

「災害時の電力確保に関する問題」

東北大学災害科学国際研究所
工学研究科都市・建築学専攻
環境科学研究科先端環境創成学専攻
グリーン未来創造機構
柴山 明寛

1. はじめに

大規模災害時には、送電線の断線や発電所・変電所の停止などにより停電が発生する。大規模な停電の場合、社会生活が著しく低下するとともに、夏場・冬場などでの空調機器停止による生活環境の悪化、医療的ケアが必要な方々の生命維持が困難になるなど、災害関連死の増加に繋がる可能性がある。さらに、社会機能を回復させるための応急対応や復旧対応の遅延に繋がる。

これらの課題解決のために、非常用発電設備の導入や再生可能エネルギーによる建築物の ZEB、ZEH 化¹⁾などが進められている。また、大規模な電力網に頼らず、地域で独立して発電や電力管理を行うマイクログリッド²⁾の導入なども行われている。しかしながら、最先端の技術による課題解決が可能であるものの、社会構造の問題やコストの問題などで、社会全体が実現するためには年月がかかる大きな課題がある。

本稿では、大規模災害時の停電の現状や災害関連死の現況に報告するとともに、再生可能エネルギーの技術の導入の課題となる社会の構造的な課題などについて報告を行う。

2. 大規模災害における停電の事例

近年の大規模災害において長期間の停電が発生した事例としては、2011 年 3 月 11 日東北地方大平沖地震や 2018 年北海道胆振東部地震、2024 年能登半島地震と言える。東日本大震災では、東北電力管内において約 486 万戸の停電が発生した。発災から 3 日目で 80%の停電が解消、8 日目で 94%の停電が解消、同年 6 月 18 日に停電復旧が可能な箇所のすべてが復旧し、3 ヶ月間に及ぶ停電が発生した³⁾。北海道胆振東部地震では、日本初のブラックアウトとなった。発災当日に北海道全戸の約 295 万戸が約 1 日間の停電が発生し、3 日後には厚真町の一部を除いて停電が解消された²⁾。能登半島地震では、能登半島を中心に約 4 万 5000 戸の停電が発生し、侵入困難箇所を除いた地域では約 30 日間で停電が解消した。また、1995 年兵庫県南部地震では、約

6 日間で停電解消，2016 年熊本地震では約 5 日間で停電解消，令和元年台風 15 号（令和元年房総半島台風）では 2 週間で停電解消，令和元年台風 19 号では，4 日間で停電が解消された．このように大規模な地震災害や風水害では，数日から数週間の停電が発生している．また，小規模な地震災害や風水害でも短期間ではあるが停電は発生している．

3. 大規模災害の災害関連死の課題について

災害が発生した際に最も重要な事は，災害の影響による犠牲者をゼロにすることである．そのためにあらゆる防災・減災の対策・対応することは重要となる．自然災害で亡くなる要因は，大きく分けて 2 つに分類される．一つ目は，地震や津波，土砂災害，洪水等の直接的な被災で犠牲になる「直接死」である．直接死は，地震で家屋等が倒壊による死亡や津波による溺死，土砂災害に巻き込まれ死亡などである．二つ目は，直接的な被災では無く，その関連で亡くなった「災害関連死」である．具体的には，「当該災害による負傷の悪化又は避難生活等における身体的負担による疾病により死亡し，法律に基づき災害が原因で死亡したものと認められたもの」が災害関連死と認定される．

2011 年東日本大震災では，約 1 万 6,000 人が直接死，約 4,000 人が災害関連死で亡くなっている（行方不明者数は加えていない）．2016 年熊本地震では，地震による建物倒壊等で直接亡くなった直接死が 50 名，復旧・復興過程で亡くなった方が 200 名を超え，直接死の 4 倍の人が災害関連死で亡くなっていることとなる．2024 年能登半島地震では，2025 年 5 月時点で地震や津波，土砂災害等で直接亡くなった直接死が 228 名，災害関連死は 364 名と直接死を上回る死者となった．2025 年 1 月時点では，261 名であったが，5 ヶ月で 100 名ほど増えた結果となっている．

図 1 に石川県が令和 6 年能登半島地震でお亡くなりになった氏名等の公表結果⁴⁾の第 1 報から第 25 報を集計したものを示す．本集計結果は，あくまで遺族が公表に同意したもののみではあるが，直接死で家屋倒壊や土砂災害，津波，火災で犠牲になっている方が約 79%である．災害関連死は，避難所で 5 名，自宅で 4 名，福祉施設で 8 名，病院で 9 名となっており，約 16%となる．

