

災害時におけるエネルギーインフラ維持のためにできること

西野 歩（熊本高等専門学校 情報通信エレクトロニクス工学科 4 年）

1. はじめに

近年、地震や台風、集中豪雨といった自然災害が日本各地で頻発化しており、私たちの生活を支えるエネルギーインフラは常にその脅威に晒されている。ひとたび大規模な災害が発生し、電力網が深刻な被害を受ければ、大規模停電を引き起こしかねない。実際に 2018 年 9 月では、同月のうちに台風 21・24 号及び北海道胆振東部地震に起因した 3 度もの大規模停電が起こっている(参考文献[1])。現代社会において電力の喪失は、通信の途絶、医療機器の停止、そして私たちの私生活の麻痺に直結し、その脆弱性は今日の大きな課題となっている。

災害に強いエネルギーインフラを構築するためには、従来の集中型システムの発想から転換する必要がある。筆者はこれまでの同コンテスト(2023、2024)で、未来のエネルギーシステムに不可欠となる三つの要素について述べてきた。一つは、過疎化地域のエネルギー問題への対策として考察した「地域の特徴を生かした発電によるエネルギーの地産地消」という考え方だ(参考文献[2])。これは、各地域が独自のエネルギー基盤を持つ分散型システムへの移行を示唆するものである。そしてもう二つが、カーボンニュートラル実現に向けて私たちができることについて考察した際に論じた、エネルギーを効率的に制御するための「スマートグリッド技術」と、電気自動車を移動可能な蓄電池として活用する「V2G 技術」である(参考文献[3])。

前述したこれらの技術・考え方は、未来のエネルギーシステムを構成する重要な要素である。しかし、災害のような予測不可能な状況においてその真価を発揮するためにはこれら三つの要素を効果的に連携させ、状況に応じて動的に制御する高度な「司令塔」が不可欠である。

そこで本稿では、これまでの考察をさらに発展させ、筆者が専門とする情報通信技術と AI

の観点から、「災害時エネルギーマネジメントシステム」を提案する。これは、AI がドローンや SNS 等から得られる情報を「眼」として被災状況をリアルタイムに把握し、V2G 技術を応用した電気自動車(EV)を「足」として被災地へ電力を届ける、いわば「知性を持った動くエネルギー網」である。このシステムの構築により、災害時においても途切れないエネルギー供給を実現し、決して機能が停止しない社会インフラを構築することも可能になるだろう。以下、本稿では、このシステムを構成する主要な二つの要素である「AI の眼」、「EV の足」について筆者の考えを展開していく。

2. AI の「眼」

近年の日本では、技術の進歩や過去の災害から得た多くの教訓により、その防災対策は着実に強化されている。しかし、私たちの想定をはるかに超える規模の災害が発生した際、構築されたシステムが完全に機能するとは限らない。

以下、この章では過去の災害における実例を述べたのちに、その教訓をもとにした本稿の提案について詳細を述べる。

2.1 過去の災害における実例

平成 28 年に発生した熊本地震は、筆者が在籍する高専が位置する熊本を襲った災害であり、これまでの災害対策の想定を覆す未曾有の災害となった。その最大の特徴として、4 月 14 日と 16 日に震度 7 の大きな揺れが二度も発生し、さらに活発な余震が続いたことがあげられる。この前例のない前震と本震による二度の激しい揺れは、強化されたはずのインフラさえも圧倒した。

その影響は、私たちの生活に不可欠な通信網に顕著に表れている。事実、一度目の揺れ(前震)で機能停止した携帯電話基地局(停波基地局)は 50 局未満に抑えられていた(参考文献[4], 図 1)。これは、東日本大震災(最大時約 2 万 9 千局が停波)の教訓を活かした防災対策が、単

発の揺れに対して有効に機能していたことを示している(参考文献[5])。

しかし、そのわずか約 28 時間後に発生した二度目のより規模の大きな揺れ(本震)はその想定すらも超えた。一度目の揺れに耐えた基地局が次々に機能停止し、最終的に 3 社(NTT ドコモ、KDDI、ソフトバンク)合計で熊本県内の約 10%にあたる 400 局以上が停波、広範囲で通信障害が発生したのである(参考文献[4], 図 1)。

