

すべて「想定内」の街へ
～テクノロジーで実現する災害に強い日本へ～

Aグループ

第5期ジュニア・アカデメィア
主催 日本アカデメィア

Aグループ研究報告書

テーマ

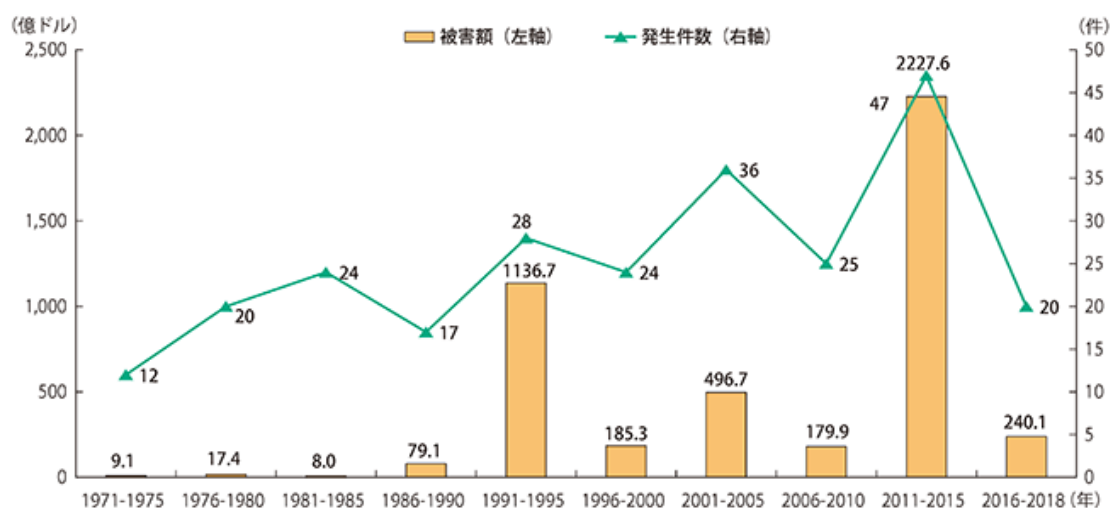
すべて「想定内」の街へ ～テクノロジーで実現する災害に強い日本へ～

1. 解決すべき課題

1-1 自然災害発生件数の上昇

私たちが「災害」という観点に注目した背景には、近年の我が国の災害発生率の高さがまずあげられる。下図【図1-1】からは、多少の増減はあるものの、約50年という短いスパンの中でも自然災害の発生件数は増加傾向にあることが分かる。この傾向は世界規模でも同様に見られ、さらに最近の10年間を見ると、1970年代に比べて発生件数、被災者数ともに約3倍に増加している。とりわけアジアの自然災害被害は大きく、1979年から2008年の世界全体に占めるアジアの被害状況は、発生件数で世界の約4割、死者数の約6割、被災者数の約9割、被害額で約5割にも及ぶ²。

【図1-1. 日本の自然災害発生件数及び被害額の推移（中小企業庁）】



資料：ルバン・カトリック大学疫学研究所災害データベース（EM-DAT）より中小企業庁作成

(注) 1. 1971年～2018年の自然災害による被害額を集計している。

2. 2018年12月時点でのデータを用いて集計している。

3. EM-DATでは「死者が10人以上」、「被災者が100人以上」、「緊急事態宣言の発令」、「国際救援の要請」のいずれかに該当する事象を「災害」として登録している。

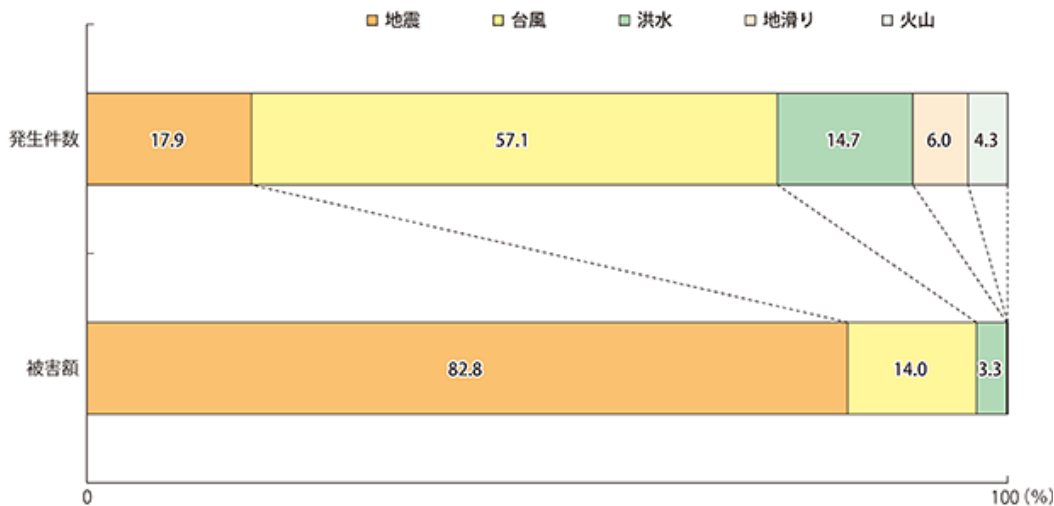
1 中小企業庁「我が国の自然災害発生係数及び被害額の推移」

https://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/2019/2019/html/b3_2_1_2.html

2 内閣府「世界の自然災害の状況」 <http://www.bousai.go.jp/kokusai/kyoryoku/world.html>

日本に立ち返ろう。我が国における自然災害の内訳を見ると（下図【図1-2³】参照）、発生件数は「台風」が一番多く57%、続いて「地震」が17%、「洪水」が14%、その他が10%となる。被害額では「地震」が82%と圧倒的多数を占め、「台風」が14%、「洪水」は3%程度にとどまる。被害額で見れば地震が多くを占めることとなるが、しかし台風や洪水といった水害は発生件数が多く、決して侮ることは出来ない。後に述べることとなるが、その被害の大きさは、我々も昨年度身をもって体感したことから理解できるのではないか。

【図1-2. 日本における自然災害の発生件数及び被害額の災害別割合（中小企業庁）】



資料：ルーバン・カトリック大学疫学研究所災害データベース（EM-DAT）より中小企業庁作成
 (注)1. 1985年～2018年の自然災害による被害額を集計している。
 2. 2018年12月時点でのデータを用いて集計している。
 3. EM-DATでは「死者が10人以上」、「被災者が100人以上」、「緊急事態宣言の発令」、「国際救援の要請」のいずれかに該当する事象を「災害」として登録している。

