

南海トラフ巨大地震に伴う長期停電と災害関連死

○奥村与志弘¹

¹ 関西大学社会安全学部

1. はじめに

2012 年 8 月、政府の中央防災会議は南海トラフ巨大地震の被害想定を公表した。想定される死者数は最大で 32 万人に達する。しかし、これは地震に伴う建物倒壊や津波による溺死など直接死としての死者数であり、実際にはこれに加えて、災害関連死が発生する。災害関連死とは劣悪な生活環境や大きな精神的ストレスによって失われる命である。阪神・淡路大震災で初めて広く社会に認知されるようになった。

災害関連死が発生した主な災害を表-1 に示す。同表から分かるように、直接死と関連死の人数に相関は見られない。例えば、新潟中越地震や熊本地震は、直接死の 3 倍以上の関連死が発生しているが、阪神・淡路大震災や東日本大震災の関連死は直接死の 5 分の 1 以下である。一方で、最大避難者数と関連死の間には相関が見られる。最大避難者数が多くなるほど、関連死の人数も増加していることが分かる。図-1 は最大避難者数と関連死発生率（避難者 1 万人あたりの関連死者数）の関係である。関連死発生率は最大避難者数の増加に伴い指数関数的に増加する傾向が見られる。これは、避難者を含む被災者の数が支援規模に対して十分に少なければ、支援によって災害関連死の発生を十分に抑制できるが、支援を要する被災者の数が多くなるにつれて支援が十分に行き届かなくなり、関連死発生率の増加に繋がることを示唆している。東日本大震災では最大 47 万人の避難者が発生したが、それよりも多くなった場合の関連死発生率がどうなるかを示すデータは存在しない。しかし、関連死発生率はいずれかの段階で頭打ちすると予想される。外部からの支援がまったく期待できなくても、被災した社会自体が持っている対応力が機能し、関連死発生率を一定以下に抑えられるからである。この対応力は地域によって異なり、また、平時から高めることが可能である。

政府の想定によると、南海トラフ巨大地震の最大避難者数は在宅避難者を含めて 950 万人である。この規模における関連死発生率はデータが存在しないため、現存する最大の関連死発生率を用いて南海トラフ巨大地震の関連死者数を推計すると 76000 人（ $\approx 950 \times 80.3$ ）と算出される。もちろん、過去に関連死だけでこれだけの犠牲が発生した例はないが、過去の経験を踏まえば十分に起こり得ると考えられる。建物の耐震化や津波避難対策などを進めることで直接死を軽減することに加え、関連死を軽減することも極めて重要であるといえる。

しかしながら、関連死を軽減することは容易ではない。その要因は主に 2 つある。1 つ目は、災害の発生時期や被災地の状況によって関連死の発生状況に違いが見られるため、特定の災害のみを教訓にすると、対応を誤る可能性が高いこと、2 つ目は、参考にできる過去の事例が少ないため、経験のみに頼って対応すると想定外のシナリオに遭遇する可能性があることである。事実、過去の教訓を踏まえて実施された関連死対策の効果が十分に出ていれば、図-1 のプロットは後続の災害ほど曲線の下側に現れるはずであるが、実際にはそうはなっていない。このことから、この図を見る限り、阪神・淡路大震災から 25 年間、関連死発生率を下げるほどの有効な対策が実施できていないといえる。

そこで本研究では、まず 50 名以上の関連死を発生させた 4 つの地震災害を対象に、関連死発生プロセスを可視化する。これは特定の災害の関連死発生プロセスではなく、これら 4 つの災害すべてを包含した関連死発生プロセスの全体像で

表-1 災害関連死が発生した主な災害

発災日	災害名	直接死 (人)	関連死 (人)	最大避難者 (万人)
1995. 1.17	阪神・淡路大震災	5514	919	32
2004.10.23	新潟県中越地震	16	52	10
2007. 7.16	新潟県中越沖地震	11	4	1
2011. 3.11	東日本大震災	18428	3774	47
2016. 4.14	熊本地震	50	218	20
2018. 7. 6	西日本豪雨	230	73	4

