

第③章
気候変動適応アクション



農村 地域

漁村 地域

都市 地域

地域マイクログリッドによる災害時停電「ゼロ」

適応アクションの目的・概要等

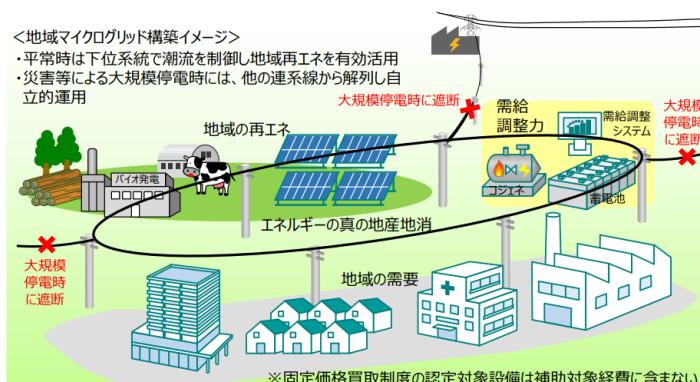
一般送配電事業者により作られた電力だけに頼らず、限られた地域内で太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギー等を用いてエネルギーの地産地消を目指す小規模な電力ネットワークを「地域マイクログリッド」といいます。

地域マイクログリッドは、停電発生時に大規模電力系統から切り離し、地域内の電力ネットワークに切り替えることで電力の供給が可能となる自立分散型の電力システムで、災害に強いシステムとして近年注目されています。

令和元年房総半島台風（p. 2-12）や2018年の北海道胆振東部地震では広範囲で停電が発生し、生活に大きな影響が出ました。現代の生活では電気が止まると水道や情報通信等も止まることが多いことから、ヒアリング調査では電気が最も重要なライフラインであるという示唆が得られました。こうした大きな災害をきっかけに、地域の電力は地域内で確保しようという取組が各地で進んでいます。

令和元年東日本台風（p. 2-12）の被害を受けた群馬県上野村は山々に囲まれており、災害時に倒木や土砂崩れ等で停電が発生し、アクセス道路が寸断されると、孤立が長期化する恐れがあります。上野村では以前よりバイオマス発電が行われており、これらや太陽光発電を用いて地域マイクログリッドの構築を進めています（p. 2-84）。

また令和元年房総半島台風の影響で大規模な停電が発生した千葉県いすみ市では、地域の防災力の向上と災害時の停電「ゼロ」を目指し、地域マイクログリッドの構築を進めています（p. 2-85）。



自助

個人で行う適応アクション

- ・地域マイクログリッドに対応した地域新電力、自治体新電力事業者等との契約

等

共助

地域や企業などが行う適応アクション

- ・地域マイクログリッドに対応した地域新電力、自治体新電力事業者等との契約
- ・地域における関係者の合意形成、災害時対応訓練

等

公助

行政が行う適応アクション

- ・地域マイクログリッド構築に向けたさまざまな環境整備
- ・地域における関係者の合意形成、災害時対応訓練

等

導入の状況

開発中

実証中

導入中

普及中

災害時活用事例

令和元年房総半島台風の際、千葉県では大規模な停電が発生しました。千葉県睦沢町では停電発生から約5時間後、自治体新電力である「CHIBAむづざわエナジー」が自立分散型エネルギーである天然ガス発電により送電を開始しました。地中化された自営線を活用し、防災拠点である「道の駅」に電力と温水を供給、周辺住民に無料でシャワーやトイレ、携帯電話の充電等が提供されました¹⁰²。



導入事例

神奈川県小田原市は電力事業者とともに、既存の系統線を活用した地域マイクログリッドを2021年度に構築完了しました。2022年5月には大規模停電を想定した解列、再接続等の非常時対応訓練を実施しています¹⁰³。

周辺が停電する中、明るく輝く道の駅(上)と、無料開放のシャワーとトイレに訪れた住民(下) (CHIBAむづざわエナジーウェブサイトより¹⁰²)

導入のポイント

注意点

自治体のほか、一般送配電事業者、地域マイクログリッド事業者、実需者等、地域において様々な主体が協力して取り組む必要があります。マイクログリッドの構成要素である再生可能エネルギーは夜間や悪天候等の条件によって発電量が大きく変動するため、需給調整力としてガス発電（コジェネ等）や蓄電池等を用いてバランスを調整しますが、設備等の規模によっては必ずしも十分な電力供給とはならない場合もあります。

導入コスト

導入は億単位の規模となります。そのため現状では自治体のみでの導入は難しく、また維持コストも必要となるため、事業者の費用対効果も課題の一つです。運営にあたり解決すべき課題も多く指摘されています¹⁰⁴。

普及拡大に向けて

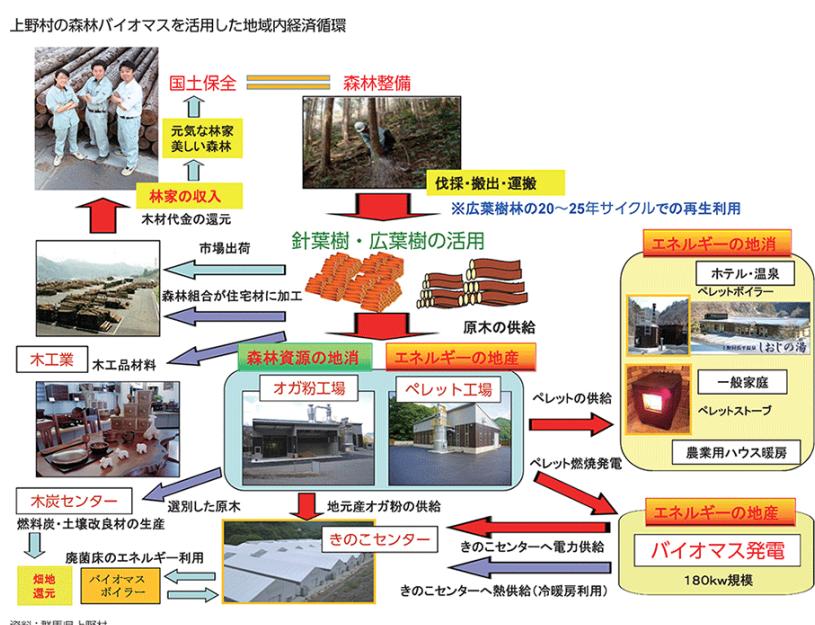
これまでの大規模な広域停電を経て災害時のライフライン確保の手段として導入が始まっていますが、事例はまだあまりありません。国の補助事業により各地で先行的な実証や導入が進んでいます¹⁰⁵。

平時の活用

地域循環共生圏の創出

群馬県上野村は面積の9割を森林が占め、主要な産業の一つが林業です。総人口は県内で最も少なく過疎化が進みつつあります、人口の約2割がIターンによる移住者です¹⁰⁶。

これら森林資源を利用したバイオマス発電事業を2015年度より行っており、上野村のこセンターへ電力と熱を供給しています。この電力は災害時には地域マイクログリッドを通じて太陽光発電等と合わせて村内の避難施設等に供給される計画となっています。エネルギーの地産地消等により「村内循環型社会」の構築を目指し、2022年11月には環境省の脱炭素先行地域に選ばれています¹⁰⁷。



関連情報

いすみ市における地域マイクログリッド事例

現在の導入状況

令和元年、千葉県を中心に大きな被害をもたらした台風15号により、鉄塔や電柱の倒壊等によって最大64万戸あまりが停電し、完全復旧まで19日間を要しました。この災害により、長期間にわたる停電の影響で残暑のなか多くの人がエアコンが使えなくなる状況が発生しました。

この時、およそ7割の世帯が停電したいすみ市に地域マイクログリッドを導入し、令和5年2月から運用を開始しました。

構築範囲

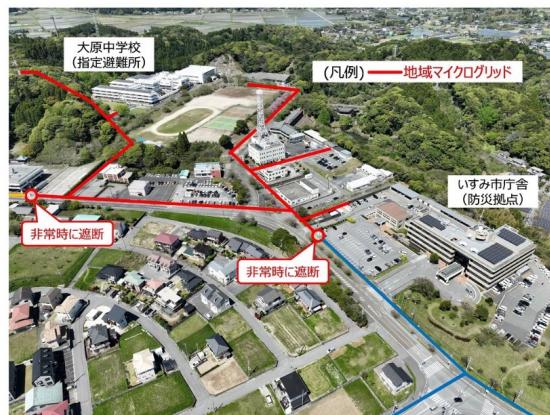
いすみ市地域マイクログリッドは、防災拠点のいすみ市庁舎及び指定避難所の大原中学校を中心に東電PG木更津支社の配電系統を開閉器で区分した約30軒のエリアをマイクログリッドの構築範囲としています。

いすみ市の地域マイクログリッドエリアに電力を供給する電源設備として、いすみ市庁舎に太陽光発電設備、大原中学校に太陽光発電設備、LPガス発電機及びリチウムイオン蓄電池システムが配備されており、これらを統合制御するEMSを用いて大規模停電発生時に安定した電力供給が行われます。

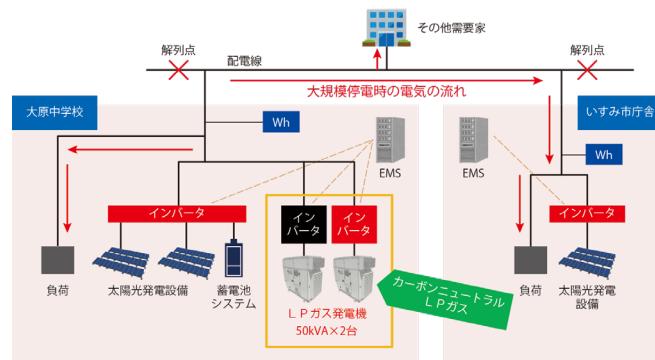
効果

災害時拠点のいすみ市役所・指定避難場所の大原中学校に対して、非常時に少なくとも約4日の電力供給が可能となっています。

またLPガス発電機・太陽光発電・リチウムイオン蓄電システムは、非常時の活用のみならず、平常時には電力使用量が多い時間のピークカットや太陽光発電の有効活用により、電気料金の削減に寄与しています。