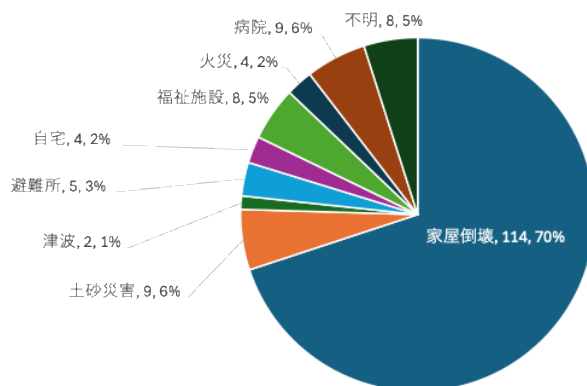


図 1 令和 6 年能登半島地震の石川県で死因が公表されているのみの集計結果⁴⁾

上記の結果をさらに詳細に分析するために、石川県輪島市が公表している災害関連死の認定結果⁵⁾の分析を行った。災害関連死の認定がなされた 115 件の内、災害関連死に至った経緯や認定理由を御遺族が承諾した範囲で公開した 45 件について分析したものを図 2 に示す。本結果は、2025 年 6 月 11 日時点のものである。

災害関連死に関連したと考えられる要因として「避難所」が最も多く、45 件中 19 件であった。次に、ライフライン関係では、「停電」が関係している要因が多く、45 件中 27 件であった。クロス集計した場合、避難所と停電が関係していると思われるものは、27 件中 9 件、福祉施設と停電が関係していると思われるものは、14 件中 8 件であった。避難所や福祉施設などが、停電で暖房が使用できなかったことや停電・断水などで心身の負担が増したことが、停電や断水で施設環境が悪化し転院や移動の負担がかかったこと、などが要因と考えられる。

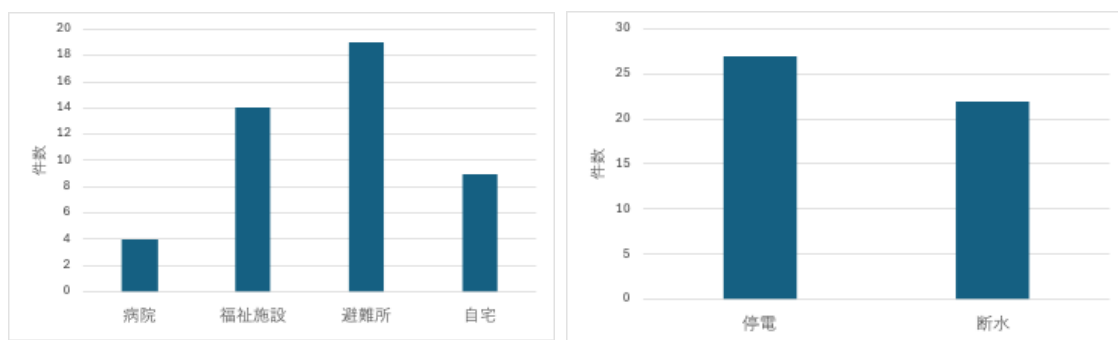


図 2 輪島市の災害関連死の要因
(左：関連死に関係した場所、右：関連死に関係した要因)

災害関連死は，施設が被災せず，ライフラインの停止などが起こらなければ，災害関連死を防げる可能性は高く，特に，避難所及び福祉施設の環境低下が起こらなければ，多くの命を助けられた可能性は高いと言える。

図 3 に石川県における能登半島地震の停電状況⁴⁾を示す。能登半島地震では，地震発生当日に最大 4 万 5000 戸を超える停電が発生した。その多くの停電が珠洲市と輪島市に集中している。停電が解消したのは，約 2 ヶ月半もの期間がかかった。