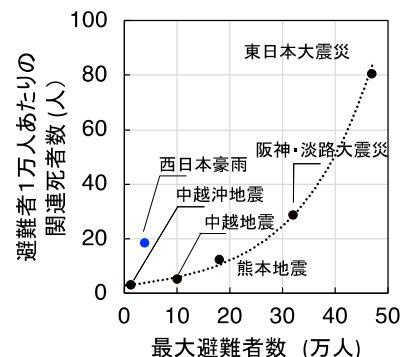


図-1 災害関連死が発生した主な災害

ある。次に、これら4つの地震災害が冬、春、秋に発生した災害であることを念頭に、2018年西日本豪雨、2019年台風15号の事例を踏まえ、未経験である夏の関連死の特徴を考察する。さらに、関連死発生に大きな影響を及ぼすと考えられる停電に注目し、南海トラフ巨大地震で発生する長期停電時における非常用発電設備の不稼働率について考察する。

2. 手法

2.1 関連死発生プロセスの可視化

対象とした災害の関連死に関する文献を収集し、その内容を踏まえて発災から関連死発生に至るまでに生じる事象を因果関係で整理する。具体的には、文献を読み込んだ2名が関連死に関係して生じるさまざまな事象を付箋に記入し、模造紙上に因果関係に基づいて各事象を記入した付箋を矢印でつなぐ作業を行う。災害毎にこの作業を行なった後、全体を包含したものになるように再整理を行う。

2.2 夏の災害における関連死の事例分析

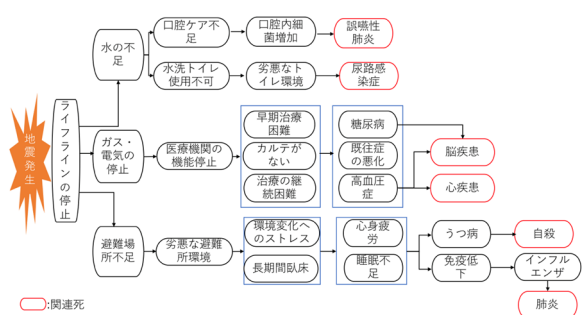
2018年西日本豪雨（7月）と2019年台風15号（9月）に注目する。いずれも夏に発生した災害である。朝日新聞の新聞記事データベース「聞蔵Ⅱ」を用いて関連記事を抽出し、個々の関連死や関連死と疑われる犠牲の発生経緯を調査する。具体的には、個々の犠牲の死亡原因、年齢、性別、死亡日、死亡日の最高気温を記事から抽出する。

2.3 南海トラフ巨大地震時の非常用発電設備の不稼働率の検討

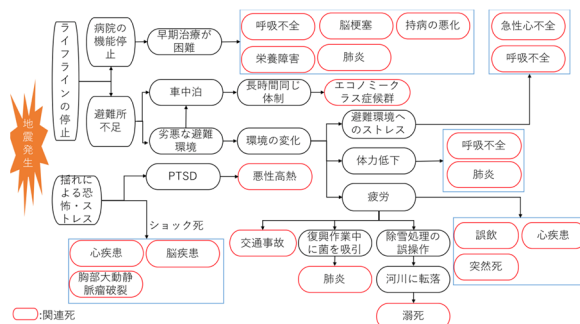
日本内燃力発電設備協会（以下、内燃協）が調査した、2018年北海道胆振東部地震、2016年熊本地震、2011年東日本大震災、1995年阪神・淡路大震災の非常用発電設備の不稼働状況を、その不稼働要因と不稼働率に注目して把握する。それらのデータを踏まえて、南海トラフ巨大地震で発生する長期停電時における非常用発電設備の不稼働率について考察する。

3. 関連死発生プロセスの可視化

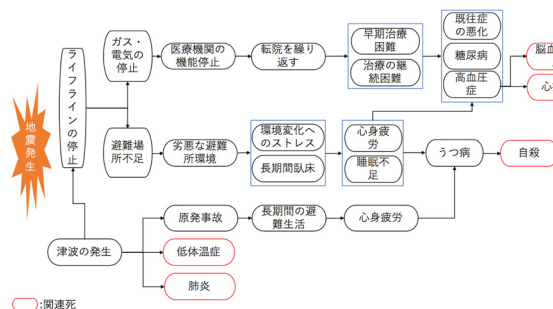
図-2は災害毎にまとめた関連死発生プロセスである。阪神・淡路大震災では、インフルエンザに伴う肺炎を死亡原因とする関連死が多く発生した。また、水不足により口腔ケアが疎かとなり誤嚥性肺炎を引き起こし、死亡したケースもあった。中越地震では、地震の揺れによる恐怖やストレスが原因のショック死（心疾患、脳血管疾患など）が多く発生した。また、車中泊などによって長時間同じ体勢でいることによりエコノミークラス症候群が原因で亡くなるケースもあった。東日本大震災では、停電等に伴う医療機関の機能停止等によって転院を繰り返さざるを得なくなった方々が早期に治療を受けられない、あるいは、継続的な治療が困難になるなどし、脳血管疾患や心疾患が原因で犠牲になるケースが多かつ



