(Mayfield, 2006.), 개인은 미디어를 통해 온라인에서 정보원이 될 수 있으므로(Marken, 2007) 정황에 따라 실시간으로 재난현장에 대한 정보를 제공하고 또한 도움을 구할 수 있다. 또한 사람들은 위기에 대한 정보를 찾을 때 Official 웹사이트보다 소셜미디어를 통해 이야기하는 경우가 많다는 점(Stephens & Malone, 2009)과 사실 확인에 대한 욕구가 높아지면서 정보를 획득하고 공유할 수 있는 소셜미디어 공간에서 사람들이 많은 시간을 보낸다(Coombs, 2011; Liu, Austin & Jin, 2011)는 점, 한 번의 클릭으로도 쉽고 빠르게 정보가 확산될 수 있기에 큰 파급효과를 지닌다(Schultz, Utz & Gortz, 2011)는 점을 고려했을 때 소셜미디어가 제공하는 빅데이터는 ICT기반 재난안전시스템 구축에 핵심적인 역할을 할 수 있음을 시사한다.

셋째, 민관협력을 통해 재난 안전 통신망을 다양화했다. 특히 ICT기반 재난안전시스템의 운영과 서비스는 민관협력으로 운영되며 민간기업 서비스 채택은 시장원리에 맡겨졌다. 재난안전서비스를 제공하고자하는 민간기업 간의 선의의 경쟁을 통해 우수한 시스템이 정부에 의해 연계되었다. 또한 시스템 유지를 위해 필요한 제반 비용은 국가가 부담하며 방재 및 재난대응에 관한 의사결정 또한 국가가 책임을 진다.

넷째, 인구감소 및 저출산 고령화가 진전되는 가운데, 재난현장 구조인력과 행정 일손의 부족 및 정확한 재난 정황 분석을 위해 재난안전시스템에 ICT기술을 적극적으로 도입했다. 마지막으로 한국의 전자정부와 비견할 수 있는 일본의 Society 5.0는 시민 개개인의 제보를 빅데이터로 활용하여 AI 분석을 통해 재난 현황에 대한 보고를 실시간으로 받아 국민 안전서비스를 제공하는 것을 목표로 한다. 이러한 시사점을 고찰했을 때, 미래의 방재와 감재를 위해 ICT를 기반으로 한 재난안전시스템 개발은 업무의 신속·효율화를 추진하고 인구 고령화, 현장 및 행정 전문인력 부족과 같은 부정적인 사회적 파급효과가 큰 문제를 해결하기 위해 필수불가결한 것임을 알 수 있다.

Ⅲ. 보행자 군집 및 피난소 인원 밀집도 분석을 포함한 디지털 공통작전상황도(COP)의 ICT 재난안전시스템 활용 사례 분석

3.1. SIP4D와 CPS4D

동일본 대지진이 발생한 당시 내각부(内閣府), 국토교통성(国土交通省), 소방청(消防庁) 등은 부성청(府省庁)¹⁷⁾과 수직적인 조직 관계를 갖고 각 상위 정부 조직의 명령 시달에 따라 각자 독립적인 재해대응을 실시하여, 다수의 조직으로부터 정보가 발신되었다. 그러나 각 청의 정보 제공 시스템과 보고 체계가 통일되지 않은 까닭에 정보를 일원화하여 관리하고 재난현장에 정보를 공유하는 것이 불가했고 이로 인해 충분한 지원 활동에 차질이 있었다. 이러한 교훈을 근거로, 2014년부터 2018년 사이 「전략적 혁신 창조 프로그램(SIP)」 제1기에서 재난 시 지자체나 민간으로부터 발신되는 정보를 수집·자동변환하여 통합된 정보를 현장에서 즉시 활용할 수 있도록 「SIP4D(Shared Information Platform for Disaster Management)」의 개발이 진행됐다. 일례로 「SIP4D」는 구마모토 지진과 2018년 7월 호우가 발생한 당시 정부 재해 대책 본부, 현, 시정촌, 재해 대응 기관 등의 여러 기관으로부터 발신된 정보를 일괄적으로 통합해 재난현장에 제공하고, 현장 대응이나 복구계획 책정에 공헌했다. SIP 제 2기에서는 「SIP4D」 의사결정 지원을 위한 '피난·긴급활동 지원 통합 시스템' 개발이 진행되었다. 적절한 구호물자와 구조 인력 지원을 위해 재난 발생 특정 시점의 정보뿐만 아니라 재난현장의 변화를 자동분석하는 등 재해 역학 시스템으로 설계되어 재난의 이상과 급변을 감지한다. 또한 재난의 추이를 예측하고 시각화함으로써 정부의 의사결정을 보조하는 것을 목표로 한다.¹⁸⁾

「SIP4D」의 디지털 공통작전상황도(COP, Common operational picture)는 수집한 정보를 CSV, JSON 등 컴퓨터 언어로 자동변환시키고, 소관이 다른 동종정보를 한가지 정보로 통합하는 형식으로 제작되며, 이를 통해 구마모토현(熊本県) 지진 재해대응을 위한 25,240여 가지의 정보공유작업이 671건의 작업으로 줄어든 사례가 있다.¹⁹⁾

「SIP4D」를 활용한 전자지도 위에 피해 상황 및 피난소 개설 정보를 매핑²⁰⁾하고 위성사진(SPOT)을 분석하여 자연재해의 자동판독²¹⁾ 등 수집한 재해정보의 활용에 관한 대처가 이뤄지고 있으며²²⁾ 전체 구조는 아래의 그림과 같다. 「SIP4D」는 클라우드를 통해 사람이 시스템에 접근하여 정보를 입수하고 분석하는 구조를 갖추고 있다.

17) 부성청(府省庁)은 1府12省1庁으로 구성되며, 외국(外局)은 해당하지 않는데 여기서 외국은 내각부, 국토교통성, 방위성 등이 속한다.