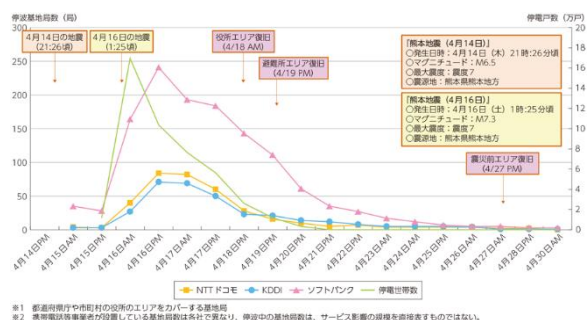


図 1：停波基地局数の時間推移(熊本地震)

【出典：総務省「平成 29 年版情報通信白書」[4]】

この物理的な通信網の麻痺に加え、行政の現場も混乱を極めた。熊本市の震災記録誌には、当時の実態として「災害情報や避難所の状況、被害状況等の情報収集に遅れが生じ」、職員が殺到する電話対応に追われた結果、本来行うべき関係機関との調整に支障をきたしたと記されている(参考文献[6])。このように、従来の情報伝達・収集手段が機能不全に陥ることで、被害状況の全体像を把握するには多くの時間を要することがわかる。この熊本市の報告書には、今後の対策として「SNS の活用を含めた情報の収集・発信など、情報共有方法の多重化・多様化を検討する必要がある」と結論付けている(参考文献[6])。これはまさに、次世代の災害対応システムを行政も求めていることを示唆していると言える。

2.2 実例を踏まえた「AI の眼」

2.1 で述べた熊本地震の事例が示すように、災害時には殺到する問い合わせや報告による「情報の渋滞」と、それを処理する「人手の限界」という深刻な課題が発生する。この二つの課題が組み合わさることで、「どこに、

どのくらいのエネルギーを、どの優先度で送るべきか」という重要な判断が遅れ、救えるはずの命が失われる危険性が高まる。この課題に対する解決策が、システムの第一の要である「AI の眼」だ。これは、人間の能力をはるかに超える速度と精度で多様な情報を収集・分析し、エネルギー供給の最適解を導き出す司令塔の役割を果たす。リアルタイムで需要(エネルギーが必要な場所)と供給(移動可能な電源「EV の足」)を把握し、最適に制御するためのこの仕組みは、まさしく移動電源を最適に制御する災害時「スマートグリッド」の頭脳部と言える。

この「AI の眼」が情報を収集する手段は多岐にわたる。ドローンや衛星からの画像によって広範囲の状況を把握し、物理的なインフラの損壊を特定する。それと同時に、市民によるリアルタイムの SNS 投稿を分析し、個々の被災地点におけるより詳細な被害マップを作成する。

しかし、市民の SNS 投稿には誤情報やデマが含まれる可能性があるため、客観的なデータによる裏付けが必須となる。そのため、本システムの AI は単に情報を集めるだけでなく、複数の異なる情報源を比較・検証し、情報の「確度」を判定する。

例えば、ある地点の「停電」という SNS 投稿があった場合に、この AI はそれを鵜呑みにせず、まず各家庭の電力使用量をリアルタイムで示すスマートメーター¹の情報と照合し、事実確認を行う。さらに、衛星画像から得た送電線の物理的な状況とも比較し、すべてが一致して初めて「確度が高い」と判断するのである(図 2)。また、河川の水位計(センサー)といった防災インフラの情報と組み合わせれば、次にどの地域の電力インフラへ危険が迫っているかを予測することも可能になる。

¹ スマートメーターは国策として導入が進められており、2024 年 3 月末時点で大手電力 10 社の導入率は 99.9%に達している(参考文献[7])。特に筆者の在住する九州電力管内では導入が完了しており、本提案の基盤となるインフラはすでに整備済みである(参考文献[8])。

このように、多様な情報を比較・分析するフィルターとして機能する「AIの眼」によって、情報の混乱の中からもエネルギー供給の優先度が高い重要な情報を正確に抽出し、次の「EVの足」へと繋ぐことが可能になると考えられる。