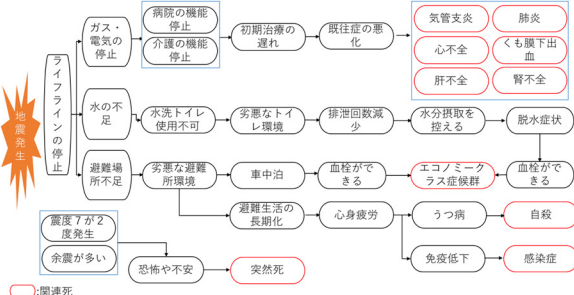
(a) 1995 年阪神・淡路大震災



(b) 2004 年新潟中越地震



(c) 2011 年東日本大震災



(d) 2016 年熊本地震

図-2 過去の主な災害における関連死発生プロセス

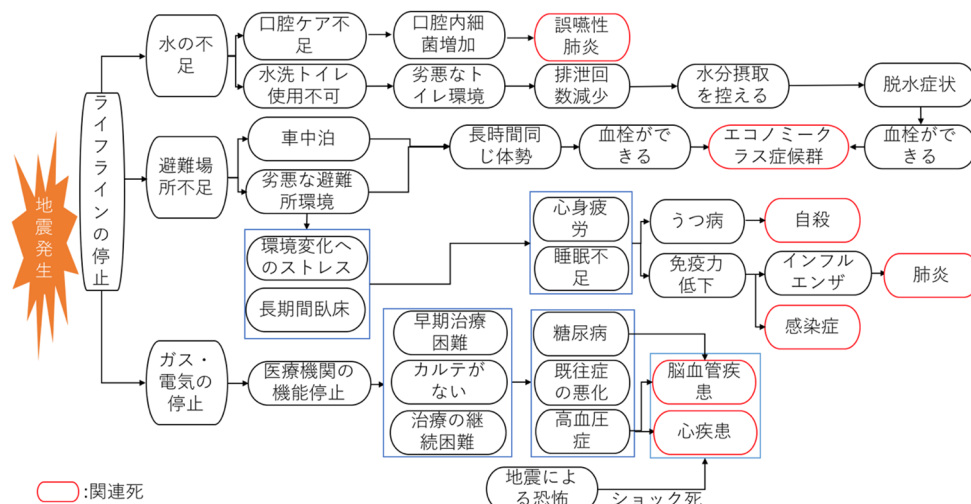


図-3 過去の主な災害を網羅した関連死発生プロセス

た。また、低体温症がはじめて関連死として認められた。熊本地震では、震度7の地震が28時間差で連続して発生したことや余震が多かったことが突然死の原因となった。

次に、これら4つの災害すべてを包含した関連死発生プロセスの全体像をまとめたものが図-3である。この図を活用すれば、赤枠で囲った関連死の手前にある事象のいずれかに手を打つことで関連死の発生を食い止められることが分かる。著者らは、滋賀県草津市のある学区内の複数の自治会長の協力を得て、地域や個人でどのような関連死対策ができそうかについて、この図を使ってワークショップを開催した。その結果、11の事象に対して具体的な対策案が示された。

4. 夏の災害の関連死

新聞記事データベースから関連記事を抽出し、個々の関連死発生の経緯を調査したところ、2018年西日本豪雨(7月)は1名、2019年台風15号(9月)は4名が熱中症(あるいはその疑い)に伴う関連死であることが判明した。5名中3名は停電により自宅の空調が停止していた。関連死が多数発生した過去の災害はいずれも夏の災害ではない。そのため熱中症による関連死拡大シナリオは未経験である。しかし、これらの事例は、夏の災害では長期停電による空調の停止が関連死拡大要因となり得ることを示唆している。