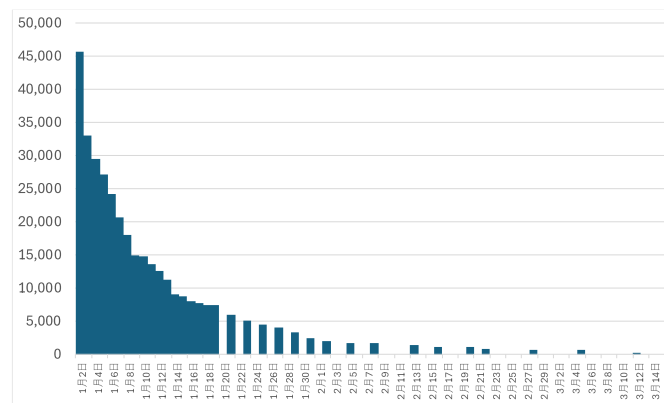


図 3 令和 6 年能登半島地震における石川県の停電状況⁶⁾

2016 年熊本地震では，熊本県が 6 日で停電が解消した。2011 年東日本大震災の宮城県では，浸水域を除き 1 ヶ月半で停電が解消している。他の地震災害と比較しても能登半島地震では停電復旧に多くの時間が要している。復旧に時間がかかる理由としては，地盤変状や地震動による電柱の倒壊や建物の被災率が高いこと，道路網の寸断が各所で起きたこと，などが原因である。そのため，地震発生から一週間後でも 2 万戸が停電の状況となっている。停電が長引くことで，復旧・復興が遅れることはもちろんのこと，避難所の避難者が自宅に戻ることも遅れる傾向にもなる。従って，ライフラインの復旧が遅れることで長期の避難所での避難生活が続くこととなる。

4. 災害時における居住環境及びライフラインの確保の課題

災害関連死を抑制するためには、災害時でも居住環境及びライフラインの確保が重要となる。言葉では書くのは簡単であるが、実際に実現することは様々な課題がある。そこで、その課題についてひとつひとつ説明していく。

(1) 既存の電力網の課題

既存の電力網の課題としては、台風時や地震時において、電柱の倒壊や電線の垂れ下がりによる停電が発生する課題がある。その課題解決の一つとして、電線を地中に埋設する無電柱化がある。無電柱化は、電柱の架空設備と比べて被災リスクは低く、また、電柱の倒壊や電柱の垂れ下がりによる緊急車両の通行の妨げにならないメリットがある。しかしながら、無電柱化の整備には、莫大なコストと時間がかかる課題がある。さらに、地震による液状化や風水害による浸水等の影響で被災する可能性もあり、被災箇所の特定や埋め戻しなどの作業に時間がかかるなどの課題もある。これらの課題が解決したとしても、社会全体に普及するまでには時間がかかると言える。また、送電だけでなく、発電所や変電所の被災リスクの課題もある。

(2) 非常用発電設備の課題

既存の電力網以外の電力確保方法として、非常用発電設備がある。非常用発電設備は、従前から使用されているガソリンや重油、ガスなどの化石燃料を用いた設備や、太陽光発電や風力などの再生可能エネルギーを用いた設備などがある。非常用発電設備の課題は、設置場所・燃料貯蔵場所の確保やメンテナンス・点検不足による非常時に稼働しないなどの課題がある。さらに、導入や点検整備などのコストの課題もある。

令和 6 年 11 月時点での避難所となる公立学校施設の非常発電設備の導入状況は、77.2%となっている。令和 4 年にも同様な調査を実施しているが、その時より 4 ポイントほど上昇している⁷⁾。令和 4 年の調査では、非常用発電設備の種類別集計もなされており、石油（ガソリン、軽油等）は 42.2%、LP ガスは 24.0%、都市ガスは 0.9%、再生可能エネルギー（太陽光、風力、小水力、バイオマス等）は 0.9%、協定等による優先利用による確保が 22.6%となっている⁷⁾。一見、順調に非常用発電設備の導入が進んでいるように見えるが、非常用発電設備能力にばらつきも大きく、夏場や冬場での空調機器を動作させるまでの発電能力を有していないところも多い。

(3) 住宅の ZEH 化の課題

既存の電力網、非常用発電設備などのライフラインの確保の課題について説明してきたが、次に居住環境及びライフラインの両方の確保が可能な住宅や建物の ZEH・ZEB 化について説明する。まず、ZEH とは、Net Zero Energy House（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）の略語で、「エネルギー収支をゼロ以下にする家」の総称である⁸⁾。また、ZEB は、Net Zero Energy Building の略語である。ZEH や ZEB が普及し、災害時においても建物の安全確保ができている状況であれば、避難所に頼らず、在宅避難⁹⁾が可能となる。

住宅の ZEH 化は、近年急激に増えており、2024 年度の建築着工の戸建住宅（持ち家）の ZEH 化率は 42.6%となっている⁸⁾。また、分譲住宅での ZEH 化率は 8.6%であり、持ち家と分譲住宅の全体での ZEH 化率は、30.5%（104,886 戸）となっている⁸⁾。ZEH 化率は、年々増えており、2025 年 4 月から省エネ基準適合が義務化され、2030 年までに新築戸建住宅の 6 割に太陽光発電設備が設置されることを目指している。しかし、順調に ZEH 化が進んだとしても、日本全国の戸建住宅数は、約 2931 万戸（令和 5 年度住宅・土地統計調査）もあり、すべての建物が ZEH に切り替わるには年 20 万戸の ZEH の新築が建った場合でも 100 年以上かかる計算となる。