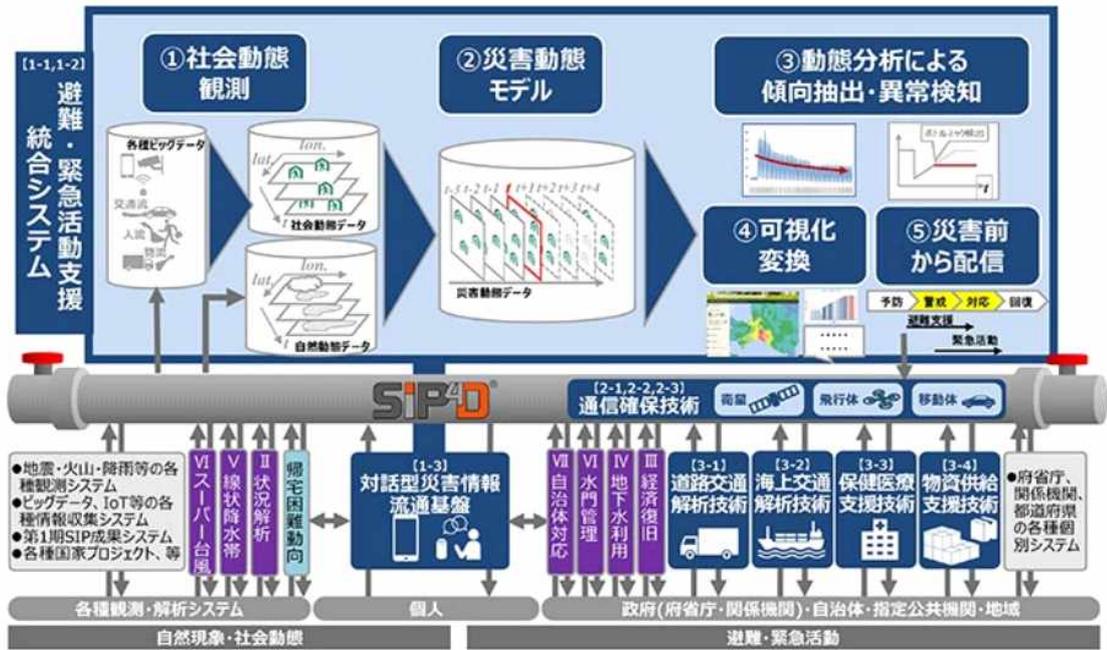
18) 総務省白書(2021), 科学技術・イノベーション基本計画, 2021.03.

19) 花島誠人, SIP4Dを活用した災害情報共有の取り組み, 防災科学技術研究所, 2019.04, 2-35

20) 国立研究開発法人防災科学技術研究所 <https://www.sip4d.jp/case/111>

21) 株式会社パスコ https://www.pasco.co.jp/disaster_info/20180906

22) 総務省白書(2021), 今後の防災・減災におけるICT活用の可能性, 2021.03.



(出典) 国立研究開発法人防災科学技術研究所 国家レジリエンス研究推進センター「異種情報統合→災害動態解析→迅速・的確な「災害対応」の支援へ」

<그림 3> 「SIP4D」의 구조²³⁾

다만, 「SIP4D」는 국가에 의한 재정적 지원과 기술 지원 시스템의 표준화 문제가 남아 있다. 21년 일본의 위기관리 방재특별위원회에서 발행한 「방재분야의 디지털 트랜스포메이션 추진을 위한 대책 보고서」에 의하면 현재 일본은 통일된 규격의 「SIP4D」를 전국의 각 도도부현 방재정보시스템에 적용하는 일원화 작업을 추진하고 있다. 각 현마다 다양한 방재 정보시스템을 운영하고 있고 각각의 시스템상에서 공유되는 정보와 재난의 경과와 결과에 대해 기록하는 정보 기입항목이 다르다. 각 도도부현이 정비하고 있는 방재 정보 시스템은 소프트웨어나 인터페이스가 통일되어 있지 않으므로 개발비와 유지관리비에 막대한 비용이 발생하고 있고, 「SIP4D」에서 활용하는 위성 통신기구의 경우 차세대 기구로 이행하는 과정에서 지자체의 재정적 부담이 막대하므로 시정촌에서 「SIP4D」시스템을 연계하는 데 난항을 겪고 있다. 이에 방재 분야에서 디지털 트랜스포메이션을 실현하기 위해서 국가에 의한 재정적 지원과 재난 관리를 위한 자치제 시책에 관련된 기술 지원 시스템의 표준화 지원이 필요하다고 밝혔다.²⁴⁾

이러한 한계를 극복하기 위해 현재 일본 정부는 「SIP4D」가 진화한 단계인 「CPS4D」 개발을 진행하고 있다. 「CPS4D」는 물리적 공간에서 발생하는 자연 및 사회현상을 리얼타임으로 파악하고 디지털 트윈 기술을 통해 재난 동태를 분석하고 그 결과로부터 물리적 공간에서 어떻게 대응할 것인지 피드백을 전달하는 기술을 갖춘 ICT기반 재난정보시스템으로, 그 전체상은 아래의 그림과 같다.²⁵⁾

23) 総務省白書(2021), 今後の防災・減災におけるICT活用の可能性

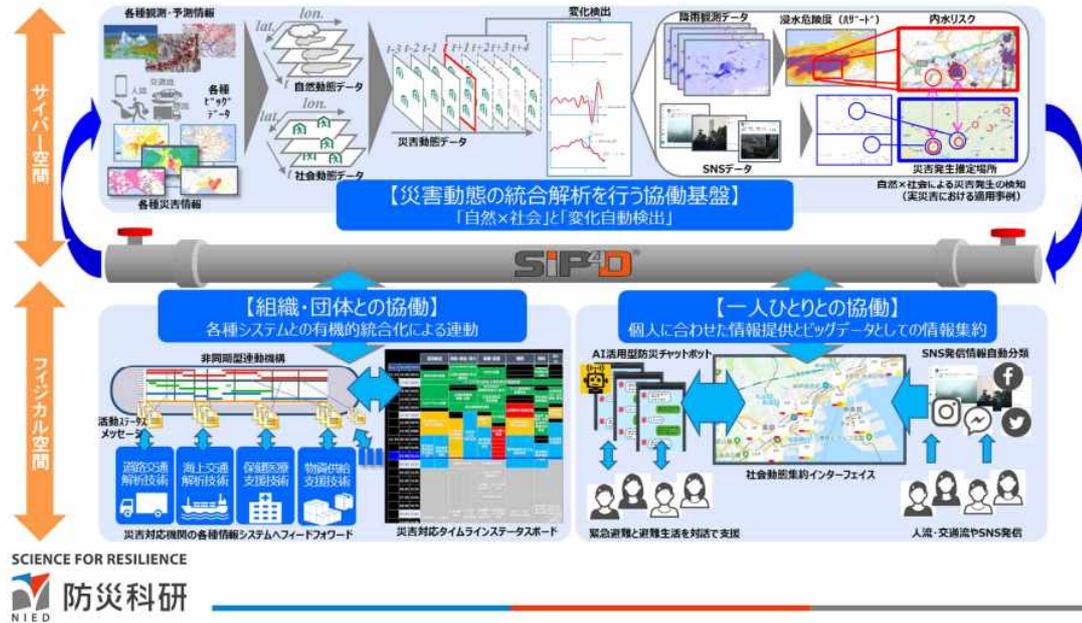
24) 全国知事会危機管理・防災特別委員会, 防災におけるDXの推進に向けた取組報告書, 2021.10.1-96

25) 臼田 裕一郎, 防災のデジタル化に関する取り組み, 国立研究開発法人防災科学技術研究所(NIED)総合防災情報センター, 2021.06

CPS4Dの全体像

※SIP第2期で防災科研が研究責任者となり、大学・企業等と研究開発中

フィジカル空間で発生している自然・社会の現象をリアルタイムで把握し、サイバー空間上の「デジタルツイン」で災害動態を解析し、その結果からフィジカル空間で何をすべきかを「フィードフォワード」する技術



<그림4> 「CPS4D」의 구조²⁶⁾

해당 시스템은 페이스북과 트위터 등의 SNS 빅데이터를 포함한 각종 재난정보를 인공지능이 해석하는 기능을 제공하고, 재난발생지역의 보건의료활동을 사회현상에 의한 재난을 방제하는 데 일익을 담당할 것으로 기대된다.