いすみ市地域マイクログリッドの外観
(写真の提供 株式会社関電工)



いすみ市地域マイクログリッド電源システム関連図
(図の提供 株式会社関電工)

補足情報

カーボンニュートラルLPガス

原料の採掘から各供給地点でガスが燃焼するまで、すべての過程において発生した二酸化炭素排出量を「実質ゼロ」にしたLPガスであり、いすみ市地域マイクログリッドにおいては、これを燃料として発電機を運用している

リチウムイオン蓄電池

大容量かつ長寿命、コンパクトなリチウムイオン電池を使用した蓄電池

エネルギー・マネジメントシステム (EMS)

施設のエネルギー利用状況や電源の稼働状況を計測・制御することで、最適なエネルギー活動をサポートする設備

設備	設備所有者
送配電設備	東京電力パワーマネジメント
発電設備	関電工
エネルギー・マネジメントシステム	関電工

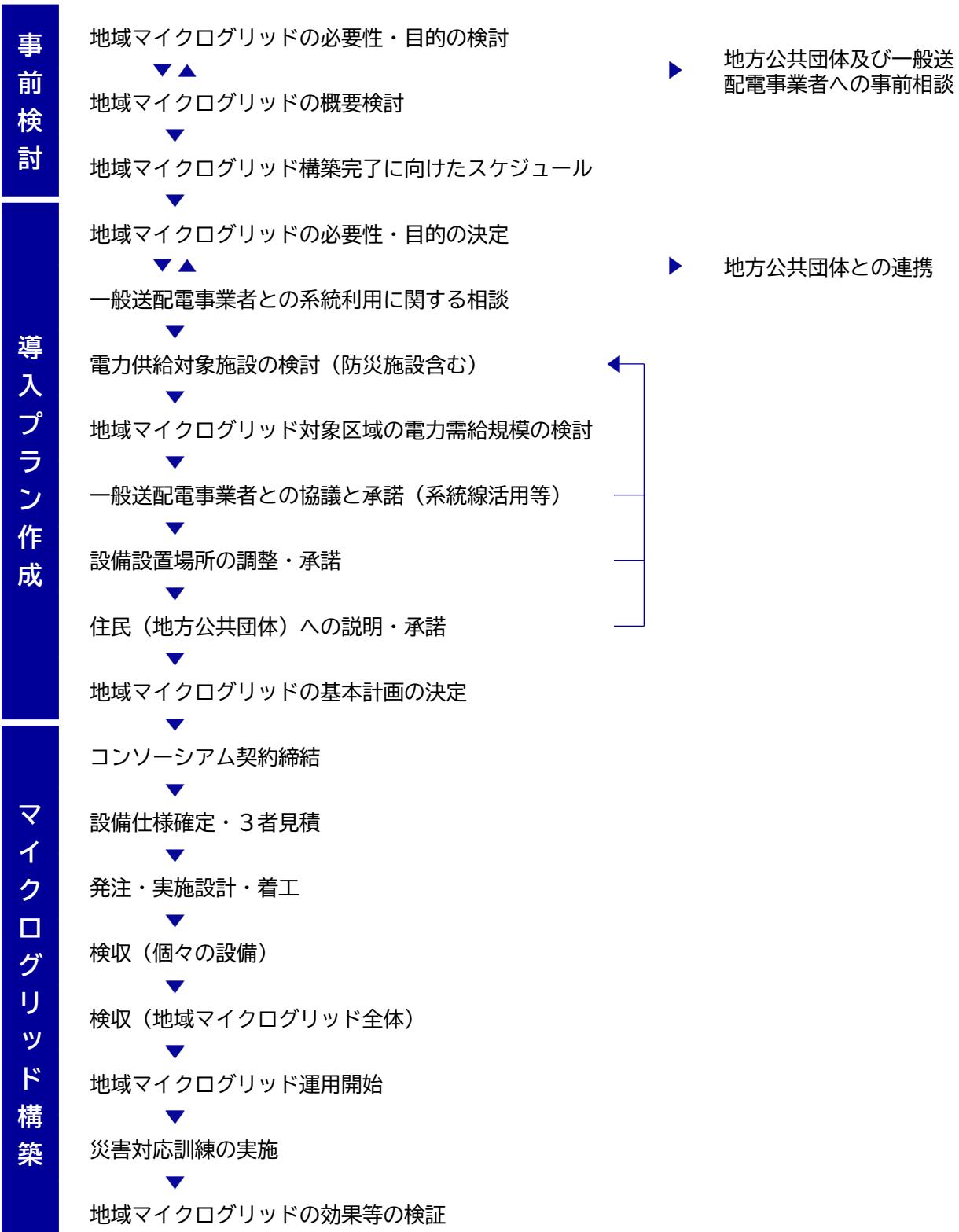
他の自治体への展開

経済産業省によれば、国の補助金を活用して「マイクログリッド」の導入や検討を行っている取り組みは、令和5年度末現在、全国で48件にのぼっています。

資源エネルギー庁では、地域マイクログリッドの導入を検討している事業者等に対して、地域マイクログリッドの概要や、地域マイクログリッドの基本計画策定の手順、地域マイクログリッドの構築の手順等を示してびきを公開しています（次頁にて構築の手順を整理）。

地域マイクログリッド構築に向けたフロー

資源エネルギー庁「地域マイクログリッド導入のてびき¹⁰⁵」では、地域マイクログリッドの構築は「事前の全体構想検討」、「導入プラン作成」、「マイクログリッド構築」の3段階に分かれ、以下のようなフローで検討を進めることを推奨しています。詳細は上記の「～てびき」をご参照ください。



（経済産業省資源エネルギー庁「地域マイクログリッド構築のてびき」より一部改変して作成¹⁰⁵）

塩水から電気を創る発電機

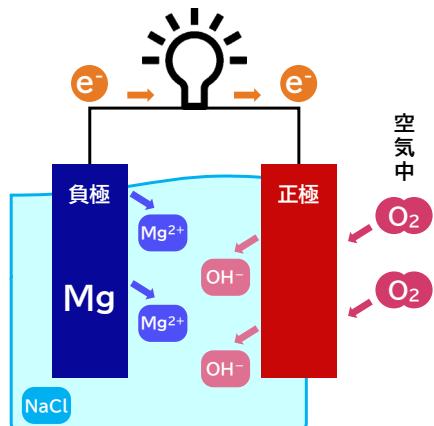
適応アクションの目的・概要等

災害時の停電に備え、非常用電源として発電機を備えておくことは重要です。しかし、平時の整備が不十分で災害時に発電機が作動しなかったり●、ガソリンや軽油を用いた携帯型発電機の誤った使用により一酸化炭素中毒による死亡事故が発生したり●もしています。

災害時に水と塩分を用意するだけで発電できる電池があります。一般的にはマグネシウム空気電池と呼ばれ、燃料電池の一種です。マグネシウムの金属板を負極とし、空気中の酸素を取り込んで正極として化学反応を起こし、発電します（右図）。一般的な化石燃料を用いた発電機に比べ、水と塩分が材料であるため排気がほとんどなく、駆動音もしないため、都市地域の集合住宅等でも使用可能です。

マグネシウム空気電池を用いた製品は既に商品化され、手元を照らす程度の小規模のものから、最大700Wで連続72時間発電可能の大規模の発電機まで、様々な製品が市販されています。使い切りの製品のほか、マグネシウムカートリッジを交換することで繰り返し使える製品もあります。

化石燃料を用いないため発電時にCO₂を排出せず、また使用後に有害物質も出ないため、環境への負荷が低い点も大きな特徴です。



マグネシウム空気電池の発電の仕組み
負極: $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$
正極: $1/2O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$

自助

個人で行う適応アクション

- マグネシウム空気電池を用いた発電機の用意等



持ち運びタイプ
(最大35W, 6.0kg)

据え置きタイプ
(最大200W, 14.6kg)

共助

地域や企業などが行う 適応アクション

- 地域や事業所におけるマグネシウム空気電池を用いた発電機の用意等



大型持ち運びタイプ
(最大500W, 12kg)

大型据え置きタイプ
(最大700W, 126kg)

公助

行政が行う適応アクション

- 公共施設や避難所等へのマグネシウム空気電池を用いた発電機の用意
- マグネシウム空気電池を用いた発電機への助成等

マグネシウム空気電池を用いた水発電機
「AQUENEOUS」各種
(いずれも写真提供
Aqua Power Energy株式会社)

導入の状況

開発中

実証中

導入中

普及中

現在の導入状況

水と塩のみを材料とし、取り扱いも簡単で安全である点、またマグネシウム電極が劣化しにくく長期備蓄が可能である点が災害対策用品として有利である点といえます。

国内の複数のメーカーにより各用途に応じて商品化され、災害対策用品として販売されています。自治体への導入のほか、病院、介護施設、商業施設、オフィス等への導入実績があります。インターネット通販等でも取り扱われており、個人購入も簡単です。

(メーカーヒアリングによる調査)



導入のポイント

注意点

使用の際に用いる塩分には食塩だけでなく、海水、河川水、尿、醤油等も使用可能ですが、塩分濃度が8~10%の範囲で最も効率よく発電します。この範囲外の濃度でも発電はしますが、出力が下がります。

(メーカーヒアリングによる調査)

また、発電時に微量の水素が発生することがあるため、使用時に換気が必要な製品もあります。

導入コスト

使い切りの小型の携帯ライト（下段後述）程度の製品は千円前後から、長時間稼働し出力が大きい製品は数百万円程度まで幅広く商品化されています。受注生産の製品も多いため、導入時のコストが高い点が課題となっています。

備蓄品として長期保管が可能であるため、従来の化石燃料を用いた携帯型発電機に比べ、メンテナンスの手間は必要としませんが、繰り返し使用する製品は使用時にマグネシウムカートリッジの交換が必要です。

そのための維持コストが必要となるため、現時点では平時からの常用使用にはコスト面の課題があります。



マグネシウムカートリッジの例
(写真提供 Aqua Power Energy株式会社)