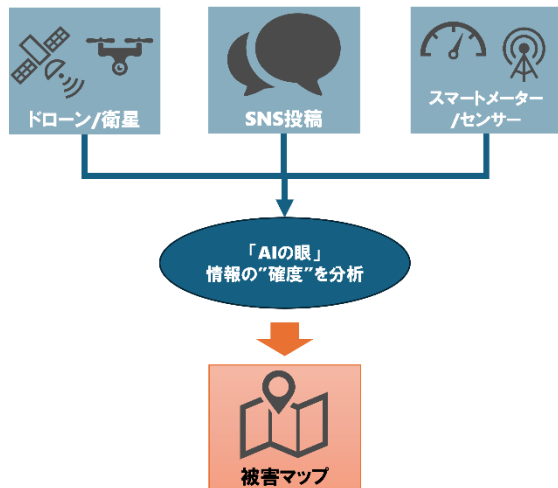


図 2: 「AIの眼」によるリアルタイム被害マップ作成時の概念図

【出典: 筆者作成. アイコン素材: ICOON MONO】

3. EVの「足」

「AIの眼」による情報分析はそれ自体が目的ではない。それにより導き出された最適解を元にして被災地へとエネルギーを届ける実行部隊があって初めて、このシステムは意味を成す。災害時におけるエネルギーインフラを維持するために私たちができること、その具体的な行動の担い手になるのが本稿で提案する第二の要、「EVの足」である。

以下、この章ではまず「EVの足」の基本構想とその有効性を示し、次にそれが直面する課題とそれに対する解決策について筆者の考えを述べていく。

3.1 基本構想と実証例

「EVの足」の基本構想は、私が2024年度と同コンテストで論じたV2G技術を発展させ、EVを「移動可能な蓄電池」として災害現場へ派遣することにある。AIからの指示に基づき、蓄電池を備えたEVが病院や避難所へと駆け

付け、そのバッテリーから電力を供給(V2L²)することで、被災地における重要機能の維持を図る。

この構想の有効性は令和6年に発生した能登半島地震においてすでに実証されている。石川県能登町では、災害時の非常用電源として導入していた軽EVが、大きな役割を果たした。一つは「非常用電源」としての役割だ。実際に被災者からは、「携帯電話の充電が切れ、家族との安否確認や、外部からの情報の収集を行う手段が無くなってしまった際、EVによって充電を行えたことが、大きな安心につながった」という声が上がっている(参考文献[9])。このように、避難所へ派遣されたEVによって情報伝達手段を確保し、被災者の不安を和らげたのである。

そして特筆すべきは燃料供給網が絶たれた状況下でも「移動機能」を維持し続けた点である。主要幹線道路の寸断によって燃料輸送が停止し、ガソリン車が給油できず動けなくなる中、幸いにも電力が供給されていた町庁舎で充電できるEVは、避難所の巡回や要配慮住宅への訪問を継続するための、文字通り唯一の「足」となった(参考文献[9])。これは、エネルギー供給網だけでなく交通網も麻痺した際にEVがいかに強靱なライフラインになり得るかを示した好例である。

3.2 四輪自動車の物理的な限界

3.1で示した能登町での事例は、燃料の供給網が絶たれた状況下でEVがいかに有効であることを示している。しかし、これは庁舎への電力が維持され、町内の巡回ルートが確保されていたという限定的な条件下での成功例とも言える。私たちが備えるべきは、その限定的な状況すらも失われるより深刻な事態である。

平成28年の熊本地震では、大規模な土砂崩れによって阿蘇大橋が崩落し、集落が長期間にわたり孤立するなど、道路網が各地で完全に寸断された(参考文献[10, 11], 図3)。

² V2L(Vehicle to Load): 電気自動車に備えた電力を外部の電気製品で利用できるようにする仕組みのこと。

このような状況ではもはや燃料が電気かガソリンかという問題ではなく、四輪自動車という形態そのものが目的地へ到達する手段を失う。この物理的な輸送の限界こそ、「EV の足」が次に乗り越えるべきより根本的な課題なのである。



図 3：熊本地震により崩落した阿蘇大橋

【出典：国土交通省 九州地方整備局 熊本復興事務所ウェブサイト[10]】

3.3 発想の転換による解決策

この課題を克服するため、本システムでは「EV の足」が持つ意味を拡張する必要がある。ここで言う「EV の足」とは、一般的な四輪の電気自動車(Electric Vehicle)のみを指すのではない。本稿ではその概念をドローンや電動バイクといった「電気で動く輸送手段全般」を指すものとして捉え直す。この発想の転換こそが、私たちにできる次の一手となる。

この拡張された概念は、状況に応じた柔軟な対応を可能にする。道路が通行可能で、病院のように大量の電力が必要な場所へは、能登町の事例のように大容量の移動蓄電池として EV 車そのものを派遣する。一方で、道路が寸断された孤立集落などへは、ドローンや電動バイクで、より小型の可搬型バッテリーを輸送するという解決策が生まれる。これを可能にするのが、人が持ち運べるサイズの可搬型バッテリーであり、最終的には人が背負って届けることさえ可能となる。