3.2. NTT D-Resilio

일본 통신사 NTT가 제공하는 데이터를 기반으로 만들어진 디지털 방재 플랫폼 「D-Resilio」는 3가지 솔루션을 제공한다.

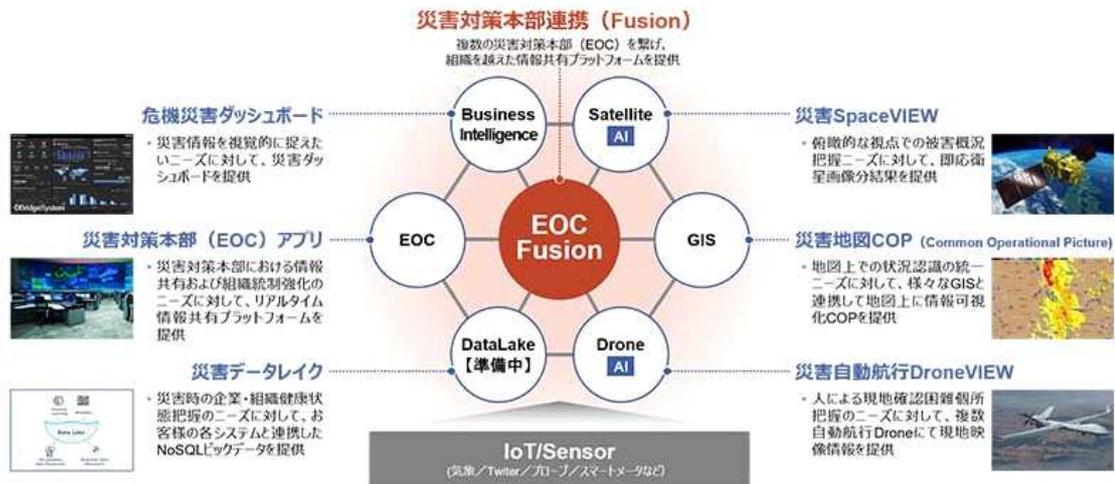
첫째로, 재난이 발생한 곳의 기상정보를 비롯한 위성 사진 및 영상, 소셜미디어(SNS), 도로정보와 하천정보, 전력정보, 지역 모니터링 드론으로부터 정보를 수집하고 정부의 의사결정을 지원하는 기능을 1차로 제공한다.

2차로 정부의 의사결정지원을 돕는 기능을 제공하는데, 그 종류는 재난정보를 실시간으로 보고 및 업데이트하는 대시보드, 공통작전상황도(COP), 자동으로 전산화되는 재난기록(Chronology), 최적의 의사결정을 내리는 데 필요한 정보를 제공하는 실시간 리포팅, 현장 출동 요원 관리 서비스를 제공한다.

3차는 긴급대응지원으로, 정부인사와 현장에 파견된 재원이 집단지성을 발휘할 수 있는 장을 제공하고, 민간인을 비롯한 직원 일제에 정보를 송신하는 정보전달 기능과 민간인을 대

26) 臼田 裕一郎, 防災のデジタル化に関する取り組み, 国立研究開発法人防災科学技術研究所(NIED)総合防災情報センター, 2021.06, 16P

상으로 한 피난 지시와 직원 파견지시 기능을 제공한다. 특히 「D-Resilio」는 복수의 자치 행정구역의 재해대책본부 (EOC : Emergency Management Center)와 연계되어 조직을 초월한 재난정보공유 플랫폼을 제공한다. 그 기능은 위성에서 촬영한 재난지역의 화상을 AI로 분석한 「SpaceVIEW」, 자율비행 드론으로 현지 영상을 수집하는 '재난 자동비행 Drone VIEW', 재난피해지역 정보를 실시간으로 전자지도상에 가시화하는 디지털 공통작전상황도(COP), 재해 정보의 추이와 변화를 수치로 시각적으로 파악할 수 있는 '위기 재난 대시보드', 실시간으로 정보를 공유할 수 있는 플랫폼 '재난대책본부(EOC) 앱', 재난 대책 및 재난 안전서비스와 관련된 기관에 접속하여 외부 기관으로부터의 각종 정보를 자동 수집하는 '재해 데이터 레이크'가 있다. 「D-Resilio」의 개괄적인 재난대책본부연계의 구상도는 아래와 같다.²⁷⁾



<그림5> 조직의 재해대책본부에 활용되는 D-Resilio²⁸⁾

주목할 점은 재난 발생 시 다루는 기초적인 정보인 신고사항, 기상정보, 시민제보뿐만이 아니라, 트위터와 페이스북, LINE과 같은 소셜미디어(SNS)를 활용하여 재난 관련 정보를 자동으로 수집하여 재난현장 대응에 유의한 정보를 제공한다는 점이다.

소셜미디어가 정부와 국민 간의 위험 커뮤니케이션(Risk Communication) 도구로 기능할 뿐만 아니라, 재난현장에서 실시간으로 생산되는 데이터를 재난구호 인력에 제공할 수 있는 도구로 확장 사용이 가능하도록 조치한 것이다. 「D-Resilio」는 민간 사업자와 정부가 제휴하여 각 조직이 보유하고 있는 정보를 일괄 통합하여 공통작전상황도(COP)를 그려낸, ICT기반 재난안전시스템을 구축한 사례라 볼 수 있다.

3.3. TSUNAGARU

후쿠오카시(福岡市)는 구마모토현 지진 재해를 경험한 후, 민간인의 상당수가 지정 피난소가 아닌 개인이 안전과 편안함을 느끼는 곳이나 본인이 소유한 자동차로 피난한 사례를 확

27) 中村 秀之, 災害に立ち向かう デジタル化でつながる防災, DATA INSIGHT, 2022.02
<https://www.nttdata.com/jp/ja/data-insight/2022/0217>

28) 中村 秀之, 災害に立ち向かう デジタル化でつながる防災, DATA INSIGHT, 2022.02
<https://www.nttdata.com/jp/ja/data-insight/2022/0217>

인하고 민간인의 지정 외 피난소 및 소재지 파악에 대응할 수 있는 방재 어플 「쯔나가루(TSUNAGARU, ツナガル+)」를 개발했다.