平時の活用

防災教育、理科教材として

2021年、横浜市は市内の中学生がわかりやすく防災について学ぶことを目的とした「はまっ子防災プロジェクト●」を、市内の事業者と共に開始しました●。市立の中学校1年生（約26,000人）に、防災ガイドや防災マップと共にマグネシウム空気電池を用いたLEDライト「はまっ子防災ライト」を含めた防災アイテムを配布しています。教材を自宅へ持ち帰り、家族と共に教材に触

れることを通じて、地域防災力の向上に寄与している事例と考えられます。マグネシウム電池は理科の授業で学習するイオン化傾向の性質を用いた化学反応であることから、教材的意味も持っています。



マグネシウム電池を利用した「はまっ子防災ライト」
(はまっ子防災プロジェクトウェブサイトより●)

関連情報

広がるマグネシウムの可能性

現在普及しているリチウムイオン電池はリチウムやコバルト等レアメタルが材料となっており、地政学的リスクを抱えているほか、安全性にも課題が残っています●。

世界的に脱炭素化が進む中、次世代のエネルギーデバイスは環境負荷が低いことが求められます。そこで、資源量が豊富で、多くの電気エネルギーを貯蔵できるマグネシウム金属電池に注目が集まっています●。

現在マグネシウムのほとんどは海外からの輸入されています●。一方で、マグネシウムは地球の海水中に約1,800兆トン含まれ、ナトリウムに次いで2番目に多い資源とされています●。現在実用化されているマグネシウム空気電池は一次電池ですが、リチウムイオン電池を代替する二次電池の研究開発が国内外で進められています●。



農村地域

漁村地域

都市地域

災害時にも活用できる雪氷熱

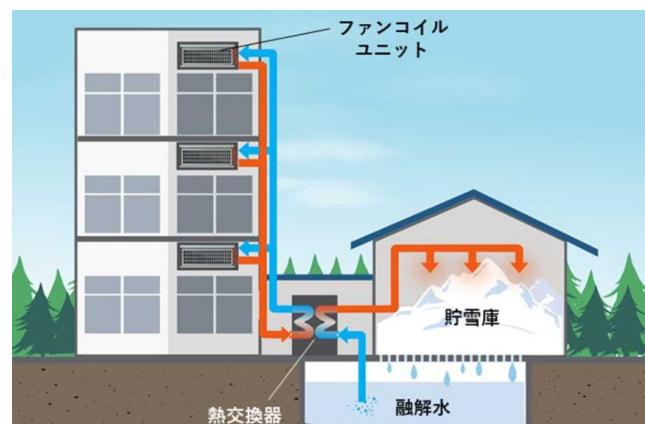
適応アクションの目的・概要等

梅雨期の大雪や夏季の台風等、気温が高い時期に気象災害が発生することも多くあります（p.2-11～2-12）。気象災害による系統途絶によって空調が使えなくなることで、熱中症による緊急搬送者数の増加や、農作物の腐敗・廃棄などの発生が懸念されます。

雪の多い地域では、冬季に降った雪を専用の貯雪庫に蓄え、夏季の冷熱源として日常的に活用する例が見られます。学校や役所等の公共施設で導入されている例もあり、夏季の災害時に避難場所となつた際、停電時でも熱中症リスクの回避が期待されます。雪を夏季のエネルギー源とする考え方は、単に涼を取る目的だけでなく、古くから農産物等の品質管理の目的で「氷室」や「雪室」として用いられてきましたが、冷蔵・冷凍技術の発達や法規制等により、戦後に数を減らしたと言われています●。

時には事故や災害をもたらす“厄介者”である雪を私たちの生活に有効活用しようとする「利雪」の取組は、雪の多い地域で進められてきました。公共施設だけでなく、個人宅や商業施設等でも導入され、様々な場面で雪による冷熱が活用されています。

導入可能な地域や用途は限られるものの、脱炭素社会の構築等を目指した省エネに寄与する熱源としての役割はもとより、系統途絶時における活用などの役割を担う可能性が期待できる再生可能エネルギー熱として「雪氷熱」の活用と潜在的な価値が注目されています。



雪氷熱による冷房(冷水循環方式)のイメージ(環境省資料より●)

自助

個人で行う適応アクション

- ・個人宅への雪冷房設備の導入

等

共助

地域や企業などが行う適応アクション

- ・企業等の雪冷房設備の導入
- ・地域における雪冷房施設の共有による活用

等

公助

行政が行う適応アクション

- ・避難施設、公共施設への雪冷房設備の導入
- ・雪冷房施設の普及啓発
- ・雪冷房設備への補助

等

導入の状況

開発中

実証中

導入中

普及中

活用事例

2021年時点で雪氷熱は農業用倉庫、庁舎、図書館、高齢者施設、データセンター、個人宅等、全国で200弱程度の施設で活用されています●●。

新潟県南魚沼市では、環境省の熱中症対策モデル事業として、熱中症発生の抑制のために雪冷房によって室内を冷やしたテントの運動公園への設置や、雪をビニール袋に小分けにしたスノーパックの配布により、運動後の選手達のクーラダウンに活用した例があります●。



スノーパックを各地のイベントで配布
(新潟県南魚沼市パンフレットより●)

導入のポイント

注意点

降雪が少ない地域での導入はあまり現実的ではありません。温暖化進行により降雪量は減少すると予測されていますが、日本海側の山沿いの一部地域ではドカ雪が増えるという予測もあります (p. 2-9)。

冷気を対流させる送風機や熱交換器等を用いるシステムの場合、系統途絶時には冷房機能も停止しますが、他の電源と併せて活用することで冷房機能の維持が期待できるほか、直接雪を取り出して活用することも考えられます。また、貯雪庫からの自然対流によるシステムの場合は系統途絶時にも効果が継続するものがあります。

導入コスト等

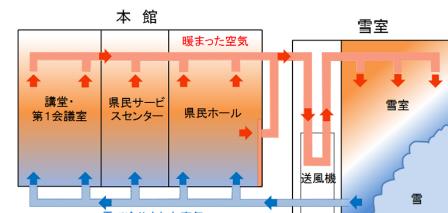
導入例がまだ多くないため導入コストは比較的高く、普及における課題となっています。コストは施設等の規模により様々ですが、個人宅への導入は約400万円●、上越市立安塚中学校への導入は約4,800万円●。新潟県の地域庁舎（下段後述）では約6,600万円●という事例があります。導入により夏季の冷房代金は大幅に下がりますが、施設規模により毎年冬季に貯雪庫へ雪を投入するための費用等が必要です。

雪氷熱は政府の地球温暖化対策計画⁹¹等で再生可能エネルギー熱に位置付けられており、環境省や経済産業省等の国による補助●のほか、北海道●や新潟県●等、多くの自治体も雪氷熱の活用に補助を行っています。

平時の活用

捨てる雪でCO₂削減

2004年、新潟県は南魚沼地域振興局の建替えに合わせて雪冷房装置を導入しました●。雪冷房装置の導入によって系統電力や灯油の利用量が減り、排出削減効果は約7.2t-CO₂/年と試算されています。新千歳空港では、2010年より雪冷房を導入し、ターミナルビルの冷房に用いられています。約1,050t-CO₂/年の排出削減につながっています●。



新潟県南魚沼地域振興局の雪冷房設備概要
(新潟県ホームページより●)

関連情報

地域産業活性化への活用と文化的役割

雪氷熱エネルギーをまちづくりや地域産業の活性化へ活用する例もあります。2021年、新潟県上越市は道の駅の物産館の隣に雪中貯蔵施設「ユキノハコ」を開設しました。市が米や野菜、日本酒などの貯蔵に対して「ユキノハコ」のスペースを貸し、市内の農業生産者は利用料金が安くなる仕組みとなっています。雪室は農産物の鮮度保持やショ糖増加、酸化防止等の効果があるとされているため、農産物の高品質化、高付加価値商品の開発につながる事例と考えられます。

貯蔵庫は貯雪室に隣接し、系統途絶時にも冷却効果が期待できます。また、施設は見学可能であり、観光資源であると同時に地域文化継承の役割も担っています。



「ユキノハコ」見学ブリッジ
(新潟県上越市ウェブサイトより●)



農村 地域

漁村 地域

都市 地域

入浴、手洗いに再生水を用いる

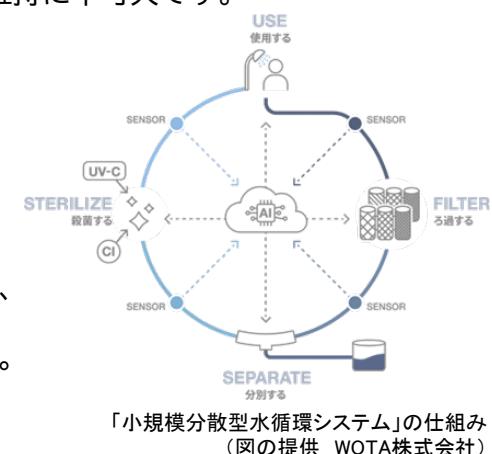
適応アクションの目的・概要等

災害時に必要となる水は飲用水だけに留まらず、生活に必要な水や【F-2】に示すトイレに用いる水も不可欠です。災害による断水時、飲用水は備蓄されていることが多いですが、多くの量を必要とする生活用水は、事前の確保が難しい側面があります。大きなストレスとなる避難生活を送る被災者にとって、また被災地を支える多くの支援者にとって、快適な入浴や手洗いは、衛生環境の向上や感染症対策となるだけでなく、疲労回復による肉体的・精神的なリラックス効果をもたらします。特に夏季や冬季の災害時には、入浴や手洗い環境の確保は心身の健康維持に不可欠です。

これまで災害時の入浴支援は、主に地域の宿泊施設や入浴施設による提供や、自衛隊の支援によるものでした。

これらの支援に加え近年、断水時にも使用可能な“小規模分散型水循環システム”を用いた水循環型シャワー、水循環型手洗いスタンドが国内メーカーから展開され、多くの災害現場で用いられています。

使用した水をフィルターや紫外線・塩素などで浄化することで、98%以上の水を再生循環利用できるため、通常2人がシャワーを浴びる水量100Lで、約100人分のシャワー利用が可能となります。また、個室空間により、ジェンダーへの配慮やプライバシーの確保ができるとともに、介護浴等の対応も可能となります。