さらに平時から地域の公民館や学校がこれらの可搬型バッテリーを充電・保管する「エネルギー備蓄拠点」として機能していれば、たとえ集落が完全に孤立したとしても外部からの

救援が到着するまでの間、最低限の電力を維持することができる。

そしてここでも、「AI の眼」が重要な役割を果たす。AI は道路状況をリアルタイムに分析し、「この病院へは EV(車)を派遣」「この孤立集落へは電動バイクと可搬型バッテリーを」「この山間部の通信基地局へはドローンで」といったように最適な輸送手段を自動で選択し、指示を出す(図 4)。このようにして、状況に応じて多様な輸送手段を組み合わせることで「EV の足」はあらゆる障害を乗り越えて、災害時において必要不可欠なエネルギーを届けることが可能になるのである。

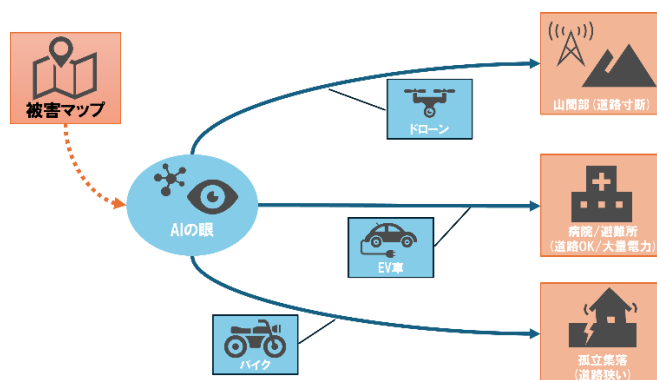


図 4：「EV の足」の基本構想

【出典：筆者作成。アイコン素材：ICOON MONO】

4. 社会実装のために

本稿で提案した「災害時エネルギーマネジメントシステム」は、既存の技術の組み合わせであるため技術的にはその実現可能性は高いと言える。しかし、これを社会インフラとして機能させるためには、技術的な側面だけでなく社会に組み込むシステムとしての課題をいくつか乗り越える必要がある。以下、この章ではその実現に向けた具体的な道筋を示した後に、それに伴う課題について考察していく。

4.1 社会実装へ向けた現実的な道のり

本システムの実現には段階的なアプローチが現実的である。

まず、第一段階として特定の自治体や大学等と連携し、限定エリアでの実証実験から着手する。自治体が保有する公共施設のスマートメーター情報などを活用して「AI の眼」のプロトタイプを作成し、EV やドローン(「EV の足」)

を制御する実証実験を通じて、システムの有効性を検証すると同時に、運用上の課題を洗い出すことがこの段階の目的だ。次に第二段階では、その成果をもとに対象を都道府県単位へと拡大し、電力会社や民間企業との連携を進める。ここでは、市民が所有する EV を災害時に提供してもらう協力体制の構築や、多様な機器を連携させるオープンプラットフォーム³の整備が求められ、市民の EV 所有率が高いことが前提となるだろう。

そして最終段階では、本システムを社会全体の防災インフラとして完成させる。具体的には、国の基盤的防災情報流通ネットワーク(SIP4D)⁴と完全に連携させ、国家的な防災インフラとして完成させる。SIP4D は、府省庁や自治体、公共機関が持つ災害情報を集約し配信する、まさに国の公式な「情報のパイプライン」である(参考文献[12],図 5)。本稿で提案する「AI の眼」が分析した災害時における高精度なエネルギー需要の情報をこの SIP4D に流し込むことで、本システムはもはや「ただの実証実験」という段階を超え、「国の公式な災害対応システムの一部」として機能することになる。自治体や関係機関と確実に情報が共有され、それに基づき緊急車両としての通行許可を得るなど「EV の足」の派遣調整も円滑に行える体制を構築することこそが、本提案における社会実装の最終目標であると考えている。



図 5 : SIP4D の概略図

【出典：SIP4D 情報公開サイト[12]】

³ オープンプラットフォーム：特定の企業やメーカーの使用に依存せず、多様な機器やサービスが相互に接続・連携できるように仕様が公開された規格のこと。

⁴ SIP4D（基盤的防災情報流通ネットワーク）：災害時に国、自治体、企業などが持つ防災情報を集約・共有するために開発された情報流通基盤。

4.2 社会実装を阻む課題

もちろん、4.1 で述べた社会実装の道のりには主に三つの大きな課題が存在する。

一つ目はコストである。システムの構築と維持には莫大な費用を有するため、国や自治体による防災インフラ投資として公的予算を得る必要がある。同時に、平時には EV を電力の需給調整(V2G)に活用して収益を生み、運用コストを補填するような経済モデルの構築も不可欠となる。