我々が暮らす日本は、常に自然災害と隣り合わせの国であり、共生している。故にこれまで、「日本は災害には強い国と」というイメージを漠然と持っていないだろうか。しかし近年、東日本大震災や熊本地震、そしてここ数年で急増したゲリラ豪雨などによって、従来の街づくりの脆弱性が明るみに出た。特に昨年度は、自然災害の内こと水害に限っても、九州豪雨や台風15号、19号と被害の大きかった災害が発生した年と言えるだろう。特に台風19号に関しては、事前に大々的な注意喚起がされ店頭から商品が無くなるといった事態も発生した一方で、全国で河川が氾濫、また内水氾濫が起これ、衝撃的な映像が日夜テレビで流れた。住みたい街として人気のあった武蔵小杉では、駅前で排水管からの逆流によって浸水が起き、改札が冠水して水没したり、一部のタワーマンションでは、地下の電源系統へ水が流れ込んだ為、停電が起きたところもあった。このような状況を踏まえても、我が国は「災害に強い国」と言えるであろうか。年々増え続ける災害に対して、我々の住む街は十分安全であると言い切れるであろうか。本当に住みやすい街とは、いざという時も、安心して安全な暮らしのある街ではないだろうか。

³ 中小企業庁「我が国における自然災害の発生件数及び被害額の災害別割合」（URLは参考資料2と同）

1-2 近年の都市計画の災害対策不足

近年日本政府は、新たな都市計画として、「人口減少・少子高齢化社会の到来に対応した、高齢者も含めた多くの人にとって暮らしやすい、多様な都市機能がコンパクトに集積した、歩いて暮らせる生活空間を実現すること」を目標に、コンパクトシティの形成を指向している。しかしそのコンパクトシティ計画には、十分な災害対策が含まれているのであろうか。

実際、昨年国土交通省の調査によって「コンパクトシティ」の計画を策定した自治体の9割超が、居住を誘導する区域に災害リスクがあるエリアを含んでいたことが判明⁴し話題となった。しかしこの点に関してはその前年度にも指摘されており、日本経済新聞⁵によれば、「居住誘導区域を(今年)3月末までに発表した人口10万人以上の54市を対象に…浸水想定区域との重なり具合を調べた」ところ、「全体の89%となる48市で1メートル以上の浸水想定区域の一部が居住誘導区域となっていた。うち45市は大人の身長に近い2メートル以上の区域とも重なっていた」とされる。豪雨や洪水はそのような地域の住民の生命に対する重大な脅威となる。

その脆弱性は、昨年度の台風19号により更に露呈することとなった。コンパクトシティを将来の都市構造として長年にわたって取り組んでいる宇都宮市もまた、台風19号によって甚大な被害を受けた自治体の一つであった。「ネットワーク型コンパクトシティ」を掲げる当市は、駅周辺を都市拠点として他の地域とを結びつけるといった開発計画を立て、LRT（東西基幹公共交通）の導入計画も進められている。しかし、10月の台風19号によって、駅からわずか100メートルほどしか離れていない田川が氾濫、駅近くまで冠水した。結果、道路を鯉が泳いでいるという状況になったのである。宇都宮市も水害リスクの高い地域をコンパクトシティはエリアに含んでいる事例である(他にも、富山市はコンパクトシティと名高いが、駅前周辺が広く水没する恐れがある)⁶。

このような状況を受け、国土交通省は浸水の危険性が高い地域の新規開発を抑制するなど、河川周辺の土地利用規制の検討を始めた。しかしながら、宇都宮市のように都市計画は長期間で取り組まれているものが多く、現在既に進められているコンパクトシティは災害への対策が後手に回っていると言わざるを得ない。

また、台風19号によって川崎市⁷や東京都世田谷区等、約150か所で内水氾濫が発生し、死者も出てしまった。内水氾濫とは、大量の雨水が下水道から川に排出できなくなり地上にあふれ出る現象である。都市部に限らず福島県須賀川市でも内水氾濫が発生し、高齢者2人の死者が出た。

⁴ 読売新聞オンライン (2019/10/07) 『都市機能の集約 災害リスクをどう取り除くか』

⁵ 日本経済新聞(2018/09/02) 『浸水想定域に住宅誘導、まち集約の自治体9割で、防災後手、計画の再点検を』

⁶ 富山市洪水ハザードマップ

<https://www.city.toyama.toyama.jp/kensetsubu/kasenka/kouzuihm201602.html>

⁷ 川崎市はスマートシティであることにも留意しておきたい。

<http://www.city.kawasaki.jp/kurashi/category/29-4-11-0-0-0-0-0-0-0.html>

今回の被害を受け、川崎市は「内水氾濫」による浸水被害の危険エリアを示すハザードマップの作成に着手した(2020年度中の完成を目指している)。他方、内水ハザードマップを作成している市区町村は全国的に見ても少ない。現在ある1741の市区町村のうち、作成・公表されているのは約360市区町村に留まる。ただ、今回の台風で広域にわたって浸水被害が発生したことを受け、国土交通省は通知で、これまで浸水被害がなく内水ハザードマップを作っていない市区町村にも作成を呼び掛けた⁸。内水氾濫はその性格上、都市部で多く発生する。人を密集させ、都市を作り上げようとするコンパクトシティにもその危険は十分に潜んでいる。

このような背景を受けて我々は、今一度安全で安心な街づくりとは何か、考える必要がある。年々増え続けるゲリラ豪雨や台風は、我々の生命と生活に対する脅威である。昨年度の台風19号のような甚大な被害をもたらした自然災害は今後も、発生頻度を増しながら、我々の暮らしを脅かし続けるであろう。もはや「想定外」という言葉だけで片づけられる問題ではない。人々の生命と健康を守るために「想定外」にどう備えるかが、今後の日本の街づくりの課題ではないだろうか。

我々の報告書では、まず本提言の背景にある水害への問題意識を説明し、課題の解決策を考察することとする。

2. 問題意識

2-1 高齢者など一人での避難が困難な人々の避難の足

近年の台風や大雨の被害において、高齢者や介護を必要とする人が犠牲となった事例が目立つ。昨年の台風19号においても、死者・行方不明者数は89人であったが、年代別では60代が一番多く、60歳以上は全体の75%を占めていた(下図⁹)。また特に多くの死者が出た岩手、宮城、福島3県では死者48人に上ったが、60歳以上が35人と約8割を占めることが、河北新報社の集計で判明している¹⁰。このように台風19号で亡くなられた高齢者の多くが自宅で溺死もしくは圧死によるものであった。

⁸ 時事.com <https://www.jiji.com/jc/article?k=2019110900376&g=eco>

⁹ 饒村曜(2019)『台風19号の死者で目立つ60代男性』
<<https://news.yahoo.co.jp/byline/nyomurayo/20191119-00151375/>>