(出典) 福岡県福岡市 防災・危機管理課

「災害対応におけるスマートフォンアプリの利活用～平成28年熊本地震における指定外避難所の課題を踏まえて～」

<그림6> TSUNAGARU 활용도29)

개인 스마트폰의 GPS 위치 정보를 활용하여 지정 외 피난소인 자택, 자동차, 공원 등이 전자지도상에 표시되며, 어플 속 피난소 커뮤니티를 통해 피해 상황이나 피난소 내에서 제공되고 있는 물질적 지원에 대한 정보, 생활 재건 정보 등을 공유할 수 있다. 또한 지정 외 피난소에 있었던 민간인은 지정 외 피난소 커뮤니티에서 피해 상황에 대한 정보를 작성하여, 피난 장소나 인원수 및 도움 요청을 발신함으로써 행정기관에서 피난인의 상황을 파악할 수 있도록 했다. 이처럼 주민이 발신한 정보를 활용하여 국가 지정 피난소에 있지 않은 민간인에게도 적절한 지원 활동이 가능해질 것으로 기대된다.³⁰⁾

3.4. KDDI

「KDDI」는 개인 스마트폰으로부터 취득한 GPS 위치 정보와 연령, 성별 등의 속성정보를 가져와 전자지도상에서 보행자 흐름이나 체재 상황을 가시화할 수 있는 「KDDI Location Analyzer」³¹⁾를 제공하고 있다.

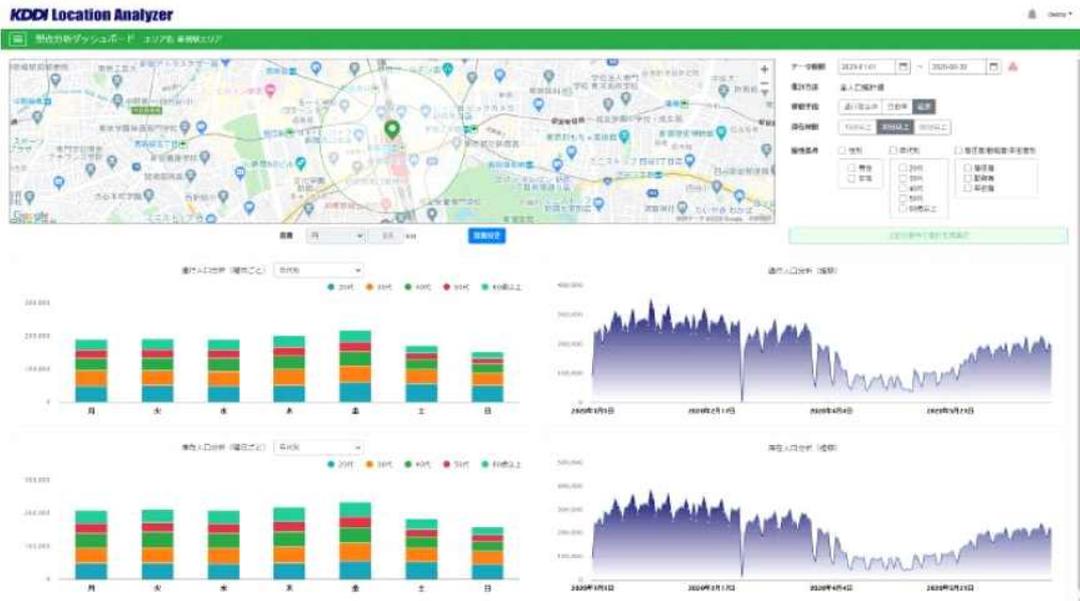
개인이 정보를 발신하지 않아도 자동으로 위치 정보 데이터를 파악할 수 있도록 설계되어 있는데, 이때 개인이 특정되지 않도록 데이터를 가공하여 보행자 흐름을 분석하기 때문에 필요 이상의 개인정보 접근에 대한 우려가 적다. 재난 발생 시 각 피난소의 피난인 수와 피난 추이, 지정 외 피난소와 같은 자동차, 공원, 자택 등으로 이동한 경우의 상황 파악이 가능하므로 향후 재난 대책 검토에 활용될 것으로 기대된다.³²⁾

29) 総務省白書(2021), 今後の防災・減災におけるICT活用の可能性, 2021.03.

30) 総務省白書(2021), 今後の防災・減災におけるICT活用の可能性, 2021.03.

31) KDDI Location Analyzer <https://k-locationanalyzer.com/>

32) 総務省白書(2021), 今後の防災・減災におけるICT活用の可能性, 2021.03.



※ 許諾を得たKDDIの通信契約者数百万人を対象として個人が特定できない形に加工したデータ分析

(出典) KDDI Location Analyzer 業界別活用シーン (官公庁・自治体)

<그림7> 「KDDI」 활용도³³⁾

3.5. SOCDA

「SOCDA」는 국가와 국민 간의 위험 커뮤니케이션(Risk Communication)을 보조하는 정보 시스템인 방재 챗봇인데, LINE사와 국가 행정기관이 민관합작하여 계정을 운영 유지한다. 채팅 대화 형식으로 국민이 재난을 신고하고, 재난에 대해 어떻게 대처해야 하는지 질문을 던지면 재난 상황에 대한 정보를 수집하고, 신고자의 휴대전화 GPS의 위치 정보를 이용하여 개인 맞춤형 피난 안내를 제공한다. 지자체 창구 또는 전화에 의한 주민으로부터의 문의 대응이나 피난자의 확인 작업 및 인원 수 파악, 장소별 재난 신고 회수를 카운트하고 신고대상자가 제공한 사진과 영상, 텍스트 정보를 자동적으로 업로드한다. 또한 민간인에게 안전유의사항을 안내하고 개인 맞춤형 피난소 안내 등의 기능을 제공한다. 일본 정부는 23년까지 해당 시스템을 운용하는 지방공공단체 수를 100곳 이상으로 확대할 계획을 밝혔다.³⁴⁾

누구 한 사람 남겨두지 않는 재난 대책을 실현하기 위해서는 행정뿐만이 아니라 국민 한 사람 한 사람의 정보를 활용해, 재난 상황을 정확하게 판단해야 한다. 이를 통해 개인의 상황에 적합한 재난안전서비스를 제공하고 국가 지정 피난소를 안내할 수 있는 디지털 플랫폼을 정비할 필요가 있다.

이를 위해 국가 행정기관이 보유한 정보와 민간 사업자가 보유한 정보를 연계 활용함으로써 재난·피난에 관한 정보의 신속성과 정확성을 향상시키는 것이 중요하다. 한편, 인구감소 및 저출산 고령화가 빠르게 진전되는 가운데 행정직원의 노력을 보다 효율적으로 배분하려면, 정보의 수집·분석·예측·전달의 실속 있는 간편화가 필요하다. 이에 「SOCDA」는 행정 일손 부족으로 인한 업무 부하가 발생하지 않도록, 지자체 창구 전화나 주민으로부터의 문

33) 総務省白書(2021), 今後の防災・減災におけるICT活用の可能性, 2021.03.