表-2 過去の主な災害における非常用発電設備の不稼働割合
(2), (3), (4), (5) (原因別)

災害名	停電期間 ※80%復電 日	対象 発電機 総数 台	発電機総数に対する 不始動・停止(内訳) A 故障 B 燃料切れ C メンテナンス不良 D その他
			% (台/台)
東日本大震災 震度6強以上を記録した地区を含む市・群を調査対象地域とし、これらの地域に設置された防災用自家発電設備 ※津波による停止を故障に含む	3	4,811	4.84(233/4,811) A 1.31(63/4,811) B 2.60(125/4,811) C 0.47(23/4,811) D 0.46(22/4,811)
熊本地震 震度6強以上が観測した地区を含む市・郡を調査対象地域とし、これらの地域に設置されている非常用自家発電設備	1.5	855	1.75(15/855) A 0.70(6/855) B 0.46(4/855) C 0.11(1/855) D 0.47(4/855)
北海道胆振東部地震 停電の発生した北海道全域の当時の会員製造会社の全社から内発協に設置報告のあった非常用自家発電設備	2	12,752	0.92(118/12,752) A 0.17(22/12,752) B 0.47(61/12,752) C 0.03(4/12,752) D 0.24(31/12,752)
阪神・淡路大震災 比較的被害が大きかった大阪府・兵庫県の自家発電装置のうち調査協力を得られたものを対象とする。	3	695	25.17(175/695) A 6.47(45/695) B 9.06(63/695) C 2.30(16/695) D 2.73(19/695)

5. 南海トラフ巨大地震で発生する長期停電時の非常用発電設備不稼働率

Torayashiki and Maruya (2016)¹⁾は、東日本大震災の停電の発生状況を踏まえて、南海トラフ巨大地震時に電力不足がどの程度の期間継続する可能性があるのかを電力管内毎に試算した。この試算によると、レベル2津波が8月に発生するシナリオの場合には、関西電力、中部電力、中国電力、四国電力の各電力管内において1ヶ月程度電力が不足する。3日程度、あるいは数時間程度の電力不足に陥ると試算された北陸電力、九州電力、東京電力などから電力の融通を受けたとしても、融通できる容量には限界があり、状況は大きく好転しないことも分かっている。電力が不足する電力管内では、電力需要量が供給量を上回ることによって発生するブラックアウトを回避するために計画停電が実施される可能性が高い。また、強震エリアでは送電施設が被災することによって長期停電が生じる。

停電発生時の電力供給源として非常用発電設備の役割が期待される。しかし、災害時に稼働しなかった事例が多数報告されている。不稼働の主な原因は故障、燃料切れ、メンテナンス不良である。過去の主な災害における非常用発電設備の不稼働割合は内燃協^{2), 3), 4), 5)}が調査を実施している(表-2)。熊本地震、東日本大震災は、震度6強以上の強震を記録した地域に設置されていた発電機が調査対象になっているのに対して、北海道胆振東部地震は、停電が発生した北海道全域の発電機を調査対象としている。

故障による不稼働割合は、揺れが小さい地域に設置されていた非常用発電設備も調査対象とされた北海道胆振東部地震は0.17%と低い。他方、熊本地震、東日本大震災では0.70%、1.31%と高い不稼働割合を示している。燃料切れによる不稼働割合は、1〜2日程度で80%復電した北海道胆振東部地震と熊本地震ではそれぞれ0.46%、0.47%とほぼ同じ割合であったが、80%復電に3日を要した東日本大震災はこれが2.60%に達した。80%復電が1〜2日程度以内であれば燃料切れによる発電機の不稼働割合に大きな違いは生じないが、これが3日以上継続すると燃料切れに伴う発電機の不稼働割合が大幅に高まる可能性がある。最後に、メンテナンス不良による不稼働割合である。これは設置者の発電機に対する意識の地域性が影響していると考えられる。