¹⁰ 河北新報「台風19号の死者、60歳以上8割 自宅浸水で犠牲多く 岩手・宮城・福島」
<https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201910/20191020_73001.html>

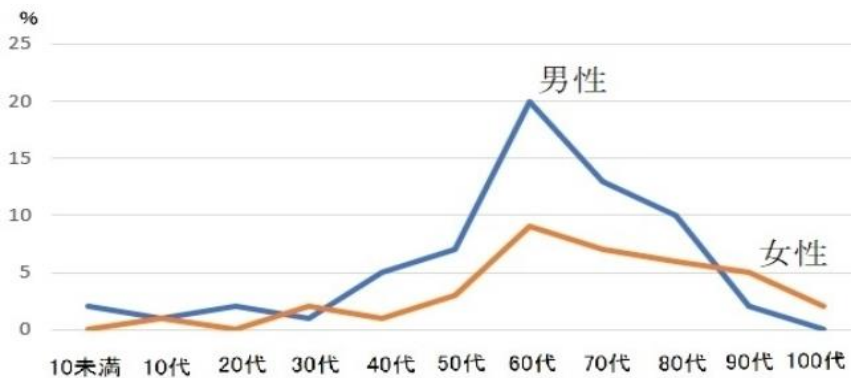


図3 台風19号による年齢別死者数

また一昨年の西日本豪雨においても、倉敷市真壁地区での死者 51 名について年齢を見ると、65 歳以上の高齢者が約 9 割の 45 人で、うち 75 歳以上は 30 人だった。また約 4 割の 19 人が要介護認定を受け、約 4 分の 1 にあたる 13 人が身体障害を持っていた¹¹。さらに死者 51 名のうち 44 名が自宅で亡くなっていた¹²。

つまり、避難所まで歩けないような人やクルマ社会の地域で車を運転できない人は、移動手段がないために犠牲になりやすく、こうした人々が水害時にも避難することができる足を確保することが求められる。

2-2 避難所の課題

無事に避難所まで移動できたとしても、避難生活は身体的な負担となりやすい(特に高齢者の災害関連死を引き起こす場合もある¹³)。避難所の暮らしづらさの原因は、過密・キャパシティ不足の問題と生活環境・衛生環境の問題の 2 つに分けて考えることができる。

・過密状態の避難所・キャパシティ不足

まず、東京都の狛江市は台風 19 号(2019 年)の際、避難者が殺到して避難所が満員になり、市議会の本会議場まで自主避難者の避難場所として開放されたものの収容しきれず、他の避難所への移動をお願いせざるを得ないほどの混雑具合であった。そして大田区では、「約 16 万人に避難を指示し、避難所で約 1 万人を受け入れた。9 カ所が満員状態になり、入れない人がいた。松原忠義区長は…会見で「想定よりも多数の人に避難指示を出すことになってしまった」と述べ」ている¹⁴。

¹¹ 毎日新聞(2019.12.31)『西日本豪雨：西日本豪雨 「垂直避難」で生存も 倉敷市、真備で死者行動調査 /岡山』、地方版/岡山 <<https://mainichi.jp/articles/20191231/ddl/k33/040/182000e>>

¹² 岡山県「平成 30 年 7 月豪雨」災害検証委員会(第 2 回)(平成 30 年 10 月 11 日)『被害状況等 人的被害・住家被害 <https://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/601705_5031848_misc.pdf>

¹³ 共同通信によると、西日本豪雨では「岡山、広島、愛媛の 3 県で 2 日までに計 53 人が避難生活のストレスや体調悪化などによる災害関連死と認定された。」

共同通信(2019 年 7 月 2 日)『西日本豪雨、関連死は計 53 人 未然防止に個人情報保護の壁』
<<https://this.kiji.is/518697342969021537>> (最終閲覧日：2020 年 3 月 3 日)

¹⁴ 朝日新聞(2019 年 10 月 23 日)『東京) あふれる避難者、情報伝達に課題』

<<https://www.asahi.com/articles/ASMBM64JQMBMUTIL028.html>> (最終閲覧日 2020 年 3 月 1 日)

調布市は 12 日午後約 4 万人に避難勧告を出した(右下ツイート参照)。「自主避難所を含む避難所を 16 か所設け、想定を超える 6 千人以上が避難した。受け入れきれない施設があり、「3 か所目で入れた」と話す人がいたという。」¹⁵



気象情報
警報・注意報の発表状況をお知らせします。

発表日時：2019年10月12日 06時32分
対象地域：調布市

■以下の警報・注意報が発表されました。
洪水警報
警戒期間(洪水)
service.sugumail.com/chofu/mail/264...

午前6:33 · 2019年10月12日 · すぐメール

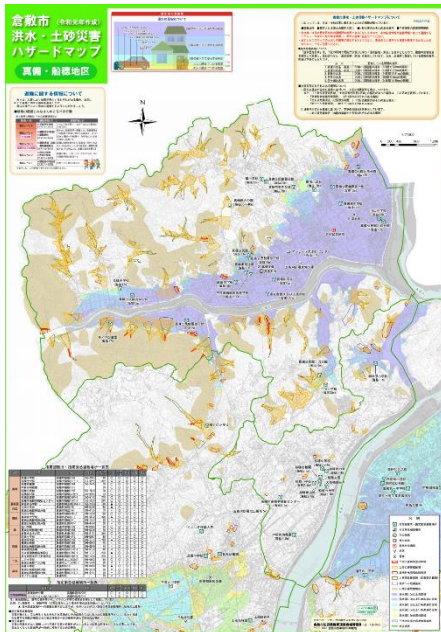


【避難勧告を発令しました(午後3時18分)】次の地域に避難勧告を発令しました。以下の対象地域の方は、ただちに避難を開始してください。
対象地域：飛田給3丁目、上石原3丁目、多摩川の全域、染地の全域

午後4:03 · 2019年10月12日 · Twitter Web Client

517 リツイート 323 いいねの数

21 リツイート 13 いいねの数



なぜこのような状況が生じるのか。避難準備や避難勧告、避難指示等のうちどれを発令するかを決める際に考慮されるのは「地域の災害リスクの程度」であって、「避難所に収容できないほどの人数が殺到しないか」「その人数が避難したら避難所内で 1 人あたり何㎡ほど占有できるか」は考慮されない。すなわち、避難所のキャパシティを超えることがあったとしても、「A 川の B 水位観測所の水位が氾濫危険水位である〇〇m に到達した」というような客観的な基準を満たした場合には避難勧告が発令される¹⁶。朝日新聞によると、「勧告に基づき避難所に身を寄せる市民を、市(注：狛江市)は対象者の数パーセントと見込んでいた。そもそも対象者全員を収容できるスペースはない」¹⁷。現状の仕組みでは、避難勧告等が発令しても、避難する場所がない人が生まれてしまう。