34) 内閣府, 科学技術・イノベーション基本計画, 2021.03

의 대응, 피난자 확인을 위한 제 업무인 본인 확인, 피난 인원수 카운트 등의 정밀함과 신속한 처리와 보고, 정황에 관한 정확한 기록이 필요한 일을 보조하고 있다.



LINEで復旧支援情報をお答えします

QRコードを撮影し込んで「千葉県防災2019」を起動

LINEで復旧支援情報をお答えします

LINEで復旧支援情報をお答えします

千葉県 x AI防災協議会

千葉県防災2019 長野県被災者支援 福島県災害2019

SCIENCE FOR RESILIENCE
防災科研
NIED

令和元年房総半島台風・東日本台風における被災者支援のための防災チャットボット

- 対話の中で被災者が必要となる情報を自動提示
- 千葉県の事例では2週間で**7000件超**の問い合わせに自動回答



スタート 利用規約

スタート 利用規約

1-対応：断水・給水状況

防災チャットボットSOCDA
SOCial-dynamics observation and victims support Dialogue Agent platform for disaster management

[出典] 国立研究開発法人防災科学技術研究所 (2020)「協働型災害対応を情報共有で支える [SIP4D]」

<그림8> 「SOCDA」 활용도³⁵⁾

또한 재난의 위험 수준을 고려하여 챗봇이 개인 맞춤형 피난을 제안한다. 일례로 재난에 대비하여 사전에 개인이 피난할 수 있는 피난 장소를 지정한다. 재난 발생 시 피신할 수 있는 피난처 및 희망 피난처를 사전에 개인이 지정할 수 있으며, 피난 지시가 발령된 지역의 주민의 경우 채팅을 통해 피난 네비게이션 서비스를 받을 수 있다.

피난 완료 시 지정된 피난소에 입소했다는 등록과 함께 자동으로 피난소 인원 카운트에 합산된다. 각 피난소의 한정된 정원과 만실(満空) 정황을 파악할 수 있어, 주민을 안전하게 분산 피난시킬 수 있도록 지시하는 작업에 유용하다. 예를 들어, 특정 피난소의 한계 수용 인원이 900명인 경우 앞으로 몇 명을 더 수용할 수 있는지 정확한 수치를 전자지도상에서 확인할 수 있도록 국민에게 실시간 피난 정황 데이터를 오픈했다. 또한 새로운 피난소 개설을 위한 정부의 의사결정을 보조하고, 국가 지정 피난소로 이동하는 보행자들의 경로 및 위치 분석을 진행하여 피난소의 수용인원 혼잡도 예측을 공개함으로써 효율적인 분산 피난을 꾀할 수 있도록 설계했다.³⁶⁾

35) 総務省白書(2021), 今後の防災・減災におけるICT活用の可能性, 2021.03.

36) 上谷 珠視, ICT活用による防災・減災推進に関するセミナー 防災チャットボット”SOCDA”が実現する災害情報課題把握と提供, 国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT), 2021.03



Copyright©Weathernews Inc.

< 그림9 > 「SOCDA」의 피난소 만실도 분석과 혼잡 예측 활용사례³⁷⁾

3.6. D24H

「D24H(Disaster/Digital information system for Health and well-being)」는 재난발생 시 보건 의료 및 복지 관련 활동을 지원하는 시스템으로 시바우라공과대학(芝浦工業大学), 도쿄공과대학(東京工業大学), 하마마쓰 의과대학(浜松医科大学), 농업의과대학(産業医科大学), 재해의료센터(災害医療センター), 적십자의료센터(日赤医療センター)가 공동참여하여 개발하였다.³⁸⁾

일본정부는 대규모 재해시의 보건 의료 복지 활동에 관한 체제의 정비를 위해 보건 의료 복지 조정 본부(保健医療福祉調整本部)를 구성하는 산하 조직 간의 긴밀한 연락 창구를 설치함으로써 재난 대책에 관련된 보건 의료 활동을 실시하는 독립 기관들간의 정보연계 및 연락망을 구축했다. 그 조직은 보건소·건강 위기 관리 지원 팀(DHEAT), 보건 의료 활동 팀, 재해 파견 의료 팀(DMAT), 일본 의사회 재해 의료 팀(JMAT), 일본 적십자사의 구호반, 독립 행정법인 국립 병원 기구의 의료반, 전 일본 의료 지원반(AMAT), 일본 재해 치과 지원 팀(JDAT), 약제사 팀, 간호사 팀, 영양관리팀, 일본 영양사회 재해 지원 팀(JDA-DAT), 재해 파견 정신 의료 팀(DPAT), 일본 재난 재활 지원 협회(JRAT)로 구성되며,³⁹⁾ 「D24H」는 이와 같은 보건 의료 복지 조정 본부 산하 조직과 제휴하여 「SIP4D」에서 재해 발생 시 보건 의료 복지 지원 활동에 필요한 정보를 제공한다. 그것은 후생노동성(厚生労働省)이 제공하는 복지시설 정보와 전국의 의료 기관 정보이며, 「SIP4D」를 통해 그 정보가 수집

37) 上谷 珠視, ICT活用による防災・減災推進に関するセミナー 防災チャットボット「SOCDA」が実現する災害情報把握と提供, 国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT), 2021.03, 15p

38) 市川 学, 災害時保健医療福祉活動 情報支援システム -D24H-パンフレット, 芝浦工業大学市川研究室, 1-2p https://www.ds.se.shibaura-it.ac.jp/?page_id=19

39) 厚生労働省, 「大規模災害時の保健医療福祉活動に係る体制の整備について」, 災害時健康危機管理支援チーム活動要領について, 2022. 7. 1-7p

<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000197835.html>

및 가공분석되어 현장파견팀과 정부의 의료지원활동 의사결정판단에 필요한 정보를 제공한다. 재난 현장에서 활동하는 모든 보건의료복지지원팀 「D24H」를 통해 실시간으로 통일된 규격의 재난 정보를 공유할 수 있으며 「SIP4D」와 연합한 「D24H」는 의료지원팀의 활동에 따른 데이터 통계와 재난 피해 예측, 환자를 대상으로 한 지원 분배량 계산을 처리한다. 특히 피난소의 피난자에 대한 기본 내역인 성별, 연령, 건강상태를 파악하는 한편, 재난현장에서 구조한 환자가 위중증 환자인지 경중 환자인지 사망자인지 구분하여 환자의 병증 수준에 따라 인근에 이송할 병원을 지정한다. 또한 환자가 이송될 지역거점병원의 환자수와 병상 정보를 확보하고, 도로정보를 파악하여 환자 이송 경로를 최적화 계산한 결과를 산출한다. 또한 피난소로 이동할 수 있는 피난자의 경우, 역시 예상 피난 이동 거리를 산출한다.