二つ目は法規制の壁である。災害時におけるドローンの自律飛行は、捜索・救命活動を行う有人機(ヘリコプター等)の飛行を妨げ、衝突する危険性があるため、現行の航空法が障壁となる可能性がある(参考文献[13],[14])。また、個人所有の EV から電力供給を行う際の安全基準や補償の問題も解決せねばならない。これらに対して、災害時という非常事態に限って適用される特例措置や、新たなルール作りを国レベルで戦略的に進めていく必要がある。それと同時に、技術面でもドローンの自律飛行技術をさらに高度化させ、有人機を自動で検知・回避するシステムを開発するなど、技術革新による障害の克服も追及すべきである。

そして、最も重要な三つ目の課題が、プライバシーへの配慮である。「AI の眼」が SNS やスマートメーターの情報を分析する際には、個人のプライバシー保護が絶対条件となる。例えば、ある特定の SNS アカун トによる「停電で在宅の医療機器が止まりそうだ」という投稿と、その地域のスマートメーターから得られる詳細な位置情報や電力使用状況が AI によって紐づけられれば、個人の極めて深刻な状況が特定されてしまう危険性がある。このため、SNS のような公開情報であっても、スマートメーターのような非公開情報を AI が組み合わせて分析する際には、その分析結果の取り扱いに細心の注意を払う厳格な管理体制を構築し、AI が特定した各個人のリスク情報をそのまま扱うのではなく、それらを「特定の地域における高優先度の電力需要」といった個人が特定できない形へと変換する処理を施さなければなら

い。

さらに、国民がこのシステムを信頼し受け入れるためには、この管理体制が適切に機能していることを示す「透明性」が不可欠である。AI がどのようなデータを人命救助という目的にのみ限定して利用するのか、そのルールを明確に開示し、プライバシーが守られていることを社会全体で確認できる仕組みを整えることこそが、本システム実装の成否を分けるカギとなるだろう。

5. まとめ

本稿では頻発化する自然災害に対し、「災害時におけるエネルギーインフラ維持のためにできること」というテーマのもと、「災害時エネルギーマネジメントシステム」を提案した。このシステムは、情報収集及び意思決定を担う「AIの眼」(図2)と、エネルギー輸送を担う「EVの足」(図4)という二つの要素で構成されている。

まず、本稿で深く分析した熊本地震の実例から、災害時における「情報の渋滞」と「人手の限界」という深刻な課題を明らかにした。これに対し「AIの眼」は、SNSやドローン、スマートメーターといった多様な情報源から情報を収集し分析することで、エネルギー供給の優先度をリアルタイムで判断する災害時「スマートグリッド」の頭脳として機能する。

次に、能登半島地震の実例から V2L 技術を用いた EV が非常用電源として、また燃料供給網が絶たれた状況下での移動手段として極めて有効であることを示した。一方で、熊本地震の事例から四輪自動車の物理的な輸送限界という、より根本的な課題も提示した。これに対し「EVの足」は、単なる「電気で動く四輪自動車」という発想から、「移動可能なバッテリー」という本質的な概念へと転換し、ドローンや電動バイクといった多様な輸送手段を「AIの眼」によって最適に選択することで、あらゆる障害を乗り越える解決策を示した。

さらに、このシステムを絵空事で終わらせないため、その社会実装に向けてモデル地区での

実証実験から国家インフラへと至る段階的なロードマップを提示した。それと同時にコスト、法規制、プライバシーといった乗り越えるべき課題とその解決の方向性も示した。

ここで明確にしたいのは、本稿の提案が既存のエネルギーインフラの物理的な強靱化と対立するものではない、という点である。インフラの強化は絶えず進められているが、想定を超える災害の前ではそれでもなお機能不全に陥る可能性がある。本稿で示すのは、その「万が一」の際に、機能が停止したインフラを「代替」し、現場へ自らエネルギーを届ける動的なシステムである。これは「インフラを維持する」という概念を、固定的な設備からより能動的な活動として捉え直す試みでもある。