倉敷市真備町のハザードマップ(左)をみると、指定避難所・指定緊急避難場所の計 33 か所のうち、洪水発生時に避難に適しているのはわずか 14 か所である。その 14 か所の収容可能人数を総計すると 2020 人であり、町民約 2 万人のうち 10%しか避難できないことになる。

・生活環境と衛生環境

災害時の避難所の最低水準について、国際赤十字が制定した『スフィア基準』では以下のように定められている。しかし、日本では災害時の 1 人あたり居住面積の最低限度が保障されているわけではなく、壁などで「囲われた空間」も保障されていない。

・「1 人あたり最低 3.5㎡の居住スペース(調理スペース、入浴区域、衛生設備を除く)」(p.254)

¹⁵ 同上

¹⁶ 内閣府(2019)『避難勧告等に関するガイドラインの改定～警戒レベルの運用等について～』

http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/pdf/guideline_kaitei.pdf

¹⁷ 朝日新聞(2019年10月23日)『(検証・台風19号 東京と災害) 避難者収容、情報伝達に課題 身寄せた住民、想定数超す/東京都』

・「尊厳を持ってこれらの活動を行う場を提供するためには、適切な床面積に加えて、避難所には囲われた空間（壁、窓、ドア、屋根）が必要である。過度の混雑や外部にさらされることは、感染症の発生や不健康のリスクを高めることにもなり得る。狭小なスペースは保護リスクを引き起こし、安全やプライバシーを低下させることがある。」(p.255)

新潟県中越地震において、永幡らが「避難所生活における各生活環境要素に対する愁訴」についてアンケート調査を行ったところ、避難者からの愁訴率が最も高いのは「生活空間の広さ(66.3%)、」次いで「プライバシーの確保 (48.8%)」であったという¹⁸。

他方、2009年イタリアのラクイラ地震では、「家を失った人は62,543人で、うち28,579人は5,553張りのテントに、33,964人は518のホテルに、2,225人は民家に避難した」という¹⁹。特筆すべきは、イタリア内務省防火局は1万個以上のテント(6人用)を常時備蓄している点である。そのためラクイラ地震の際は、震災から48時間後の時点で既に2,962張りのテントを提供できたという。日本では間仕切りのない体育館や公民館を避難所にする場合が多いが、被災者がそのような生活環境を強いられることを「災害時だから仕方ない」という言葉で済ませることはできない。

加えて、間仕切りの無い空間で避難生活を続けることで、西日本豪雨(2018)の避難所では咳症状の見られる被災者が多発した。避難生活をしている人々は昼間土砂の片づけのため外出するが、避難所の入り口で靴の泥を水で洗い落とすなどの対策が徹底できなかった(洪水で上下水道が破綻していた)ため、咳症状のある患者数が「災害発生から約1ヶ月経過した8月2日から8日の期間にピークを迎えている」²⁰。砂塵については避難所を土足厳禁とすることででも対応できるが、間仕切りがなく人の密集した空間ではインフルエンザなどの感染症リスクもある。千葉県HPによると、「災害時には断水により手指の流水洗浄ができず、また、避難所など密集した環境下での集団生活等により、ノロウイルス等による感染性胃腸炎やインフルエンザなどの感染が拡大するリスクが高ま」る。²¹

・長期の避難生活による心身への悪影響

長期の避難生活によって、エコノミークラス症候群や「生活不活発病」に陥る場合がある。(それらが原因で死に至った場合、「災害関連死」に認定される。)

エコノミークラス症候群とは以下のような症状である。「狭い避難所生活では自然と横になった時間が長くなりがちである。特に高齢者では臥床時間が長くなって下肢の静脈血流が滞ると、血栓を形成しやすい。静脈の血栓は何かの拍子に血流とともに移動し、心臓に達して肺の血管が詰まる場合がある。この結果肺血栓と呼ばれる病態がおき、呼吸困難や場合によっては血圧低下から心停止に至る危険もある。…対象は避難所だけではなく、車中泊も血

¹⁸ 永幡幸司・金子信也・福島哲仁『避難所における生活環境の問題とストレスとの関係について』
https://www.sss.fukushima-u.ac.jp/~nagahata/research-j/earthquake/temporary_shelter_j.pdf (最終閲覧日：2020年3月2日)

¹⁹ 中村功(2010)『防災のあり方についての一考察』、松山大学論集第21巻4号

²⁰ 大毛ら(2019)『医療・公衆衛生対応と課題—今後の災害対応で求められるポイント—』

²¹ 千葉県『災害時における避難所等での感染症対策について』(最終閲覧日：2020年3月2日)
<https://www.pref.chiba.lg.jp/shippei/kansenshou/saigajitaisaku.html>

栓形成の危険性が高い。足を折り曲げたままで長時間過ごすため、下肢の血流鬱滞につながる。」²²

また、避難生活中に「生活不活発病」に陥る(特に高齢者の)問題もある。これは避難生活中に生活機能が低下してしまう問題を指しており、「高齢者・障害者には災害前からすでに生活機能低下を生じている人が多く、また、災害後には健常者よりもこれを生じやすい。特に避難所生活では、「することもなく」「動きたくても動けない」環境がこれを促進する」という²³。「生活不活発病」は「フレイル」(虚弱)に近い概念であり、心身の虚弱は要介護状態に陥るリスクを高めてしまう²⁴。

2-3 災害時の危機意識の醸成

災害が起きて、その情報が入った際に、逃げるなどの行動をするのは当たり前行動である。しかし、中には災害の情報が入っているのにもかかわらず、行動を起こさない場合がある。これは、災害時に「自分の居るところまでは浸水しないだろう」などとバイアスのかかった判断をしてしまうためである。実際に、台風の19号による豪雨時においても、避難勧告を受けながらも避難行動を行わなかった人々は大勢いた。朝日新聞によると「気象庁が2013～17年に計7回発表した「特別警報」。対象となった12道府県の307市町村に朝日新聞がアンケートしたところ、自治体が避難指示を出した地域の住民のうち、実際に避難所に逃げた割合は3%弱だった」。このわずか3%という数字は、行政の発信した情報が避難すべき人々の避難行動につながっていないことを表していると考えられる。他方、台風19号(2019年)の際、大田区では過度に広範な範囲に避難指示を出してしまい、避難者が収容人数を超えてしまった。このように避難勧告が避難行動に結びついていない要因としては、現状の避難勧告が自治体単位などのかかなり広範な単位で行われており、危機意識を持ちにくいことにあると思われる。