自助

個人で行う適応アクション

- ・災害訓練等における運用方法の把握
 - ・水循環システムの運用、訓練
- 等

共助

地域や企業などが行う適応アクション

- ・地域の災害拠点における導入
 - ・企業等のBCP対策としての導入
- 等

公助

行政が行う適応アクション

- ・小規模分散型水循環システムを用いた製品の導入や、平時からの使用による啓発
- ・計画やガイドラインにおける生活用水対策の標準化
- ・上下水道の代替としての分散型水循環システムの導入（実証段階；次ページ）



ポータブル水再生システム「WOTA BOX」(水循環型シャワー)を用いたシャワーキット



水循環型手洗いスタンド「WOSH」

(いずれも写真提供 WOTA株式会社)

導入の状況

開発中

実証中

導入中

普及中

災害時活用事例

2024年の能登半島地震では、断水した地域に水循環型シャワー約100台、水循環型手洗いスタンド約200台が提供されました。シャワーは、これまでに令和元年東日本台風や西日本豪雨（p. 2-11～p. 2-12）の避難所等、2023年度末時点でのべ20,000人以上に提供されてきました（2023年12月時点）。



令和元年東日本台風の際、長野市内の避難所で用いられた水循環型シャワー
(写真提供 WOTA株式会社)

導入事例

令和元年房総半島台風（p. 2-12）の被害を受けた千葉県富津市はシャワーの支援を受けました。夏季の30℃を超える暑さの中、停電、断水で困っていた市民に好評だったことから、その後購入を決めました●。

導入のポイント

注意点

使用の際は動力のための電気と給湯のための灯油が必要であり、停電時は発電機等が必要です。また、使用開始時に水循環型シャワーは約100Lの水、水循環型手洗いスタンドは約20Lの水を必要とします。初めに必要とする水には備蓄用の水や給水車による水が利用可能であるほか、雨水、井戸水、河川水等の自然淡水も利用可能です。一方、海水や濁水、毒物や劇物が含まれている可能性がある水は使用できません。

体や髪に付いた水がふきとられる水量や、汚れが濃縮し排水タンクに貯蓄される水量を考慮し、定期的に水を補充していく必要があります。また、フィルターの種類に応じて約50～200回の使用ごとに交換が必要です。

なお、使用した水を処理して再利用する製品によって浄化された水は、公衆浴場の水質基準に準拠した水質を保つことができるものもあります。

関連情報

人口減少社会の持続可能な水インフラ維持に向けて

小規模分散型水循環システムは持ち運びが容易で、上下水道がない場所でも電気があれば清潔な水が利用できるため、災害時だけでなく平時にも活用されています。水循環型シャワーは、スポーツ大会、お祭り等のイベント、キャンプ場等で、水循環型手洗いスタンドは飲食店、ショッピングセンター等で利用されています。

この小規模分散型水循環システムを発展させた新たな水循環システムを住宅単位に導入し、生活に必要な水すべてを再生循環利用するための実証が、人口減少が進む中山間地域や、安定的な水の確保が難しい島しょ地域（p. 2-54）のいくつかの自治体で始まっています。

人口減少により将来的に給水人口が減る一方、水道管路の老朽化や耐震化による設備投資の増加により、水道事業を運営する自治体や受益者である住民の負担が増加していくと試算されています●。小規模分散型の水循環システムは災害時の自立に有用であるだけでなく、こうした地域の社会課題の解決策にもなりえます。

大規模集中型とともに、小規模分散型をバランスよく組み合わせることが、人口変動や地形等の地域特性に応じた災害時のライフライン対策として有効であると考えられます。



小規模分散型水循環システムイメージ（図の提供 WOTA株式会社）



農村地域

漁村地域

都市地域

ドローンによる物流の維持

適応アクションの目的・概要等

令和2年7月豪雨（p. 2-12）では、被害状況の把握、調査、捜索等のために災害発生直後から多くのドローンが用いられ、その有用性が確認されました。前項【D-2】でドローンを用いた通信の確保について着目しましたが、ここではドローンの輸送機能について着目します。災害による孤立発生時には必要物資の速やかな供給が求められますが、の中には医薬品等が必要となる場合もあります。被害状況の確認に加え、物資の輸送にドローンを活用することにより、災害時の自立が可能となることが期待されます。

「空の産業革命」とも例えられるドローンを取り巻く状況は着実に進化しています。2021年6月には「ドローンによる医薬品配送に関するガイドライン（内閣官房・厚生労働省・国土交通省）¹⁶⁵」が、2022年3月には「ドローンを活用した荷物等配送に関するガイドラインVer. 3.0（国土交通省）¹⁶⁶」がそれぞれ発表され、制度面での準備が進んでいます。

また技術面では100kg以上の積載が可能な大型ドローンの開発が進んでおり、2025年の大阪・関西万博では、ドローンの技術を用いた「空飛ぶクルマ（eVTOL）」の実用化が計画されています¹⁶⁷。気候変動が進む将来、災害時の救命医療、被災地支援への応用も期待されます。



隅田川を飛行するドローン



医薬品受け取りの様子

東京都内で行われている医薬品配送実証実験の様子

（株式会社ウェザーニューズウェブサイトより¹⁶⁸）

自助

個人で行う適応アクション

- ドローン物流による物資を受け取ることができる平時からの体制の整備

等

共助

地域や企業などが行う適応アクション

- 医療関係者、小売事業者、配送事業者、ドローン事業者等、地域における合意形成
- 地域における「ラストワンマイル」の整備、構築
- 地区防災計画等における仕組みづくり

等

公助

行政が行う適応アクション

- ドローン事業者等との災害協定の締結、環境整備、関係各所との十分な訓練
- 地域防災計画等、災害時における運用手順の確立

等

導入の状況

開発中

実証中

導入中

普及中

実証事例

令和元年東日本台風（p. 2-12）では、都市地域における高層マンションの停電によるエレベーターの停止等が大きな問題となりました。千葉市では都市部でのドローン宅配の実現に向けた取組の一環として、2021年12月に大規模災害により地上の物流網が途絶された事態を想定し、マンション居住者がスマホで注文した医薬品や非常食等を、高層マンションの屋上に配達する実証実験を行いました¹⁶⁹。



マンション上空にドローンが到着する様子
(千葉市資料より¹⁶⁹)

またこの台風の際、東京都奥多摩地域では道路の崩落により交通が途絶し、集落の孤立が発生しました（p. 2-21）。この災害から東京都は2022年3月、ドローン事業者と「災害時における無人航空機を活用した物資の輸送等に関する協定」を締結し¹⁷⁰、災害時の孤立に備えています。

導入のポイント

現状と課題

撮影用や農業用等のドローンは増えてきている一方、操作ミス等による事故も発生しています¹⁷¹。物流用ドローンの本格的な導入には課題も多く、特に人口や建物等が多い都市地域でのすぐの導入は難しい部分もありますが、航空法の改正により2022年6月から100g以上のドローンは登録が義務化される¹⁷²など、制度面での環境整備も進みつつあります。気候変動が進む将来に向け、十分に社会から受け入れられるためには、さらなる技術面の進歩や制度面の整備が必要です。

導入コスト

用途や性能に応じてさまざまなドローンが製品化されており、物資の運搬用のものは数十万～数百万円程度です。自治体の消防部局に災害時の情報収集や調査用のドローンが導入される例が増加していますが、まだ多くはありません。操縦者の養成も必要となることから、ドローン事業者と応援協定を結び、災害時の孤立に備える自治体もあります。

関連情報

佐川急便株式会社による取組

2023年1月、佐川急便株式会社は他事業者と協働し、東京都が実施する「ドローン物流サービス社会実装促進事業」において、東京都青梅市の山間地域におけるドローン配送プロジェクトを開始しました。

本プロジェクトでは、約1.8kmの二俣尾ルートと約2.5kmの災害時対応検証ルートにおけるドローン配送が実施されました。災害時対応検証ルートでの配送実験では、災害による道路等断絶時を想定し、約2.5kmの距離を1日最大3往復する救援物資輸送の実証が実施されました。

2024年3月には、ドローンレベル3.5飛行による宅配便配送が実施されています。レベル3.5飛行とは、デジタル技術の活用等によって補助者や看板の配置による立入管理措置を撤廃するほか、道路や鉄道などの横断を伴う飛行を容易とするものです。

実際にドローン配送を受けた地域住民向けのアンケートでは、今後もドローン配送を利用したいと回答した方の割合は96%と高水準となりました。



ドローンの飛行ルート図
(写真の提供 佐川急便株式会社)



東京都の実証に用いられているドローン
(写真の提供 佐川急便株式会社)

第 5 章 適 応 策 の 実 装 に 向 け て

第3章で具体的な適応アクションの事例に触れ、第4章でいくつかのモデル自治体に検討にご参加いただき、自治体において適応策を実装するまでのポイントをまとめました。本章では適応アクションの効果や費用に焦点をあて、より地域の実情に即した視点で適応アクション導入に向けた検討を行い、実践編としました。関係各所と連携しながら、静岡県伊豆市旧土肥町に試行事業のモデル地区としてご協力いただき、実際に適応アクションを導入するための検討を行う「災害時孤立対策ビジョン」を作成しました。

5.1 試行事業の概要

災害に起きた際、指定避難所や救護病院などの避難者の受け入れ施設では、電気や熱・ガス、水道などのライフラインを維持し、避難者を受け入れる体制を構築することが望まれます。では、こうした施設に対して、第3章で紹介した適応アクションを導入することは有効なのでしょうか。

やみくもに適応アクションを導入しても、ライフライン維持に向けた効果がうまく発揮されなかったり、想定以上の費用がかかったりすることが懸念されます。そのため、適応アクションを実装していくためには、その効果や費用について考慮することが重要です。また、周囲の状況に応じて導入適性が変化する適応アクションがあり、周囲の地域産業や地域資源とシナジーのあるもの、特定の条件下で効果を発揮するものなどがあります。そのため、適応アクションの導入に向けては地域との親和性などを考慮することも重要です。