以上より、非常用発電設備の不稼働要因のうちの、故障による不稼働割合には『震度』、燃料切れによる不稼働割合には『停電日数』、メンテナンス不良による不稼働割合には『設置者意識』が影響すると考えられる。これらを踏まえ、南海トラフ巨大地震における非常用発電設備の不稼働割合がどのようになるかを検討する。まず、震度6強以上の強震エリア内では、地震動と津波の影響により、故障による不稼働割合は東日本大震災の1.31%よりも高くなると考えられる。燃料切れによる不稼働割合も3日以上長期停電や計画停電の影響で安定的な発電機への燃料補充が困難になり、東日本大震災の2.60%以上の不稼働割合になると考えられる。強震エリア外では、故障による不稼働割合は北海道胆振東部地震と同程度の0.17%になると考えられる。燃料不足による不稼働割合については、強震エリア内ほど深刻ではないものの、計画停電の影響が長引けば、熊本地震や北海道胆振東部地震の0.46%以上になると考えられる。メンテナンス不良による不稼働割合に関しては、強震エリア内外で大きな差はないと考えられる。

6. おわりに

本研究では、得られた主要な結論は以下の通りである。

- (1) 50名以上の災害関連死が発生した災害が過去に4例あり、それぞれに異なる特徴がある。特定の災害を教訓にするのではなく、すべての経験を踏まえた関連死対策が求められる。そこで、著者は災害発生直後から関連死発生までの間に生じるさまざまな事象を因果関係に基づいて矢印で繋ぎ、一連のプロセスを可視化した。得られたフ

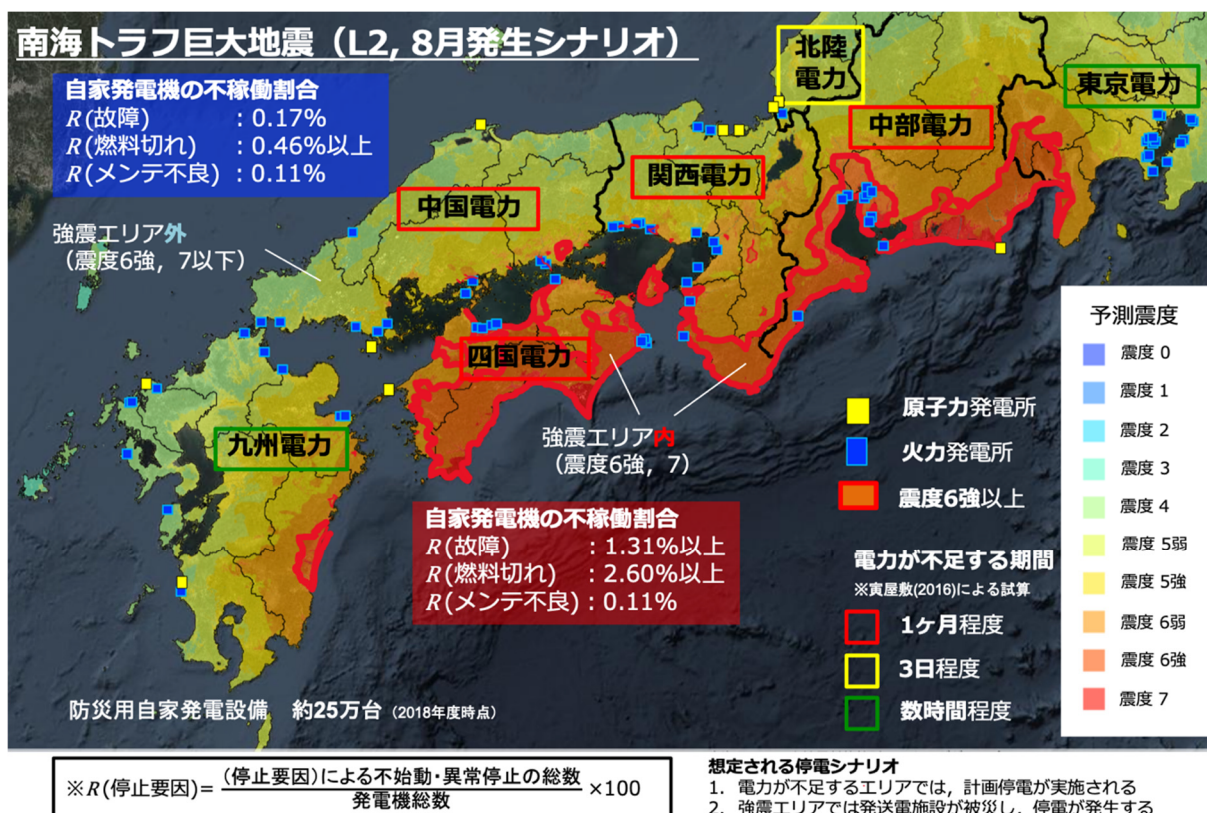


図-4 南海トラフ巨大地震(L2, 8月発生シナリオ)時に、稼働しない防災用自家発電設備の割合(予測)