3. 現在見られる課題解決策

3-1 高齢者の避難

水害など災害時に高齢者等の避難手段の確保について地方都市においていくつか事例がみられる。青森県は青森県タクシー協会と「災害時等におけるタクシーによる人員の輸送等に関する協定書」という協定を結んでいる²⁵。災害時はタクシー協会が被災者・「災害応急対策の実施のために必要な人員」・ボランティアの輸送を担い、後日輸送費を県に請求するという仕組みである。

²² 大毛ら(2019)同上、p.305

²³ 大川弥生(2017)『災害時に多発する「生活不活発病」：その予防と回復における内科医の役割』、日本内科学会雑誌 106 巻 4 号、https://www.naika.or.jp/jsim/wp/wp-content/uploads/2017/05/106-4_kaisetsu.pdf

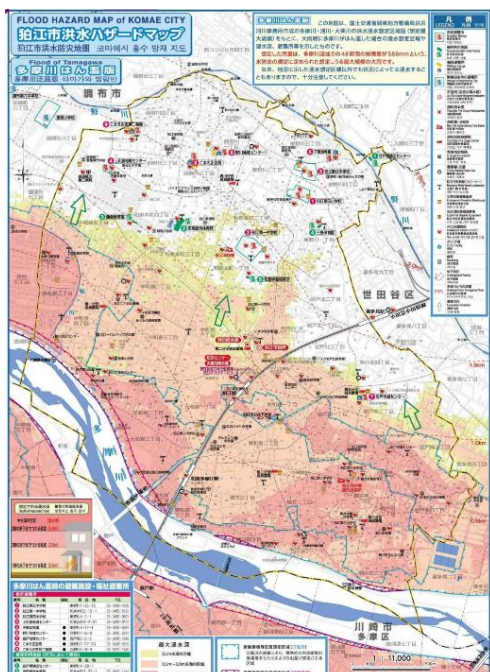
²⁴ 厚生労働省保険局・老健局(2018)『高齢者の保健事業と介護予防の一体的実施について』
<https://www.mhlw.go.jp/content/12401000/000350583.pdf>

²⁵ 青森県「災害時等におけるタクシーによる人員の輸送等に関する協定書」
<http://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kikikanri/atom/files/20180117takushiikyoutei.pdf>

また北九州市においても、豪雨時に単独での避難が困難な高齢者の支援に向け、タクシー会社と連携する方針を固めており、豪雨が本格化する前の段階で、高齢者をタクシーで避難所まで送る有償サービスの導入を目指している²⁶。

青森県や北九州市の例のように、公共交通機関の協力を得て高齢者等の要支援者を助けようという取り組みは地方で行われている。しかし、地方のバス・タクシー業界は運転手の人手不足と利用客の減少により先細りであるから協力体制を維持するには限界がある。

また、地方公共団体においても、要支援者名簿の作成は行っているものの災害時に要支援者の避難をサポートしてくれる支援者が不足しているなどの理由から要支援者と支援者のマッチングにも課題がある。このように、地元のタクシー協会と協定を結んでおくことで災害時の避難支援を行っている地方公共団体はあるが、タクシー業界の人手不足や高齢者等支援の必要な人の情報共有の面からも課題が残る状況になっている。



3-2 避難所の課題

- ・ 過密状態の避難所・キャパシティ不足

避難所に入れない人がいて、入れたとしても過密すぎて生活環境として適当ではない場合、避難する人を減らすか、もしくは避難施設を増やす必要がある。

狛江市のように議会を活用するなど、指定避難所以外の安全な施設も活用することで混雑緩和に勤めた自治体もあったが、自治体の施設のうち避難に適したものは数に限りがある。狛江市のハザードマップ(左)を見ると、多摩川が氾濫した場合に避難先となりうるのは浸水が予測されていない市北部の施設のみであり、避難を1つの市のみで完結させることは困難である²⁷。そもそも、自治体は避難指示等を出しても住民全員が避難するとは想定していないから、避難所以外の公的施設を開放し

ても、「1人あたり最低3.5m²の居住スペース」を保障するほどの床面積を確保することはできないだろう。

自治体の施設には限界があることから、民間のホテルと協力することをめざす自治体もある。例えば、内閣府「南海トラフ地震防災対策推進基本計画」をみると、「避難所が不足する場合には、ホテル等民間事業者の協力を得つつ活用する」ことが書かれている²⁸。しかし、倉敷市真備町のようにホテル等が少ない地域では民間との協力にも限界がある。そこで、避難する必要のない人には避難勧告等を出さずに自宅待機してもらうという「トリアージ」が

²⁶ 毎日新聞「豪雨・台風など災害時の避難はタクシーで 高齢者支援サービス 北九州市が検討」
(<https://mainichi.jp/articles/20191230/k00/00m/020/444000c>)

²⁷ 河川の氾濫がおきると区内の大半が水没してしまう江戸川区では、周辺自治体と連携した広域避難を実施している。

²⁸ 内閣府(平成27年)『「避難所の確保と質の向上に関する検討会」に係る課題等について』
(http://www.bousai.go.jp/kaigirep/kentokai/hinanz yokakuho/01/pdf/siryo5_1.pdf)

必要だと考える(後述)。

・生活環境・衛生環境

大毛ら(2019)によると、エコノミークラス症候群や「生活不活発病」への対応として、段ボールベッドが有効である。「ベッドにすることで立ち上がりやすくなり、寝たきりにならない利点がある」。しかし、西日本豪雨の際は、「一人当たりのスペースが狭い避難所では、段ボールベッドを置くことができなかった。通路がなくなるためである」。

また、「血栓形成対策として JRAT(注：災害リハビリテーション支援チーム)は運動を促したり、コンパクトな超音波検査機器を持ち込んで血栓を形成していないか足の検査を行う。」しかし、下肢の血栓予防やリハビリテーションのためには、「一定のパーソナルスペース」が必要となる²⁹から、やはり「避難する人を減らすか」「避難施設を増やす」という方向で対策が必要である。

3-3 災害時の危機意識の醸成

人々が災害に対して危機意識を向けるためには、浸水が自分の近くまで迫っていると感じることが重要だと考えられる。そのために、住民の位置情報を活用して、災害が近くで起きていることを知らせる必要がある。それを体現した事例として長野県塩尻市の「ICT 街づくり推進事業」が挙げられる。この事業では、塩尻市が持つ既存の光ネットワーク等と連携し、新規に構築する各種センサーから収集した土石流情報、水位情報、鳥獣害情報、市内循環バス情報、見守り情報を、新規に構築するプライベートクラウド環境に蓄積し、市内の Wi-Fi などから住民に対していつでも、土石流・水位の変化などの情報を事前に提供することができる事業である。緊急時には既存の GIS 地図情報等と連携をしたうえで、判り易い情報の伝達を行う。これにより災害の情報が素早く正確に伝わり、より自分の身近に感じられるようになる。