こうした背景を踏まえ、静岡県伊豆市をモデル自治体として、将来の気候変動影響を考慮した適応アクションの導入可能性を検討する「災害時孤立対策ビジョン」を作成しました（図5.1）。本章では、対象地域のデータ収集を踏まえて作成した災害時孤立対策ビジョンの内容に加え、自治体による災害時孤立対策ビジョンの作成に向けた課題・対策を一般化した内容を整理します。

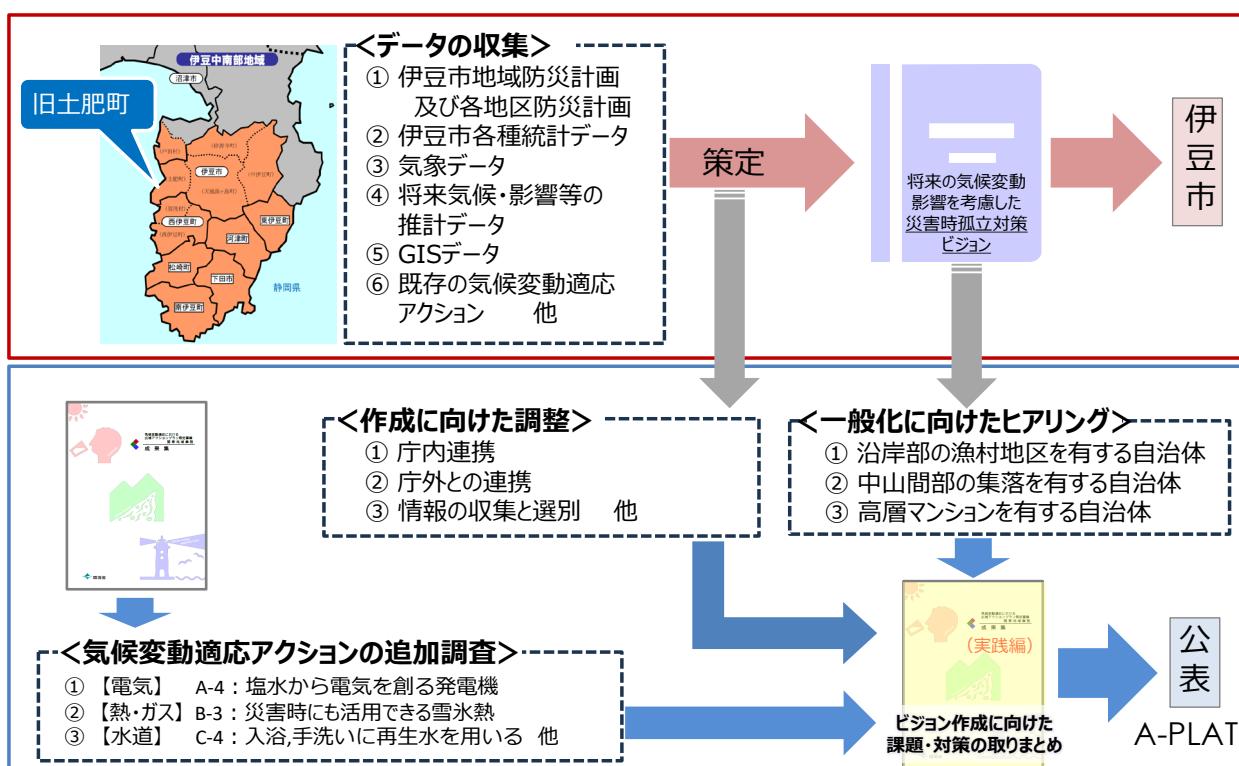
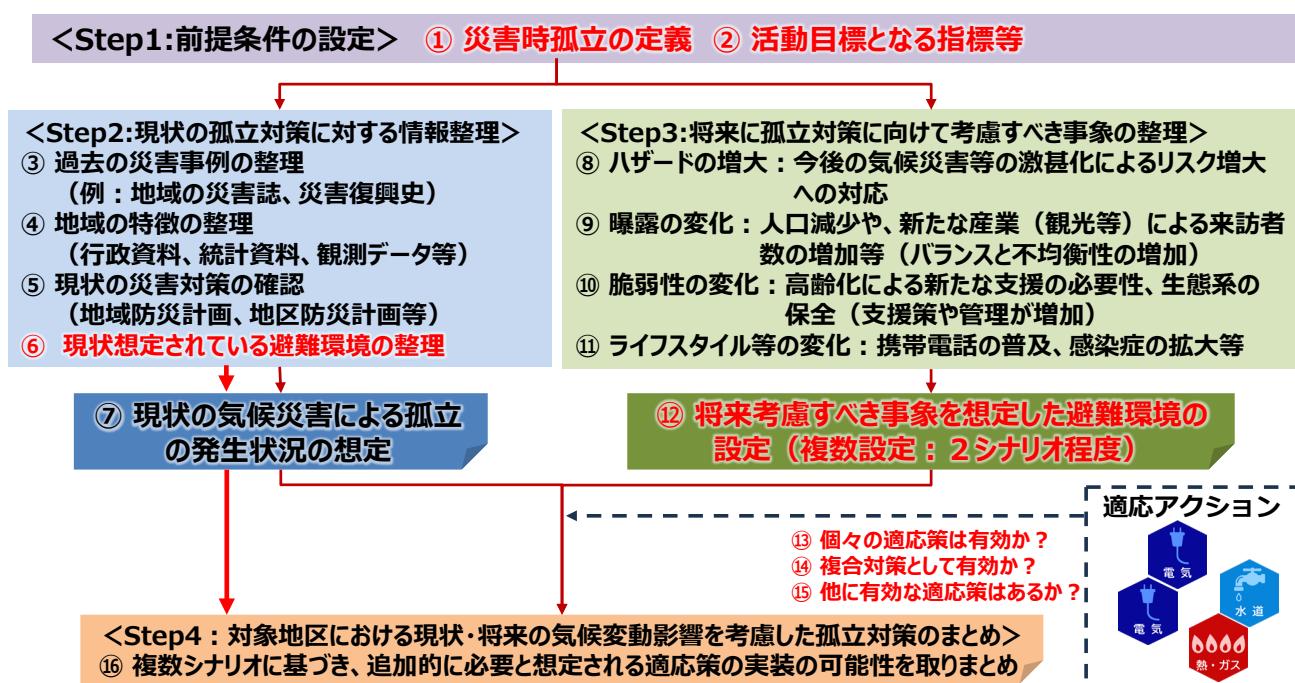


図5.1 静岡県伊豆市をモデル自治体とした災害時孤立対策ビジョンの扱い

災害時孤立対策ビジョンの特徴

災害時孤立対策ビジョンは、地域における気候変動影響を考慮した適応アクションの導入可能性を検討することを目的としています。具体的には、避難施設における適応アクションのライフライン維持の効果や費用を定量的に算出するとともに、定性的な観点からも導入可能性について検討するものです。

災害時孤立対策ビジョンの検討フローを図5.2に示します。まず、Step1で対象とする災害や、検討を行う上で必要な指標の設定を行います。次に、Step2で対象地域の地理的特性や現状の災害対策、被災の歴史に関する情報を整理し、Step3では地区における将来の気候、人口、高齢化に関する情報を整理します。こうした情報を踏まえ、Step4では、複数の適応アクションを組み合わせた適応アクションメニューを避難施設に導入した際の有効性について検討を進めています。同時に、定量的な効果の把握が困難な適応アクションの導入可能性や、自治体の持つ避難施設以外での適応アクションの導入可能性についても定性的に検討を行っています。なお、伊豆市をモデル自治体とした災害時孤立対策ビジョンは、Step1～Step4全体で約100ページの資料となっていますが、以降では、ポイントを絞って概要を示します。



前提条件の設定

災害時孤立対策ビジョンでは、気候変動における影響を主眼において検討を進めるため、風水害、高潮・高波、土石流、地すべり、がけ崩れに対する適応アクションの導入を想定しています。また、時間軸や平時の活用について考慮しつつ、第3章で紹介したライフラインの種類ごとに導入可能性の検討を進めました（表5.1）。適応アクションの効果の算出に向けては、避難施設の電気や熱・ガス、水道の「需要」に対して、適応アクションが果たせる「供給」の役割について検討します。検討に際して、現状の実態として既に対策済みの「供給」能力を考慮した上で、将来シナリオ等における「需要」に対する適応アクションの効果を算出します（図5.3）。

表 5.1 想定する気候災害と着目するライフラインの種類、期間

Step1 Step2 Step3 Step4 ➤ ①災害時孤立の定義 ②

	「伊豆市地域防災計画」における災害	本試行で想定する気候災害
①	地震・津波	
②	原子力災害	
③	風水害	●
④	高潮・高波	●
⑤	土石流、地すべり、がけ崩れ	●
⑥	火山噴火	
⑦	火災・爆発	
⑧	事故	
⑨	複合災害、連続火災	
⑩	雪害	

ライフライン等	気候災害により想定される影響
電気	地域全体停電／部分停電
ガス・熱	プロパンガスの供給途絶／温泉湯の供給途絶
水道	地域全体断水／部分断水
情報通信	インターネットの不通
医療等	診療
廃棄物・トイレ	災害廃棄物、トイレの確保
その他	既存施設の防災機能の強化
期間・時期	活用
災害前	平時活用
発災当日	緊急避難的活用
避難期間	2~3日
	1週間
	1か月
	半年等
復旧後	撤去または平時活用