<그림10> 「SIP4D」와 연합한 「D24H」의 재난의료지원시스템 구조⁴⁰⁾

그 외 현지 지원팀의 가동상황을 파악하고, 재난현장에서 시간의 경과에 따라 수요가 예측되는 의료 인력 및 물자지원 또한 「SIP4D」와 연합한 「D24H」의 의료복지활동지원 전자지도상에 나타나며, 지도상에는 재난 발생 인근지역의 의료기관 정보, 도로정보, 전기 가스 수도 통신과 같은 라이프라인 정보를 통합하여 표시한다. 이러한 재난의료지원시스템은 피해자의 생명을 신속하게 구하고, 적시 적소에 보건의료서비스를 제공받을 수 있도록 기여한다.

한국의 용산구 이태원 사고의 경우, 컨트롤타워가 중환자를 식별하고 인근의 병원에 이송하는 기능을 구현하지 못했다. 이태원 인근의 순천향병원에는 대부분 사망자가 이송되었으며, 소수의 중환자는 멀리 떨어진 강남 세브란스, 경기도 소재 병원 등 원거리의 대학병원 응급실을 전전했다.⁴¹⁾ 병상 미확보와 환자의 장거리 이송은 꺼져가는 생명에 굉장히 치명적이다. 보건복지 산하의 의료 기관은 독립되어있을지라도 「D24H」 시스템 사례처럼 병상 확보를 위한 정보와 재난 피해자를 위해 제공할 수 있는 의료서비스 정보를 소방청과 경찰청에서 파견된 재난구호팀과 실시간으로 공유할 수 있어야 하며, 환자를 최단시간에 이송할 수 있는 도로교통정보를 제공 받아야 할 것이다.

또한 용산구 이태원 사고 현장에 파견된 재난의료지원팀(DMAT)은 현장지휘소의 지휘·감독 체계에 따라 대처한 것이 아니라 DMAT팀을 구성하는 현장분류반과 응급처치반, 이송반이 자체적으로 나뉘어 운영되었기 때문에 효율적인 의료 활동이 어려웠다는 지적과 함께 현장

40) 市川 学, 災害時保健医療福祉活動 情報支援システム -D24H-パンフレット, 芝浦工業大学市川研究室 자료 편집

41) 김태운, 다산칼럼: 밀지 마세요, 살려주세요, 한국경제 오피니언, 2022.11

파견 인원은 10~20m만 떨어져 있어도 의사소통이 불가하므로 DMAT팀을 통제할 수 있는 현장지휘소장이 필요하다는 제안이 있었다.⁴²⁾ 현장지휘소장은 물론이거니와, 한 개인이 재난 현장에서 일어나는 모든 상황을 감시하고 재난의료지원팀을 지휘·감독하는 책임을 지는데 정보해독의 한계가 있으므로, 재난의료서비스와 관련된 제 정보를 연계하여 중증도에 따른 환자의 현장분류와 이송작업을 보조할 수 있는 시스템이 필요하다. 이는 ICT기술을 기반으로 한 재난의료지원시스템 구축에 의해 실현될 수 있다.

V. 소결

이상 ICT기술을 기반으로 한 재난안전시스템이 상황별 재난대응 매뉴얼을 학습하고 시스템 설계에 따라 현장 구조작업을 보조한 대표적인 해외 사례를 탐색한 결과 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다.

첫째, 현존하는 주요상황대응매뉴얼이나 재난표준매뉴얼의 경우 재난 상황의 실무에 적용하기 위해서는 정기적인 도상훈련과 적시 적소의 신속한 의사결정을 요구하는 데 반해 행정기관에 재난정보가 접수되기까지 절차가 까다롭고, 현장 실무에 유의한 데이터를 분석한 결과를 통일된 규격을 갖추어 보고하는 어려움이 있었다. 이를 보완하기 위해 일본정부는 AI를 활용하여 재난발생지의 기상정보를 비롯한 위성 사진 및 영상, 재난챗봇, 페이스북과 트위터와 같은 소셜미디어(SNS) 출처의 빅데이터를 분석하는 기능을 「SIP4D」에 탑재하고, 각 도도부현의 ICT재난안전시스템의 전국통일화 및 재난정보의 정확한 기록을 위한 전자 문서 보고형식 통일을 진행하고 있었다.

둘째, 소셜미디어(SNS)를 활용하여 누구 한 사람 남겨두지 않는 방재·감재를 실현하기 위해 국가의 재정적 지원을 받아 민간기업이 챗봇과 방재 및 재난대응 어플리케이션을 개발했다.

셋째, 휴대폰 단말기에서 발신하는 GPS 정보를 활용하여 재난 상황에서 보행자의 이동 경로와 군집수준, 현 위치 파악을 통해 피난 진행의 경과를 실시간으로 확인하고, 국민에게 국가지정 피난소의 만실 수준을 정확한 수치로 공개했다. 이를 통해 보행자 군집 및 피난소 인원 밀집도 분석을 포함한 디지털 공통작전상황도(COP)가 ICT기반 재난안전시스템에 의해 원활히 작동될 수 있었다. 이러한 인원 밀집도 분석 기능은 재난경고 발령을 받고 국가지정 피난소를 향해 피난을 떠나는 시민들의 보행 방향이 매우 혼잡해지면서 발생할 수 있는 인파 사고를 예방하는 데 적지 않은 기여를 하므로, 한국 정부에서 「현장인파관리시스템」 설계를 추진할 때 깊이 유념해야 할 사항이 될 것이다.

넷째, 유사한 사고의 재발을 방지하기 위해 군중압착사고에 대한 정확한 인식과 인파 밀집 기준의 조정이 필요하다.

현재 한국에서는 이번 용산구 이태원 참사를 계기로 재난 발생 현장에 밀집된 인파에 재난 안전 문자를 보내는 행위가 보행자 군중의 공황(Panic)을 일으켜 대형참사로 이어질 수 있다는 의견⁴³⁾과 그 반대 의견이 치열한 공방을 벌이고 있다.

42) 전문가들 “대응체계 구축·현장통제 강화해야” [이태원 참사, 그 이후], 헤럴드경제, 2022.11

43) 류상일 동의대 소방방재행정학과 교수는 "밀집된 군중에게 보내는 잘못된 정보는 오히려 혼란을 불러오고 대형참사로 이어질 수 있다"며 "밀집 군중에게 재난문자를 보내겠다는 계획은 신중해야 한다"고 말했다. 김신일·이제형, 밀집 인파에 재난문자를 보내는다고? 이태원참사 재발방지 대안이 혼란 자초할 '위험천만' 발상, 내일신문, 2022.11

패닉은 귀스타브 르 봉(Gustave Le Bon)이 <<The Crowd: A Study of the Popular Mind>>에서 군중들 속에서 공황(Panic)이 무질서하게 퍼지는 현상을 지적한 연구에 기원하는데, 용산구 이태원 사고를 분석한 클라우디오 펠리치아니(Claudio Feliciani⁴⁴)에 의하면 패닉이 참사의 주된 원인 역할을 하거나 폭주의 원인이 되는 경우는 거의 없다. 그는 군중 사이에서 공황이 무질서하게 퍼진다는 생각은 불특정 다수에게 사고의 책임을 전가하기 쉽고 사실상 모든 책임이 사라져버리는 이유 중 하나라고 밝혔다.⁴⁵