4. 課題解決の方向性

4-1 避難支援について

水害時に自力での避難が難しい高齢者等に対しては、地域の人によって支えられることも必要であるが、将来的にテクノロジーの活用によってより効果的な避難支援が行えるように思う。以下、高齢者等の避難支援の具体策を提示したい。

具体策の1つ目が自動走行車による高齢者等の避難支援である。高齢者の方には、GPS 付き端末を持ってもらい、行政の収集したリアルタイムの水害情報と高齢者の位置情報を紐づける形で水害被害にあうリスクの高い高齢者を把握し、水平避難が必要な高齢者等の元に自動走行車を向かわせることを想定している。このように、高齢者等の元に自動走行車を向かわせることができれば、短い距離を自力で歩行可能な高齢者であれば自動走行車に乗って避難所等に避難することも可能になる。また、自力での歩行が困難な高齢者等に関しては、自

²⁹ 大毛ら(2019)、p.305

自動走行車にそうした高齢者を自宅から移し乗せてくれる主体が必要になる。そこで、自力歩行ができない高齢者等に対しては、行政職員などが自動走行車に同乗して自宅まで向かうことが必要になると思われるが、場合によっては寝たきりの高齢者をベッドごと自動走行車に移し乗せてくれるロボットを活用することも必要である。

自動走行車を避難に用いた場合に、渋滞が起きたり、避難の途中で洪水に巻き込まれることを懸念する向きもあるかもしれない。しかし、渋滞発生への懸念については、自動走行車が最新の交通情報を取得して渋滞を避けながら走行するならば、渋滞に巻き込まれずに避難所まで到着できるだろう。また、自動走行車が普及した社会では、車同士が自動的に車間距離を調節しながら走行するので、渋滞は発生しないと考えられる³⁰。浸水状況についても、行政が把握しているリアルタイムの水害状況と自動走行車を紐づけることで、浸水の危険のあるエリアをさけながら避難を行うことが可能になる。

また、自動走行車が避難所の混雑具合に関する情報を取得し、行き先を自動的に決定するようにしておけば、特定の避難所に要配慮者が集中してしまい受け入れ不可能となるような事態も回避できる。

こうした自動走行車の導入に向けた実証実験が福岡県北九州市や神奈川県藤沢市など全国各地で行われて来ている。神奈川県藤沢市では 2016 年から、自動運転技術を搭載したタクシーに一般利用者を乗せて走行する実証実験を行っている。ここではスマートフォンから専用サイトで配車を予約すると、タクシーが自宅に迎えにくる仕組みが採用されている。カメラによる画像解析や衛星利用測位システム（GPS）で自車の位置を特定し、ハンドルやブレーキはソフトウェアによって制御される³¹。さらに、藤沢市では 2019 年から自動走行バスの実証実験にも着手しており、小田急電鉄や江ノ島電鉄と連携して、江の島（藤沢市）で実証実験を行っている。当該実験は江の島で開かれるセーリングワールドカップ（W 杯）に合わせて実施されており、信号での停車・発進や路上駐車回避も自動運転に委ねるものになっている³²。このように自動走行車の実証実験は着実に積み重ねられてきており、「官民 ITS 構想・ロードマップ 2016」によると、政府も 2025 年頃に完全自動走行システムの普及拡大を目標としており、現状として課題は山積しているものの将来的には自動走行車を水害時に活用することも可能になると思われる³³。

³⁰ NEXCO 中日本によると、「下り坂から上り坂にさしかかる所を「サグ」と呼ぶが、そのような所では気付かないうちに速度低下してしまう車があり、後続の車との車間距離が縮まることから、次々に後続の車がブレーキを踏むことになり、渋滞が起こる」。他方、自動走行車であれば「気付かないうちに速度低下してしまう」事態は生じないだろう。

(NEXCO 中日本『渋滞原因解説』 https://www.w-nexco.co.jp/forecast/trafficjam_comment/index2.html

(最終閲覧日：2020 年 3 月 4 日)

³¹ 産経ニュース 「快走、自動運転タクシー 神奈川・藤沢で実証実験が開始 『東京五輪までの実用化目指す』」 [〈https://www.sankei.com/economy/news/160301/ecn1603010047-n2.html〉](https://www.sankei.com/economy/news/160301/ecn1603010047-n2.html)

³² 日本経済新聞 「神奈川県、江の島で自動運転バス、セーリング W 杯期間」 [〈https://www.nikkei.com/article/DGXMZO48141400S9A800C1L82000/〉](https://www.nikkei.com/article/DGXMZO48141400S9A800C1L82000/)

³³ 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部(2016)『官民 ITS 構想・ロードマップ 2016～2020 年までの高速道路での自動走行及び限定地域での無人自動走行移動サービスの実現に向けて～』、p.24 参

4-2 避難所環境の改善について

スフィア基準は「1人あたり最低 3.5m²の居住スペース」と「囲われた空間」の必要性を説くが、どのようにすれば実現できるか。これらは生活環境と衛生環境を改善するためにも重要である。

そこで、①宿泊も可能な EV 車の普及、②ピンポイントで避難勧告等の情報を発信することを提案する。

4-2-1 EV 車の宿泊機能と電源機能

トヨタが東京五輪 2020 の選手村で提供する予定の e-Palette は自動運転車であり、かつ EV 車でもある。床は約 5.2m×2.1m の広さがあり、宿泊の用途にも用いることのできる設計となっている³⁴。すなわち、そのような自動走行型 EV 車は、(4-1 で述べたように)混雑していない避難所まで高齢者等を自動で移送する「地域の足」となるだけでなく、身体的に脆弱な要配慮者の宿泊施設としての役割も果たすことができる。自動走行型 EV 車が普及すれば、公民館や体育館といった避難所の過密状態が緩和されるだけでなく、身体的に脆弱な要配慮者が避難所の劣悪な環境を嫌って避難をためらうといった事態も回避できるだろう。

また、台風 15 号(2019)が千葉県を襲い大規模な停電が発生した際に、日産は EV 車リーフを計 50 台派遣し、公民館や老人ホーム、保育園などで、照明、冷房器具、スマートフォンの充電などの用途で活用された³⁵。また、日産の HP によると、「40kWh/62kWh のバッテリーを備えた日産リーフ(ZE1 型)は、一般家庭の約 2~4 日分の電力をまかなうことができ」という³⁶。