(4) 居住環境の確保の課題

避難所は、非常用発電設備や空調機器の導入が進んでおり、環境改善が進んでいる。しかし、避難所にも許容できる避難者数があり、大規模災害になれば許容量を超えることもある。そのため、現在では、多くの自治体が在宅避難⁷⁾を推奨している。ただし、在宅避難にも課題はある。現行の建築基準法で建てられた建物は、震度 7 程度の地震を 1 回受けても倒壊には至らない。そのため、建物倒壊による直接死を防ぐことが可能である。しかしながら、倒壊しないだけであって、構造的に全壊や半壊となる場合もあり、被災後も継続して住宅に留まることが難しくなり、在宅避難がなくなる。また、風水害による浸水被害の浸水高などで在宅避難が不可の場合もある。その場合には、避難所や親戚宅・友人宅等に避難をお願いしたい。建物の被害が軽微や損傷が無く、安全に確保ができている場合には、在宅避難が可能となる。在宅避難は、住み慣れた自宅で避難することから精神的・体力的に安定することができ、ただし、ライフラインが途絶することもあることから、非常用発電設備や ZEH 化、V2H（Vehicle to Home）などの電力確保、井戸水等からの生活用水の確保が重要となる。

(5) 再生可能エネルギーの技術の導入の課題となる社会の構造的な課題

現在の日本の建物は、建築年が 50 年以上の建物も多く、建て替えるまでのライフサイクルが長い。また、近年の建築資材及び人件費の高騰、可処分所得の減少など、新たな住宅の購入も難しくなっている現状がある。住宅を ZEH 化することで、災害時の在宅避難も可能となり、社会全体のレジリエンス向上が見込まれる。しかしながら、日本の国土は狭く、新たな住宅を建てる土地が少ない。そのため、新たな宅地造成される土地は、田畑を埋め立てた土地や山を造成した土地など、災害リスクの高い場所に立地することも多い。その場合、ZEH 化した住宅でも被災リスクが高くなり、在宅避難が不可の場合も出てくる。このような社会の構造的な課題がある。

5. 今後の展望

日本の現状は、課題は山積ではあるが、新たな技術により、レジリエンスの向上する余地は残されていると考えている。そのためには、短期と中長期視点で考えていく必要があると考えている。短期的には、既存住宅に耐災害性及び再生可能エネルギーの利用を組み入れたレジリエンス向上である。中長期的は、新築建物の ZEH や ZEB 化によるレジリエンス向上である。前者は、既存不適格建物（現行の建築基準法の以前に造られた建物）の耐震補強をすることで被災リスクを減少させ、太陽光や V2H などの導入による電力確保で在宅避難環境を整えることである。後者は、前述で説明した通りである。

現在、私の研究は、短期的な解決のために、水素燃料電池車等の電動車を用いたレジリエンス向上の研究である。本研究は、自走できる移動型発電車もしくは蓄電池車と考えていただくとわかりやすいと思う。今後の研究で、日常生活から災害までのフェーズフリーを実現しつつ、災害レジリエンス向上を図りたいと考えている。

[参考文献]

- 1) 環境省, ZEB PORTAL [ゼブ・ポータル],
<https://www.env.go.jp/earth/zeb/index.html>
- 2) 環境省, 地域の再エネを活用した地産地消の自営線マイクログリッドのはじめかたガイド, <https://www.env.go.jp/content/000380923.pdf>
- 3) 朱牟田善治: 自然災害リスクからみる無電柱化の功罪は?, 電気新聞ゼミナール (305). 2024 年 4 月,
<https://criepi.denken.or.jp/press/journal/denkizemi/2024/240403.html>
- 4) 石川県: 令和 6 年能登半島地震でお亡くなりになった方の氏名等 (第 1 報~第 24 報), <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/202401jishin-taisakuhonbu.html#simei>
- 5) 石川県輪島市: 令和 6 年能登半島地震に係る災害関連死の認定 (令和 6 年 5 月 23 日~12 月 24 日), <https://www.city.wajima.ishikawa.jp/article/2024052300015/>
- 6) 石川県: 令和 6 年 (2024 年) 能登半島地震に関する情報 (対策本部・被災状況), <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/202401jishin-taisakuhonbu.html#higai>
- 7) 文部科学省, 避難所となる公立学校施設の防災機能に関する調査結果について, https://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/bousai/1420458.htm
- 8) 環境省, 住宅脱炭素 NAVI, <https://policies.env.go.jp/earth/zeh/business/>
- 9) 仙台市, 在宅避難のススメ,
<https://www.city.sendai.jp/anzensuishin/kurashi/anzen/saigaitaisaku/sonaete/zaitakuhinan.html>