또한 런던 그리니치대학 소방안전공학그룹(FSEG)의 창립이사 에드윈 갈레아(Edwin Galea)는 이번 사고는 '군중 압착(crowd crush)'사고이며, '우르르 몰림(stampede)'과 혼동해선 안 된다고 밝혔다. '우르르 몰림(stampede)'은 참사 피해자들이 패닉에 빠져 공포로 허둥지둥하면서 타인이 다치는 걸 신경 쓰지 않고, 비이성적으로 행동했다는 인상을 준다. 주최자 없는 행사의 안전을 책임져야 할 정부 당국이 비이성적인 군중을 위해 무엇을 할 수 있겠느냐 항변할 수 있으므로 용산구 이태원 사고를 '군중 압착(crowd crush)'사고라 표현하는 것이 정확하다고 밝혔다. 또한 1㎡당 4명이 모이면 정상적으로 걸을 수 없고 6명이 모이면 참사가 발생할 수 있다고 밝혔다.⁴⁶ 한편, 행정안전부는 11월 2일 '범정부 다중밀집 인파사고 예방 태스크포스(TF)' 첫 회의에서 인파 밀집 판단 기준을 '1㎡당 6명부터 위험'으로 제시했는데,⁴⁷ 실질적인 방재를 위해서는 「현장인파관리시스템」의 인파 밀집 기준을 '1㎡당 4명 수준으로 조정할 필요가 있다.

마지막으로, 용산구 이태원 사고를 뼈아픈 반면교사로 삼아 「D24H」와 같은 ICT기반 재난 의료지원시스템 구축을 제안한다. 해당 시스템은 재난현장에서 구조된 환자가 위중증 상태인지, 경중 상태인지, 혹은 사망한 상태인지 그 병증 수준에 따라 인근에 이송할 병원을 지정한다. 또한 환자가 이송될 지역거점병원의 환자 수와 병상 정보를 확보하고, 도로정보를 파악하여 환자 이송 경로를 최적화 계산한 결과를 산출하며, 피난소로 이동하는 피해자의 경우, 역시 예상 피난 이동 거리를 산출하는 것은 물론 피난소의 만실 수준을 실시간으로 확인하여 재난 챗봇 「SOCDA」를 통해 개인 맞춤형 피난소 네비게이션 서비스를 제공한다.

특히 병원, 피난 장소가 수용 가능한 인원을 한 자리 숫자까지 정확하게 알려주는 정보서비스는 예약문화에 익숙한 현대인에게 호환되기 쉬울 것이다. 정확한 예는 아니나, 소비자가 식당예약 어플 '캐치 테이블'을 통해 공석을 실시간으로 확인한다면 테이블 20개 중 18개가 예약되었다는 알림과 '거의 만실', 또는 '곧 마감', '10%만 남음'이라는 두루뭉술한 표현의 알림 중 전자의 정보전달을 더 우수하게 느낄 것이다. 또한 식당에 방문했을 때, 수용인원 마감으로 인해 헛발을 돌릴 일이 없으리라 안심할 것이다.

예시로 든 식당을 국가지정 피난소 또는 비지정 피난소로 대체하여 생각해볼 때, 국민이 재난 발생 시 의료 및 복지시설의 만실 수준을 확인하고 국가의 재난 안전 지시에 따라 자택 또는 피난소에서 자기 보호를 취하는 행위가 원만히 성취되기 위해서는 국민이 필요한

44) 도쿄대학 선단과학기술연구센터 교수, 보행자 실험연구 'Mutual anticipation can contribute to self-organization in human crowds'로 21년 이드 노벨상 '동역학상' 공동 수상했으며, 용산구 이태원 사고 인터뷰 당시 해당 연구를 언급하며 보행자 위험인지 중요성과 시민의 일방통행 자기조직화(self-organization)를 논했다.

45)Zeno Zoccatelli, 梨泰院の群衆雪崩「パニックが原因ではない」 在日スイス人研究者, swissinfo, 2022.11

46) 김지환·최미랑, 영국 전문가 “우르르 몰린 게 아냐…관리 부재로 군중 압착”, 주간경향, 2022.11

47) 김동원, “AI, 압사 사고 방지 기술로 주목… 가능성 검증됐다”, 조선일보, 2022. 11

정보에 접근하는 데 시간적 물질적 비용이 적게 들어야 할 것이다. 또한 실시간으로 피난과 의료서비스에 관한 정확한 정보를 확인할 수 있어야 하는데, 이것이 재난안전시스템에 국가지정피난소 및 병원의 수용 가능 인원 수치를 계산하고, 보행자의 밀집도를 분석하는 기능을 탑재하는 것이 필수불가결한 이유가 될 것이다.

이처럼 재난 피해로 발생한 환자 및 피난소를 향해 떠난 보행자의 이동정보와 밀집 수준을 분석을 통해, 이들이 입소할 수 있는 피난소와 병원의 수용 가능 인원을 파악하고 적시 적소에 피해자들을 배분하는 일은 재난관리에 참여하는 독립된 정부 기관들이 ICT기반 재난안전시스템을 통해 연대했을 때 가능하다. 각 기관이 통일된 시스템에 공신력 있는 정보를 공유하고, 재난 현황의 실시간 파악을 위해 SNS상의 빅데이터를 AI를 통해 분석할 수 있다면, 재난현장에서 신속하게 피해자를 구조하고 상황에 적합한 대책을 마련하는데 적지 않은 기여를 할 수 있을 것이라 예상된다.

V. 참고문헌

1. 국내단행본 및 논문

행정안전부 재난관리실, 서울 이태원 사고 대처상황보고서(12.2. 18:00)

행정안전부, 제2차 전자정부 기본계획(2021년~2025년), 2021. 6

행정안전부 재난안전연구개발과, 2022년 재난안전 연구개발(R&D)사업 미리 들어본다- 행안부·경찰청·소방청·해경청, 재난현장 연구개발(R&D) 합동설명회 개최(11.25.) -, 2021.11.25

행정안전부 재난안전조사과, 행안부 이상민 장관 주재 다중 밀집 인파사고 예방안전관리 대책 마련을 위한 특별팀(TF) 1차 회의 개최- 이태원 사고 재발 방지를 위한 범정부 특별팀(TF)회의 운영 -, 2022.11.02

행정안전부 재난안전조사과, 다중 밀집 인파사고 예방 안전관리 대책 관계장관회의 개최 결과, 2022.11.03

행정안전부 재난안전조사과, 행안부 다중 밀집 인파사고 예방 안전관리 대책 마련을 위한 관계기관 장관 회의 개최- 자유토론 방식으로 제도적 문제점과 향후 개선방안 논의 -, 2022.11.03

행정안전부 재난정보통신과, 행안부 정보통신기술 기반 인파 밀집위험 미리 알린다- 장관 주재, 현장인파관리시스템 구축 방안 민.관 합동회의 개최 -, 2022.11.10