Step1 Step2 Step3 Step4 ➤ ① ②活動目標となる指標

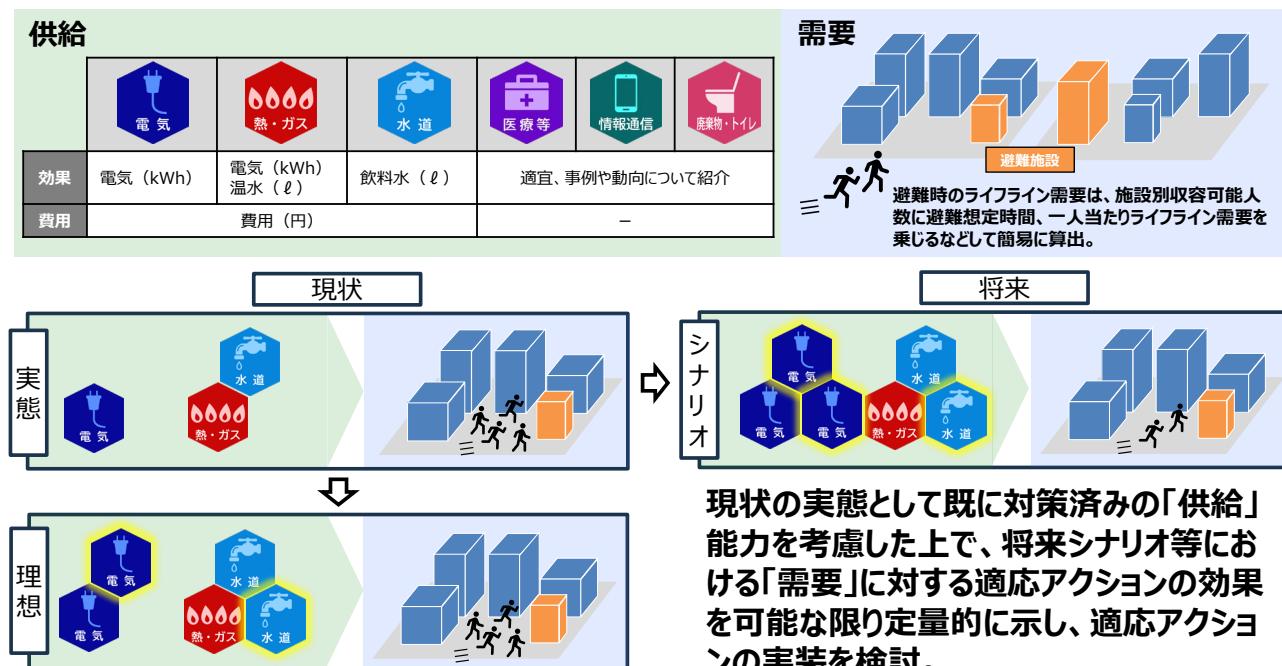


図 5.3 適応アクションの効果検討に向けた考え方と検討に用いる指標

地域の特徴と避難施設

試行事業の対象地である伊豆市旧土肥町は、伊豆半島の中西部、駿河湾に面する漁村です。小土肥地区、土肥地区、八木沢地区、小下田地区の4つの地区を持ち、温泉などの観光業が盛んです。一方で、昭和40年から令和2年にかけて人口は6割減少し、高齢化も進んでいます。

図5.4の通り、地理的な側面から見ると、大きな川沿いに建物用地（オレンジ色）が集中しており、そのほとんどが土砂災害警戒区域（薄い黄色）となっています。また、8月から10月にかけては台風、11月下旬から3月にかけては海上を吹き抜ける西風のため、高潮・高波が発生することがあります。このような地域特性を踏まえ、自宅のライフライン機能が停止した住民の受け皿として避難施設の整備が重要であると考えられます。そこで、今回の試行事業では、旧土肥町に位置する「小土肥生活改善センター」「旧土肥小学校」「土肥小中一貫校」「丸山スポーツ公園（管理棟）」「小下田ふるさとセンター」の5つの市が管理する指定避難所に着目して適応アクションの導入可能性について検討を進めました。

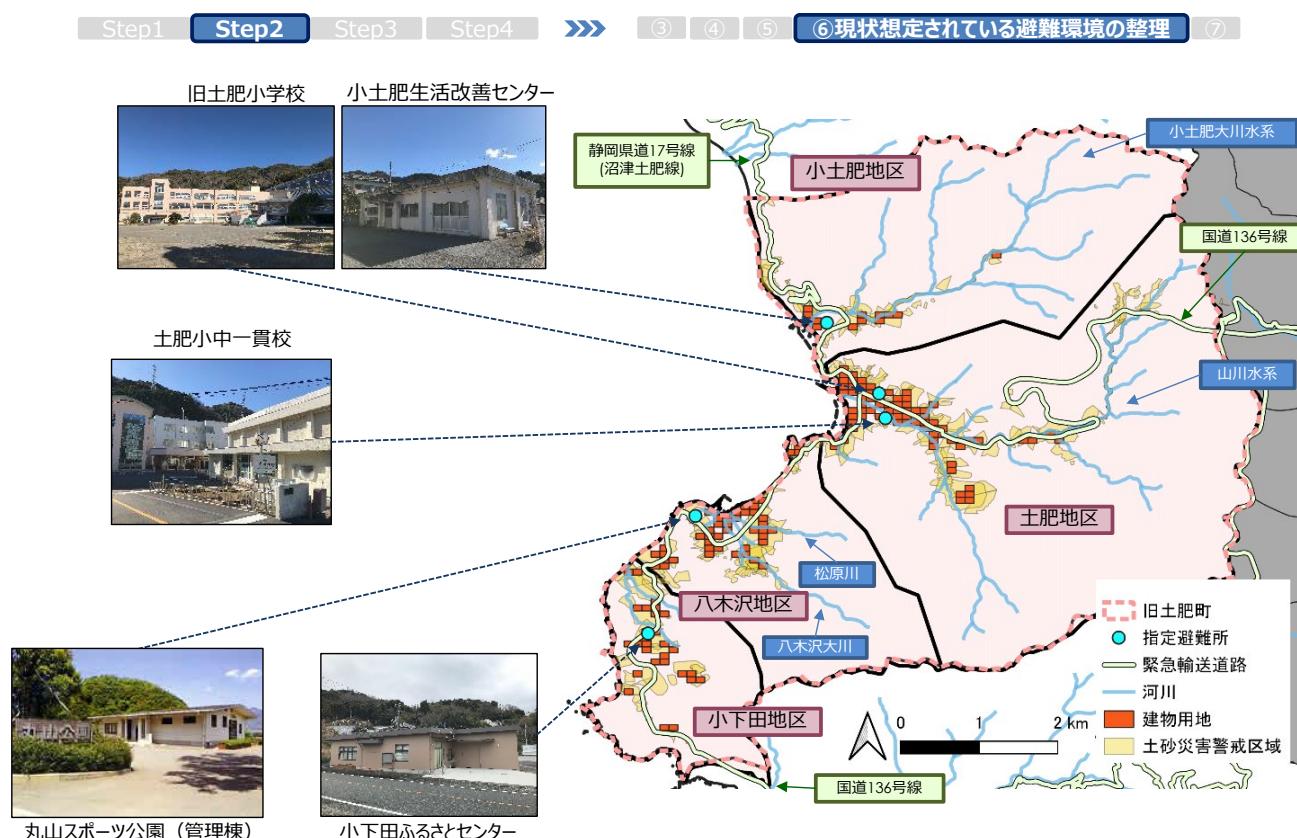


図5.4 旧土肥町における試行事業にあたり着目した指定避難所

（写真提供 関東地方環境事務所）

旧土肥町の指定避難所における将来シナリオ等の設定

定量的な適応アクションの効果の検討にあたり、電気、熱・ガス、水道の3種類のライフラインに着目しました。これらのライフラインに関する適応アクションの効果を算出する上では、主に避難施設においてライフラインを担保すべき日数と想定避難人数の値を用いました。

ライフラインを担保すべき日数はシナリオ別に設定しました。まず、【現状の実態】として既に整備済みの設備によって担保できるライフライン日数を明らかにしました。次に、【現状の理想】【将来シナリオ①】【将来シナリオ②】として担保すべきライフライン日数を設定しました。その後、【現状の理想】【将来シナリオ①】【将来シナリオ②】において担保すべきライフライン日数から【現状の実態】において既に担保できているライフライン日数を差し引くことで、適応アクションによってライフラインを担保すべき日数をシナリオごとに明らかにしました。

こうした値の設定に向けては、自治体へのヒアリング調査や地域防災計画などの文献調査を実施しました。また、将来シナリオでは、降水量増加などのハザードの激甚化、高齢化の進行などの脆弱性の変化、人口減少などの曝露の変化を考慮し、担保すべきライフライン日数の増加と想定避難人数の減少を想定しました。

図5.5では、【現状の実態】に対するシナリオごとに担保すべきライフライン日数と想定避難人数を3つの表に整理しています。こうした前提の基、避難施設ごとの「需要」と適応アクションによる「供給」について検討していきます。

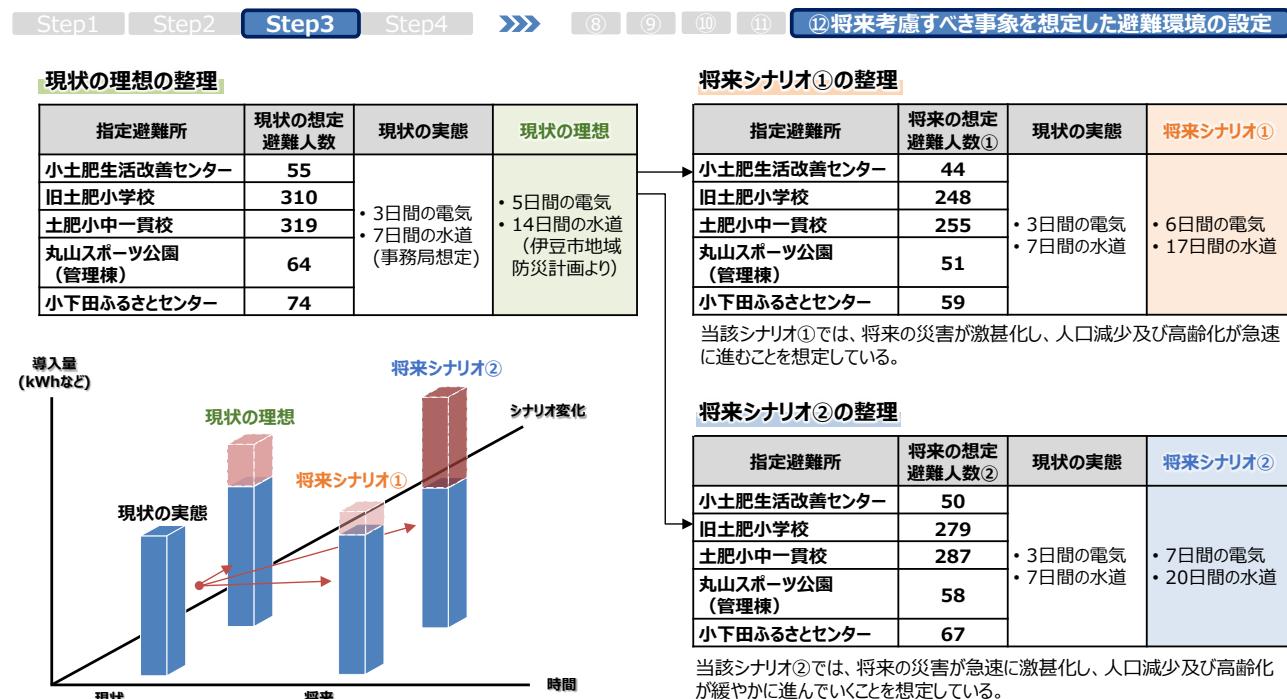


図5.5 旧土肥町の指定避難所における将来シナリオの想定

「需要」と「供給」のバランスを考慮した検討に向けて

需要

各避難施設の需要量は避難人数や担保すべきライフライン日数に応じて変化しますが、これらの値を電気や熱・ガス、水道の量に変換するための原単位設定が必要です。図5.6は、今回の試行事業で用いた避難施設の特徴に応じた需要量に関する原単位を示しています。