私が過去のコンテストで論じた「スマートグリッド技術」と「V2G 技術」は、それぞれ「AIの眼」、「EVの足」へと発展的に昇華させた。そして、これらのシステムが持続的に機能するための基盤となるのが、「エネルギーの地産地消」の考え方である。地域の拠点が自家発電設備を持つことで、大規模な電力網が停止した際にも EV への充電が可能となり、システム全体の災害に対する耐久力を底上げする。

災害は、時に私たちに「仕方ない」という受け身の姿勢を強いる。しかし、「停電は当たり前・しょうがない」という思考停止に陥るのではなく、その状況下において何ができるかを考え続けることこそ、技術を学ぶものに求められる姿勢ではないだろうか。本稿で提案したシステムは、たとえ送電網が絶たれても、電力の供給を諦めないという能動的な姿勢を具現化したものである。安全で持続可能なエネルギーシステムを構築し、いかなる災害にも屈しない社会インフラを築き上げること。その一翼を担うべく、本稿で論じたような技術的アプローチを追求することこそ、重要でやりがいのある使命だと考える。

参考文献

- [1] 高荷智也(2020)「国内の大規模停電事例」『Honda 発電機』,
<https://www.honda.co.jp/generator/bosai/blackout/>, (最終閲覧日：2025 年 10 月 4 日).
- [2] 西野歩(2023)「過疎化とエネルギー問題について」『2023 年度九州パワーアカデミー作文論文コンテスト』, <https://kyushu-pa.com/archives/860>, (最終閲覧日：2025 年 10 月 4 日).
- [3] 西野歩(2024)「2050 年のカーボンニュートラル実現に向けて、私たち電気技術者ができること」『2024 年度九州パワーアカデミー作文論文コンテスト』,
<https://kyushu-pa.com/archives/1210>, (最終閲覧日：2025 年 10 月 4 日)
- [4] 総務省(2017)「第 1 部 特集 データ主導経済と社会変革 第 5 章 熊本地震と ICT 利活用 第 2 節 熊本地震における ICT 利活用状況に関する調査結果」『平成 29 年版 情報通信白書』,
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/nc152130.html>, (最終閲覧日：2025 年 10 月 5 日)
- [5] 総務省(2016)「電気通信事業者の平成 28 年熊本地震への対応状況」,
https://www.soumu.go.jp/main_content/000432337.pdf, (最終閲覧日：2025 年 10 月 5 日)
- [6] 熊本市(2018)「第 3 部 応急復旧期 第 4 章 発災直後の体制・初動」『熊本市震災記録誌』,
https://www.city.kumamoto.jp/kiji00318725/5_18725_133187_up_MTXLKJZ3.pdf, (最終閲覧日：2025 年 10 月 4 日)
- [7] 経済産業省(2025)「資料 5 スマートメーターのオプトアウトについて」『第 86 回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会』,
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/086.html, (最終閲覧日：2025/10/05)
- [8] 九州電力配送電株式会社(2024)「スマートメーターの設置完了について」『お知らせ一覧』,
<https://www.kyuden.co.jp/td/news/notice/240507.html>, (最終閲覧日：2025/10/05)
- [9] 自治体通信(2025)「給油制限下でも役場機能を維持、二度の災害で EV が真価を発揮した」『自治体通信 Vol.65(2025 年 4 月号)』, https://www.jt-tsushin.jp/articles/case/jt65_smauto_02, (最終閲覧日：2025/10/12)
- [10] 国土交通省(n.d.)「阿蘇大橋地区斜面对策」『国土交通省 九州地方整備局 熊本復興事務所ウェブサイト』, https://www.qsr.mlit.go.jp/kumamoto_r/erosion.html, (最終閲覧日：2025/10/12)

- [11] 吉川慧(2016) 「南阿蘇村で 1000 人が孤立 阿蘇大橋が崩落、土砂崩れで道路寸断【熊本地震】」『HUFFPOST』,
https://www.huffingtonpost.jp/2016/04/16/minami-aso-earthquake_n_9707176.html, (最終閲覧日：2025/10/13)
- [12] 国立研究開発法人防災科学技術研究所(n.d.) 「SIP4D の概要」『SIP4D×防災技研』,
<https://www.sip4d.jp/>, (最終閲覧日：2025/10/19)
- [13] 国土交通省関東地方整備局(2023) 「ドローン自律飛行システムの震災時被災状況把握手段としての活用の可能性について」, https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000858007.pdf,
(最終閲覧日：2025/10/19)
- [14] 国土交通省(n.d.) 「無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール」,
https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html, (最終閲覧日：2025/10/19)