自動走行型 EV 車が「地域の足」「宿泊施設」「電源」としての機能を果たすには、地域で相当数が普及している必要がある。もっとも、神奈川県小田原市は日産と提携して 2020 年内に EV 車 100 台を使ったカーシェア事業を始めるという³⁷。横浜市も日産と災害連携協定を結び、災害時に電気自動車(EV)を非常用電源として活用するとしており³⁸、EV 車は現時点でも普及しつつある。加えて自動運転車の普及についても、トヨタの e-Palette が東京五輪選手村で使用されるほか、茨城県境町では自動走行型のバスが 2020 年 4 月から公道で実用化されることから、技術的な問題はクリアされているといえる。

照

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20160520/2016_roadmap.pdf

³⁴「トヨタ自動車、Autono-MaaS 専用 EV「e-Palette (東京 2020 オリンピック・パラリンピック仕様)」の詳細を公表」(最終閲覧日:2020 年 3 月 3 日)

<https://global.toyota/jp/newsroom/corporate/29933339.html>

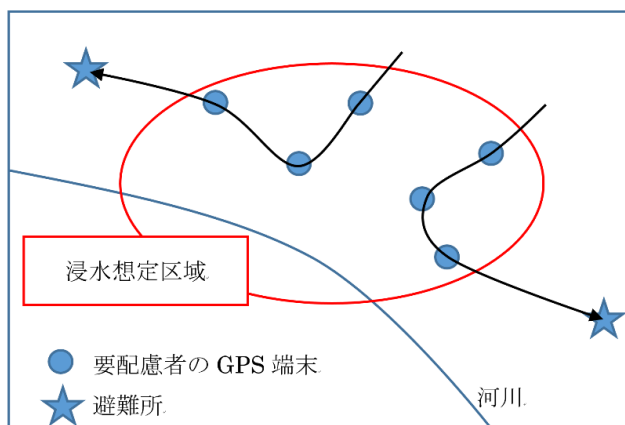
³⁵日本経済新聞(2020 年 1 月 22 日)『電力代わる主役(中)停電下、ともった明かり——分散型の強み、台風で証明(エネルギーバトル)』

³⁶一般家庭での一日あたりの使用電力量を約 12kWh/日とした試算値。

日産 HP から引用 <https://ev.nissan.co.jp/LEAF/V2H/> (最終閲覧日:2020 年 3 月 3 日)

³⁷日本経済新聞(2020 年 1 月 22 日)『電力代わる主役(中)停電下、ともった明かり——分散型の強み、台風で証明(エネルギーバトル)』

³⁸日経速報ニュースアーカイブ(2020 年 1 月 14 日)「横浜市と日産が災害連携協定 EVで給電」



避難や避難生活の課題解決とは別の文脈で発達してきたそれらの技術を、上記の課題解決のためにも活用できることを示すために、以上の内容のまとめとして、要支援者の避難の理想像を説明する。まず、自治体は要支援者に対して GPS 付き通話端末を配布する。要支援者が避難せずに自宅にとどまっている場合、自動走行型 EV 車は端末の位置情報をもとに家まで向かい、乗車を促す。また、行政が作成する最新の浸水予測データを取

得して、浸水の恐れのない経路を自動的に選択して要配慮者を避難所まで移送する(後述)。避難所が混雑している場合、要支援者は自動走行型 EV 車の中に宿泊する。もし地域が停電している場合は、避難所の電源としての機能も果たす。

4-2-2 水害情報のリアルタイム発信

広範な地域に同レベルの避難勧告が出されるよりも、「自分の住んでいるすぐ近くで氾濫が起きている」といったより精緻かつ特定の人に向けた形の避難勧告を行った方が避難の必要な人にも危機意識を持ってもらうことができ、避難行動に繋がると考えられる。

そこで、行政機関が河川に定点カメラを設置する、マンホールを IoT 化する³⁹など、市街地にセンサーを配置して、リアルタイムで浸水状況の情報収集をすることにする。また、スマートフォンなどの GPS 情報も集めることで住民が今どこにいるかについても把握する。そのようにして最新の浸水状況と人々の位置情報を組み合わせることで、1人1人の現在地の水害リスクに応じた危険性を知らせる情報を提供することができるようになると思われる。もっとも、このように特定の人達に対してより精緻な避難勧告を行うためには、行政側がリアルタイムで正確に水害状況と住民の情報を把握することが必要になるという課題も存在している。

・防犯カメラの IoT 化

コンビニやスーパーマーケットの店先の防犯カメラを IoT で繋げ、有事の際に国民が自分のスマートフォンでその映像を見ることができるようにする。そうすることで、自分の近所のコンビニの近くまで水が迫っていることがわかり、危機意識が醸成され、避難活動がスムーズに行われると期待される。(有事とはカメラ内に浸水状況が映し出されている状況をさす)。また、コンビニやスーパーマーケットには元々防犯カメラがついているため、費用削減にもなる。

³⁹ マンホールに水位計を設置し、豪雨発生時の水位上昇を遠隔監視するシステム。

KDDI(2017)『つながる 広がる IoT～「IoT を取り巻く環境」と「KDDI の取り組み」～』
<https://www.kiai.gr.jp/jigyoku/h29/PDF/1130p4.pdf> (最終閲覧日：2020年3月4日)

・我々が目指す例

ICTを用いた精緻な災害情報の提供例として、再び長野県塩尻市の「ICT街づくり推進事業」を挙げる。このICT街づくり推進事業では、塩尻市は市内の各種センサーから収集した土石流情報、水位情報、鳥獣害情報、市内循環バス情報、見守り情報をプライベートクラウド環境に蓄積し、市内のWi-Fiからネットにつないだ住民に対していつでも、土石流・水位の変化などの情報を提供する事業である。緊急時には既存のGIS地図情報等と連携をしたうえで、判り易い情報の伝達を行う。また、平時には生活情報や観光情報を提供する。

・ICT・ビッグデータを用いた避難情報プラットフォームの課題

こうしたプラットフォームの構築には、行政がリアルタイムで水害情報や住民の位置情報を把握することが求められる。まず、水害の被害状況を正確に把握するためには、塩尻市のように平時から子どもの見守りセンサーや鳥獣害センサー、水位センサーなどを用いて情報の収集を行うことが必要になる(ただし、防犯カメラの映像の配信は有事に限定する)。総務省が「データ利活用型スマートシティ」を提案しているように、今後ますますICTの活用が進むと予想されるから、市街地に設置されたセンサーやIoT機器から情報収集を行い、得た情報を災害時の住民の避難を促す形で生かすことが求められる。例えば、避難所の前にセンサーを設置し、現在どこの避難所にどれだけの人が避難しているのかを住民にオープンにする(避難勧告発令時において避難人数を通知するなど)システムが考えられる。また、自治体が住民の位置情報の取得する方法について、平時から位置情報に紐づいた地域のイベント情報や生活情報を住民に提供することでスマートフォンの位置情報を自治体が取得することの同意を得る、もしくは、災害時に携帯事業者に協力してもらい住民の位置情報を提供してもらうなどの方法が考えられる。