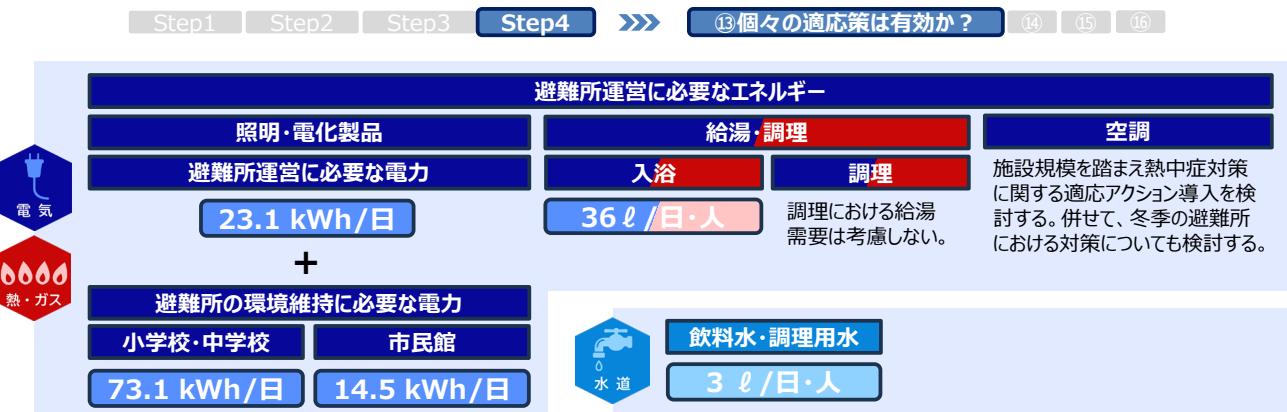


図5.6 指定避難所におけるライフガイド需要量に関する原単位の例

供給

適応アクションにはそれぞれ導入適性があります。たとえば、電力途絶時、水道途絶時にできるもの、周囲の状況に応じて効果が高まるものなどがあります（表5.2）。こうした特徴を踏まえて複数の適応アクションを組成し、各避難施設に導入を検討する際の「適応アクションメニュー」について検討することは、適応アクションのコバネフィットを高める、あるいはトレードオフを回避するために有効であると考えられます。今回の試行事業では、5つの適応アクションを組み合わせ、指定避難所への導入を検討しました（表5.3）。

表5.2 適応アクションの導入適性

適応アクション番号	適応アクションのテーマ	電力途絶時	水道途絶時	導入適性
A-1	次世代自動車による電力供給	○	○	周囲に公用車配備が可能
A-2	地域マイクログリッド	○	○	有識者等へのヒアリングにて検討
A-3	ZEHIによる減災×省エネ	○	○	普段から一定以上の電力需要がある
A-4	塩水から電気を創る発電機	○	△	－
適応アクション番号	適応アクションのテーマ	電力途絶時	水道途絶時	導入適性
B-1	森林資源の活用	○	○	周囲に森林がある（農村）
B-2	コジェネによる熱の確保	○	×	給湯需要（シャワー設備）がある
B-3	災害時にも活用できる雪氷熱	○	○	降雪量が多い（農村）
適応アクション番号	適応アクションのテーマ	電力途絶時	水道途絶時	導入適性
C-1,2	雨水・井戸水の活用	○	○	－
C-3	空気から水を創る空気製水器	×	○	－
C-4	入浴・手洗いに再生水を用いる	×	○	シャワー設備がない

表5.3 適応アクションメニューの組成

適応アクションメニュー	適応アクション番号	ライフガイド途絶状況想定	導入想定施設	避難施設
メニュー1	A-1	電力	×	旧土肥小学校
	A-3	水道	○	
メニュー2	A-1	電力	×	土肥小中一貫校
	A-3	水道	○	
メニュー3	B-2	電力	○	丸山スポーツ公園（管理棟）
	C-3	水道	×	
メニュー4	C-3	電力	○	小下田ふるさとセンター
	A-4	水道	×	
				小土肥生活改善センター

適応アクションの導入による効果

各指定避難所の「需要」に対する適応アクションの「供給」の効果を表5.4に示します。表の青いバーで示す割合は、担保すべきライフラインの「需要」が、適応アクションによってどの程度「供給」されたか示しており、100%を超えている場合は全ての「需要」を適応アクションによって賄うことができることを意味します。費用については、適応アクションの導入に向けた初期費用を参考に示しています。

結果をみると、おおよそ適応アクションごとに導入に係る参考費用に応じた効果が得られることがわかります。また、今回は各メニューにおいて導入する各適応アクションの導入数の検討は行っていないため（1適応アクションを1単位のみの導入で試算）、小土肥生活センターや土肥小中一貫校では、電気や熱の需要が十分に満たせない結果がみられます。こうした施設については、導入する適応アクションの台数を増やす、適応アクションの組み合わせを再検討する、あるいは他の施策と組み合わせる等の追加対策が望まれます。

表5.4 適応アクションの導入による効果と参考費用

Step1 Step2 Step3 Step4 >>> ⑬ ⑭複合対策として有効か？ ⑮ ⑯

【効果】電気_適応アクション合計 (kWh)				【費用】電気_適応アクション合計 (千円)			
指定避難所	現状の理想	将来シナリオ①	将来シナリオ②	指定避難所	現状の理想	将来シナリオ①	将来シナリオ②
小土肥生活センター	9%	9%	9%	小土肥生活センター	707	743	779
旧土肥小学校	96%	91%	88%	旧土肥小学校	6,950	6,950	6,950
土肥小中一貫校	111%	103%	102%	土肥小中一貫校	7,074	7,074	7,074
丸山スポーツ公園（管理棟）				丸山スポーツ公園（管理棟）			
小下田ふるさとセンター				小下田ふるさとセンター			
【効果】熱_コジェネによる熱の確保 (kWh)				【費用】熱_コジェネによる熱の確保 (千円)			
指定避難所	現状の理想	将来シナリオ①	将来シナリオ②	指定避難所	現状の理想	将来シナリオ①	将来シナリオ②
小土肥生活センター				小土肥生活センター			
旧土肥小学校				旧土肥小学校			
土肥小中一貫校	18%	18%	18%	土肥小中一貫校	1,889	1,889	1,889
丸山スポーツ公園（管理棟）				丸山スポーツ公園（管理棟）			
小下田ふるさとセンター				小下田ふるさとセンター			
【効果】水道_空気から水を創る空気製水器 (ℓ)				【費用】水道_空気から水を創る空気製水器 (千円)			
指定避難所	現状の理想	将来シナリオ①	将来シナリオ②	指定避難所	現状の理想	将来シナリオ①	将来シナリオ②
小土肥生活センター	121%	152%	133%	小土肥生活センター	5,500	5,500	5,500
旧土肥小学校				旧土肥小学校			
土肥小中一貫校				土肥小中一貫校			
丸山スポーツ公園（管理棟）	104%	131%	115%	丸山スポーツ公園（管理棟）	5,500	5,500	5,500
小下田ふるさとセンター	90%	113%	100%	小下田ふるさとセンター	5,500	5,500	5,500

地域の旅館・ホテルとの連携

災害時に住民が避難する場所は指定避難所に限りません。伊豆市では、地元の旅館組合と防災協定を締結し、特定の条件下で旅館・ホテルに避難者を宿泊させる仕組みを構築しています。防災協定等の内容にもありますが、風水害など災害発生までにある程度の時間があることが多い（リードタイムのある）災害では、旅館・ホテルに来るはずだった観光客の分の収容スペースを地域内の災害弱者に開放することなどが考えられます。そのため、旅館・ホテルにおいて適応アクションの導入を検討することも有効な手段となる可能性があります。一方、制度上の課題や物理的な制約などもあるため、実際に適応アクションを導入する際にには、適応アクションの特徴と施設の特徴をそれぞれ把握しておくことが重要です。

Step1

Step2

Step3

Step4

>>>

⑬

⑭

⑮他に有効な適応策はあるか？

⑯

	「伊豆市地域防災計画」における災害	本試行で想定する気候災害	予測は困難であり、場合によっては域内に留まることになる	リードタイムのない災害（地変災害：地震津波、火山噴火等）
① 地震・津波		・突然の発災（被災） ・命を守ることを優先しつつ、避難を実施 ・住民は、自宅避難、避難所避難 ・観光客等は域内の避難所等（旅館、ホテル等含む）に避難（防災協定等による） ・旅館、ホテル等の従業員も被災者であるが、従業員等がホテル内にとどまる場合には、サービスの低下はあまりない（旅館、ホテル等が避難所になる場合もある） ・孤立の際には、物資在庫、インフラ供給に問題なければ、サービスの低下も少なく避難できる		
② 原子力災害				
⑥ 火山噴火				
⑦ 火災・爆発				
⑧ 事故				
⑨ 複合災害、連続火災				
③ 風水害	●	リードタイムのある災害（気象・気候災害：風水害、土砂災害等） ・災害発生までにある程度の時間があることが多い ・住民は、在宅避難、避難所避難、避難までにある程度の時間を得ることができる ・観光客は、被災前に域外に避難（帰宅等）することが推奨される（防災協定等による） ・観光客が域外避難した代わりに、高齢者をはじめとする災害弱者をあらかじめ一斉避難することも想定される（防災協定等による） ・この時、旅館、ホテル等の従業員も避難することになり、旅館、ホテル等のサービスは低下する ・孤立の際には、物資の在庫、インフラ供給に問題なくともサービスの低下は免れず、避難者の協力が重要になってくる。		
④ 高潮・高波	●			
⑤ 土石流、地すべり、がけ崩れ	●			
⑩ 雪害		③-⑤と同様		