행정안전부 재난안전조사과, 「다중 밀집 인파사고 예방 안전관리 대책 마련 특별팀(TF)」 2차 회의 결과- 인파사고 관련 부처간 신속한 조치가 필요한 과제 중심으로 안전대책 마련 - 재난안전관리체계 개선 과제는 범정부 재난안전관리체계 개편 특별팀에서 논의 -, 2022.11.17

행정안전부 재난안전조사과, 행안부, 인파사고 예방을 위한 현장 대응 및 협업 체계 집중 논의- 다중 밀집 예방 안전관리 대책 마련을 위한 특별팀(TF) 2차 회의 개최 -, 2022.11.17

조정윤·송주일·장초록·장문엽, 재난발생시 재난대응을 위한 공통작전상황도(COP) 도입 필요성, 한국수자원학회 2020년도 학술발표회 2020 June 25, pp.358 - 358

2. 국외단행본

- Gustave Le Bon, *The Crowd: A Study of the Popular Mind*, 1895
- Claudio Feliciani (author), Kenichiro Shimura (author), Katsuhiko Nishinari, Introduction to *Crowd Management: Managing Crowds in the Digital Era: Theory and Practice*, Springer, 2022.03
- 総務省白書(2021), 「今後の防災・減災におけるICT活用の可能性」
- 総務省(2021), 「デジタル・ガバメントの推進等に関する調査研究」
- 内閣府(2021), 科学技術・イノベーション基本計画, 2021.03
- 全国知事会危機管理・防災特別委員会, 防災におけるDXの推進に向けた取組報告書, 2021.10
- 京都府(2019), 第1回AI・IoT等デジタル技術の活用に関する有識者会議の結果概要, 2019.10.8

3. 국외논문

- John A. Ledingham, Stephen D. Bruning, Relationship management in public relations: dimensions of an organization-public relationship, *Public Relations Review*, Volume 24, Issue 1, 1998, Pages 55-65
- Shari R. Veil, Tara Buehner & Michael J. Palenchar(2011), A Work-In-Process Literature Review: Incorporating Social Media in Risk and Crisis Communication, *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Volume 19 Number 2 June 2011
- Stephens&Malone, If the Organizations Won't Give Us Information...: The Use of Multiple New Media for Crisis Technical Translation and Dialogue (2009)
- Liu, Brooke Fisher, Lucinda L. Austin and Yan Jin. "How publics respond to crisis communication strategies: The interplay of information form and source." *Fuel and Energy Abstracts* (2011)
- Schultz, Friederike, Sonja Utz and Anja S. Göritz. "Is the medium the message? Perceptions of and reactions to crisis communication on twitter, blogs and traditional media." *Fuel and Energy Abstracts* (2011)
- Marken, G.A. (2007), 'Social Media . . . The Hunted can Become the Hunter', *Public Relations Quarterly*, Volume 52, Number 4, pp. 9-12.
- HISASHI MURAKAMI·CLAUDIO FELICIANI·YUTA NISHIYAMA, Mutual anticipation can contribute to self-organization in human crowds, *SCIENCE ADVANCES* Vol 7, Issue 12, 17 Mar 2021
- 消防庁, 災害情報伝達手段の整備等に関する手引き, 消防庁防災情報室, 2020.03
- 大竹清敬, SNS上の災害関連情報の要約・分析システム, 耐災害ICT研究センター 応用領域研究室, 2017.10
- 京都府, AI・IoT等デジタル技術の活用に関する有識者会議, 京都経済センター 6-D 会議室, 2019.10

内閣府, 喜連川 優・安宅和人・池内幸司・臼田 裕一郎・大木 聖子・小池俊雄, デジタル・防災技術ワーキンググループ社会実装チーム 提言, 2021.05

厚生労働省, 「大規模災害時の保健医療福祉活動に係る体制の整備について」, 災害時健康危機管理支援チーム活動要領について, 2022. 7

市川 学, 災害時保健医療福祉活動 情報支援システム -D24H-パンフレット, 芝浦工業大学市川研究室

上谷 珠視, ICT活活用による防災・減災推進に関するセミナー 防災チャットボット”SOC DA”が実現する災害情報諺把握と提供, 国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT), 2021.03

中村 秀之, 災害に立ち向かう デジタル化でつながる防災, DATA INSIGHT, 2022.02

臼田 裕一郎, 防災のデジタル化に関する取り組み, 国立研究開発法人防災科学技術研究所(NIED)総合防災情報センター, 2021.06

花島誠人, SIP4Dを活用した災害情報共有の取り組み, 防災科学技術研究所, 2019.04, 2-35

4. 기사

김현예, “이런 일 다시 일어나지 않으려면 생각부터 바꿔야”, 중앙일보, 2022.11.11

김지환·최미량, 영국 전문가 “우르르 몰린 게 아냐…관리 부재로 군중 압착”, 주간경향, 2022.11

김동원, “AI, 압사 사고 방지 기술로 주목… 가능성 검증됐다”, 조선일보, 2022. 11.09

김신일·이제형, 밀집 인파에 재난문자를 보낸다고? 이태원참사 재발방지 대안이 혼란 자초할 '위험천만' 발상, 내일신문,

김태운, 다산칼럼: 밀지 마세요, 살려주세요, 한국경제 오피니언, 2022.11

김희진·김송이, 주춤 없어 적용 못했다?…매뉴얼은 죄가 없다, 경향신문, 2022.11.10

김소연, 일본 전문가 “이태원은 ‘군중 눈사태’…일방통행 유도했어야”, 한겨레, 2022.11.01

신승이, 지진 있었으면 어쩔 뻔…9시간 먹통 된 日 기상청 시스템, SBS 뉴스, 2021.01.30

헤럴드, 전문가들 “대응체계 구축·현장통제 강화해야” [이태원 참사, 그 이후], 헤럴드경제, 2022.11.07

Zeno Zoccatelli, 梨泰院의 群衆雪崩「パニックが原因ではない」 在日スイス人研究者, swiss info, 2022.11.03

山 泰幸, 韓国ソウル群衆事故<梨泰院惨事>をめぐって(1)-(2), 関西学院大学 災害復興制度研究所, 2022.11.22

密集空間の隙間に向かい、次々と倒れる「群衆雪崩」…有効な対策は「一方通行」, 読売新聞, 2022.11.01

「人は気づかずに超過密空間に入ってしまう」韓国・梨泰院の転倒事故などから見えた専門家が指摘する『群集心理』と『歩行者の安全』, MBSNEWS, 2022.11.03

5. 전자자료

總務省白書(2021)

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/>

株式会社パスコ

https://www.pasco.co.jp/disaster_info/20180906

国立研究開発法人防災科学技術研究所

<https://www.sip4d.jp/case/111>

Society 5.0「科学技術イノベーションが拓く新たな社会」

https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html