ロー図を用いることによって、過去に経験したタイプの関連死を発生させないために、どのような対策を行うべきであるかを検討できるようになった。

- (2) 夏に多くの避難者が発生する災害が起きていないため、夏に発生する巨大災害でどのような関連死が問題になるのかを経験的に知ることはできない。しかし、真夏に発生した 2018 年西日本豪雨と 2018 年台風 15 号で、4 名が熱中症（あるいはその疑い）に伴う関連死であることが判明し、その 5 名のうち 3 名は停電により自宅の空調が停止した状態であったことが分かった。これは夏の災害では停電による空調の停止が関連死拡大要因となり得ることを示唆している。
- (3) 南海トラフ巨大地震では、地震と津波による発電設備の被災により、多くの地域で長期の停電に陥ることが懸念される。さらに、発電所の被災に伴い、複数の電力管内で 1 ヶ月以上に及ぶ電力不足が生じると試算されており、ブラックアウト回避のため、震源から離れた地域でも計画停電を余儀なくされる可能性がある。こうした状況下で期待される非常用発電装置も、強震エリア内では 4%以上、強震エリア外でも 1%以上が稼働しない可能性がある。
- (4) 東日本大震災では、避難所よりも自宅で発生した関連死の方が多かった。また、介護施設や医療施設でも多くの関連死が発生した。南海トラフ巨大地震が夏に発生した場合には、長期停電によって空調が機能せず、熱中症による関連死の発生が懸念される。そのような中で頼りにしたい非常用発電装置も、揺れや津波に伴う故障、燃料不足、メンテナンス不足によって稼働しないものが少なくないと考えられ、関連死の増大を招く可能性が高い。近年、SDGs のスローガンの下で電気自動車の普及や水素エネルギーの活用などの議論が活発化しているが、今後は南海トラフ巨大地震や首都直下地震などの巨大災害を見据え、防災・減災の観点からもこれらのエネルギー政策がどうあるべきかを検討するべきである。

謝辞：本検討は、2019 年度関西大学研究拠点形成支援経費において、研究課題「大規模地震発生時の燃料供給ネットワーク構築に関する研究」として研究費を受け、その成果を公表するものである。また、3～5 章で示した検討結果は、それぞれ著者の指導の下で川崎雄太氏、関洸之介氏、福西祐真氏が卒業研究として実施したものである。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Tetsuya Torayashiki, Hiroaki Maruya: Study on Risk Reduction of Electric Power Supply Restriction by Reinforcement of Interconnection Lines Between Areas for the Nankai Trough Earthquake, Journal of Disaster Research, Vol.11, No.3, pp.566-576, 2016
- 2) 内燃力発電設備協会：東日本大震災における自家発電設備の稼働・被災状況（2012 年 3 月 15 日），https://nega.or.jp/publication/press/2012/pdf/2012_03_15.pdf（2019 年 6 月 21 日閲覧）
- 3) 内燃力発電設備協会：熊本地震による自家発電設備の稼働状況報告について（平成 28 年 9 月 12 日），<https://nega.or.jp/pdf/20160912.pdf>（2019 年 6 月 21 日閲覧）
- 4) 内燃力発電設備協会：「平成 30 年北海道胆振東部地震」による 非常用自家発電設備の稼働・被害状況について(2018 年 12 月 11 日)https://nega.or.jp/publication/press/2018/pdf/2018_12_11.pdf（2019 年 6 月 21 日閲覧）
- 5) 内燃力発電設備協会：阪神大震災における自家用発電設備調査報告書（第一次アンケート調査）（平成 8 年 3 月），<http://www.lib.kobe-u.ac.jp/directory/eqb/book/11-177/pdf/05-02.pdf>（2019 年 6 月 21 日閲覧）