このように、水害時に正確に水災状況を把握すると共に住民の位置情報も把握できれば、個人個人に対して水災リスクがどれくらいあるのかといったより精緻な水害情報を提供することができ、本当に水害の危機が迫っている住民に避難行動を取ってもらい、そこまでリスクのない住民には無理に避難してもらう必要がなくなる。リスクのある地域の住民にのみ避難勧告等が届くことになるから、避難所の混雑も緩和されるものと思われる。

5. 課題解決策の効果・副作用・残された課題

本章では、これまでの解決策の方向性を踏まえながら、このグループの提言を以下にまとめる。

[提言 1] 避難困難者を救うために、自動走行車を導入、活用せよ。

効果：自動走行車を導入することによって、災害時に避難支援を必要とする人たちを支援することで、救えるはずの命を救うことができる。例えば、歩行に困難があつて自宅から避難所までの移動が難しい人を、自動走行車は人間の代わりに安全な避難所まで移送する。災害時には人命救助に割ける人員も限られるから、人が運転しなくても済む点で自動走行車は優れている。また自動走行車に道路の混雑状況や、浸水被害などの情報を自動走行車自身が取得し、AIなどの最新技術を搭載させれば、避難所へ渋滞に巻き込まれず、かつ浸水の危険のあるエリアをさけながら避難へ到着することができるようになる。また、避難所の混雑具合に関する情報を取得し、AIの学習機能や、クラウドなどのデータ共有システムを導入すれば、特定の避難所に要配慮者が集中してしまい受け入れ不可能となるような事態も回避できる。

残された課題：高齢者等のもとに自動走行車を向かわせることで迅速な避難を支援することができるが、ベッドに寝たきりの人は家から自動走行車までの短い距離の移動すら著しく困難である。そのような人を車に乗せるにはやはり人手が必要となり、無人の自動走行車では不十分である。もっとも、災害対策基本法は平成25年の改正で、市町村長に「避難行動要支援者名簿」を作成することを義務付けているから、自治体は寝たきりの人の住所を把握しているはずである。そのような人のもとへは自動走行車に人を乗せて、家から車への移動を支援することが必要となるだろう。

[提言2] 宿泊可能であるEV車を普及させ、災害時の「地域の足」、「宿泊施設」、「電源」として機能させよ。

効果：自動走行型EV車は、災害時の「地域の足」、「宿泊施設」、「電源」の機能を果たすことが期待される。避難や避難生活の課題解決とは別の文脈で発達してきたそれらの技術を、上記の課題解決のためにも活用できる。「地域の足」として、自動走行型EV車は端末の位置情報をもとに、避難せずに自宅にとどまっている要配慮者の家まで向かうなどして避難を支援する他、自動走行型EV車は「宿泊施設」として機能することで、公民館や体育館といった避難所の過密状態が緩和し、身体的に脆弱な高齢者などが避難所の劣悪な環境を嫌って避難をためらうといった事態も回避できるだろう。また、災害時に「電源」としての機能を発揮できれば、被害地域が停電してしまった場合にも、早期普及の手助けになるであろう。行政は、EV車のさらなる普及に努め、災害時にその機能を十分に果たすことのできる数を確保できるよう、民間企業と協力していく必要がある。

残された課題：自動走行型EV車が上記3つの機能を十全に果たすためには、自治体もしくは地域住民が相当数を購入しなければならない。しかし、未だコストの高い自動走行車は普及するまでにまだ数年はかかるだろう(パナソニックが開発する自動走行車「SPACE_C」は1台製作するために約3000万円かかる⁴⁰⁾。しかし、既に茨城県境町で実

⁴⁰⁾ 清水直茂「ソニーやパナソニック、自動運転に価格破壊<第1回>」、日経 xTECH

用化されているように、技術・法規制上の問題はほとんどなく、ボトルネックは価格のみである。カメラやミリ波レーダーなどの部品は低コスト化に向けた研究が進んでいる⁴¹から、価格の問題はいずれ解決されると考えられる。

副作用：自動走行型 EV 車が普及するようになれば、バス・タクシー業界にとって打撃となると予測される。神奈川県小田原市が日産と提携して EV 車 100 台を使ったカーシェア事業を始めたように、手頃な価格の自動走行型 EV 車が地域全体でシェアされることになれば、人件費のかかるバス・タクシーなどの公共交通機関は価格競争にさらされることになるだろう。そのため、自動走行型 EV 車のシェアの推進はバス・タクシー業界の反発を浴びる可能性がある。

[提言 3] 精緻かつ特定の人に向けた避難勧告で、個人レベルでの危機意識の醸成を図り、避難時の混乱を防ぎ、住民の安全を確保せよ。

効果：広範な地域に同レベルの避難勧告が出す従来の情報発信ではなく、最新の情報発信技術を使って、「想定外」に備える。自分の住むすぐ近くの被害をリアルタイムで発信し、本当に避難の必要な人に絞って避難勧告を行い、情報の「ラストワンマイル」を埋める。そうすることで避難の必要な人にも危機意識を持ってもらうことができ、それが避難行動に繋がると考えられる。

また行政機関が、水害情報と人々の位置情報を組み合わせ、1人1人の居場所の水害リスクに応じた危険性を知らせることで、住民の避難行動へつながれば、命を救うことにもつながる。また正確で適切な情報を届けることができるので、被災リスクの少ない住民には無理に避難してもらう必要なくなる。よって、避難所の混雑も緩和が見込める。

残された課題：災害発生時の住民の位置情報を自治体が取得することで、自分に合った最新情報を提供してくれるプラットフォームを構築することができる。その反面、自治体は住民のプライバシー保護も尊重しなければならない。住民のプライバシーの尊重と災害時の利便性の追求との間にジレンマが生じる。そのため、そのようなプラットフォームの構築にあたっては、例えば「自治体が住民の位置情報を取得するためには住民の同意が必要である。取得した情報は災害時の避難支援以外の目的で使用することはできない。」というような法規制が必要になると考えられる。

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00719/00001/>（最終閲覧日：2020年3月3日）

⁴¹ アーサー・ディ・リトル・ジャパン(2018)『モビリティ進化論 自動運転と交通サービス、変えるのは誰か』、日経 BP、p.136-141

6. メンバー（氏名のみ記載）※リーダーに☆、サブリーダーに○を付ける

☆押野晃宏	○信藤総
木村小春	多比良浩之
渡邊葵	橋本花音
根本千彩	永島礼菜