■能登地震で被災したホテル（従業員は避難済み）


■ゴミはセルフで分別（ロビー横の分別ごみ箱）


■食事は外部で弁当購入（ロビー横の電子レンジ）


■洗濯は各自で洗濯（ロビー横の洗濯機）


■入浴は時間入替制（使用できない場合もあり）


図5.7 地域の温泉旅館・ホテルと連携した避難の検討（ソフト対応）

(写真提供 関東地方環境事務所)

Step1

Step2

Step3

Step4

>>>

⑬

⑭

⑮他に有効な適応策はあるか？

⑯

旅館・ホテル		ハード対応検討課題		適応アクションの導入条件		行政が行う適応アクションの例	
電 気	予備電源容量	電気	A-1 次世代自動車による電力供給	急速充電設備や充放電設備など、電力利用環境の整備が必要	公用車の次世代自動車への置き換え		
	屋根の形状		A-2 地域マイクログリッド	再エネと蓄電池の双方の配備、事業性の確保、関係者との調整などが必要	関係者の合意形成、災害時対応訓練		
	駐車場面積		A-3 ZEHによる減災×省エネ	コストが高い	公共施設の省エネ化及び災害時対応化		
	送迎車のEV化		A-4 塩水から電気を創る発電機	コストが高い	公共施設や避難所等へのマグネシウム空気電池を用いた発電機の用意		
熱・ガス	熱源としての価値	熱・ガス	B-1 森林資源の活用	森林やサイロが必要、木材管理が必要	里山地域の維持活動による自然環境保全		
	導入設備費の課題		B-2 コジェネによる熱の確保	給湯需要（シャワーなど）に近いこと	コジェネへの助成		
水 道	利用目的別の利用料	水道	B-3 災害時にも活用できる雪氷熱	雪が多く降る地域である必要性がある	雪冷房施設の普及啓発、補助		
	需給バランス		C-1,2 雨水・井戸水の活用	井戸掘削などにおける法の遵守が必要	避難施設への雨水貯留タンクの整備、「災害時協力井戸」等の登録、情報公開		
	水質の課題		C-3 空気から水を創る空気製水器	蓄電池と併せた整備が望ましいため、コストが高くなる懸念がある。	公共施設への空気から水を創る空気製水機の導入や、平時からの啓発		
情報通信	平時利用のニーズ	情報通信	C-4 入浴、手洗いに再生水を用いる	電力・燃料の確保が必要	ガイドラインにおける生活用水対策の標準化		
	導入設備費の課題		D-1 シェアリングで災害時もつながる	スマホを持たない高齢者などの対応	シェアリングサービス事業者との災害協定締結		
医 療	平時のニーズと目的	医療	D-2 ドローンや船舶を活用した通信の確保	技術や制度に関する課題	通信事業者との災害協定締結		
トイ レ	平時のニーズと目的	トイ レ	E-1 ドローンによる物流の維持	ドローン操縦者の育成など	ドローン事業者等との災害協定の締結、環境整備、関係各所との十分な訓練		
	受援品の確保と管理		E-2 オンライン診療の災害時活用	通信環境や医療関係者との連携が必要	地域へのオンライン診療		
			F-1 災害廃棄物への事前の備え	仮置場の確保、関係者との連携が必要	研修や図上訓練等、平時からの運用の確認		
			F-2 災害時のトイレ確保	定員、避難期間や防犯対策などをふまえた設置計画の整備が必要	避難所への各種災害用トイレの十分な準備		

図5.8 地域の温泉旅館・ホテルと連携した避難の検討（ハード対応）

5.2 実装のポイント

「災害時孤立対策ビジョン」のような適応アクションの導入可能性を検討する試みにより、導入効果や費用があらかじめ把握できることは、自治体にとって有益であると考えられます。一方で、こうした試みを実際に行おうとすると、様々な課題が浮き彫りになってきます。そこで、「災害時孤立対策ビジョン」に関するアンケート調査およびヒアリング調査を実施し、実装に向けた課題や対策の一般化を図りました。

災害時孤立対策ビジョンの作成に向けた課題と対策の一般化

p.2-87 (調整中) の通り、適応策の実施に向けて現場担当者が感じる課題として「気候変動や対策」「マンパワー」「予算」「府内外の連携」などに関連するものがあります。「マンパワー」「予算」については、「災害時孤立対策ビジョン」の作成に限らず、ほとんどの施策の実施にあたって障壁となるものです。「災害時孤立対策ビジョン」の作成に向けては、特に「気候変動や対策に係る専門知識」が必要なパートや、「府内外の連携」が必要となるパートがどこであるか明確ではありません。

これを踏まえ、p.2-83 (調整中) の検討にあたりご協力いただいた群馬県上野村（中山間地域の農村地域）、千葉県いすみ市（沿岸地域の漁村地域）に対してアンケート調査を実施しました。表 5.5 では、「災害時孤立対策ビジョン」の作成にあたり、府内外の連携が必要となる内容に関するアンケート調査結果を整理しています。

表 5.5 「災害時孤立対策ビジョン」の作成に向けた府内外の連携に関するアンケート調査結果

STEP	項目	具体的な作業イメージ	府内外の連携		
			担当部署で対応可能	府内連携で対応可能	外部機関の協力が必要
2	③過去の災害事例の整理	都道府県や対象地域における過去の災害事例(台風や地すべりなど)に関する情報収集		○	
	④地域の特徴の整理(都道府県の現状の気候・気象)	都道府県における現状の気候・気象(気温、降水量など)に関する情報収集			○
	④地域の特徴の整理(対象地域の現状)	対象地域における現状の地形や土地利用、人口動態、【電気】【熱・ガス】【水道】に関する情報収集(水道整備状況や再エネポテンシャルなど)		○	○
	⑤現状の孤立対策の確認	地域防災計画等を踏まえた孤立対策(ライフライン途絶対策)の現状と目標の確認	○	○	
	⑥現状想定されている避難環境の整理 ⑦現状の気候災害による孤立の発生状況の想定	対象地域内の福祉避難所、応急救護所、指定避難所における現状のライフライン対策の確認	○	○	
3	⑧ハザードの増大	都道府県における将来の気候・気象(気温、降水量など)に関する情報収集			○
	⑨暴露の変化 ⑩脆弱性の変化 ⑪ライフスタイル等の変化	対象地域における将来の人口動態に関する情報収集、感染症拡大防止に向けた避難施設の運営に関する情報収集		○	○
	⑫将来考慮すべき事象を想定した避難環境の設定	災害時の避難人数の想定、ライフライン途絶日数に関する将来シナリオの設定	○	○	
4	⑬個々の適応策は有効か？(需要)	災害時のライフラインに関する【電気】【熱・ガス】【水道】の需要に関する情報収集		○	○
	⑭個々の適応策は有効か？(効果や費用)	導入する適応策の選択、適応策の効果や費用に関する情報整理		○	
	⑮複合対策として有効か？	避難施設や適応策の特徴を踏まえた適応策の組み合わせの検討、適応策の効果や費用に関する試算		○	
	⑯他に有効な適応策はあるか？(地域全体)	施設単体でなく地域全体で取り組む適応策の導入に向けたポイントの整理、これまでに整理した情報を踏まえた適応策の導入可能性の検討		○	○
	⑰他に有効な適応策はあるか？(旅館・ホテル)	災害時に連携可能な旅館・ホテルの把握	○	○	

アンケート調査結果を踏まえると、1. 気候・気象（気温、降水量など）の情報収集、2. 地域の地理的情報やインフラ整備状況、人口動態に関する情報収集、3. ライフラインの需要についての情報収集、4. 地域全体で取り組む適応策の導入に向けたポイントの整理と定性的な導入可能性の検討 の大きく4つの作業について、特に外部機関への協力が必要とされていることがわかります。これらに、5. 地域で取り組む避難所等への適応策の導入に向けたポイントの整理と導入可能性の検討 の観点を加え、アンケート調査や有識者からのご意見を踏まえて整理した課題や課題解決に向けた対策を整理しました。

1. 気候・気象（気温、降水量など）の情報収集

- ▶ 対象地域の過去の気候・気象情報を調査することが難しい。
- ▶ 気象庁等の協力がなければ実施が難しい。
- ▶ 現在と将来の双方で情報を収集することが困難。

都道府県単位の気候情報など公開情報を活用する



- ▶ 細かな範囲での気候・気象情報の入手は困難。
- ▶ 都県の地域適応計画等に掲載されている気候・気象情報や気象庁HP、気候変動適応情報プラットフォーム（A-PLAT）における公開情報を参照し、都道府県単位の情報を入手することが効率的。

2. 地域の地理的情報やインフラ整備状況、人口動態に関する情報収集

- ▶ どういった情報を整理していくかわからない。
- ▶ 専門的な知識が乏しく対応が難しい。
- ▶ 収集すべき情報の範囲が広く、様々な課との連携が必要となる。

地域防災計画、国土強靭化地域計画などを参照する



- ▶ 地域防災計画などには地域の地理的な特徴や避難施設におけるインフラの整備状況について記載されていることが多い、参照すると効率的。
- ▶ 人口動態は総務省統計局、再エネポテンシャルは再生可能エネルギー情報提供システム（REPOS）などの公開情報を参照すると効率的。

3. ライフラインの需要についての情報収集

- ▶ 対象とする施設によって、府内外での連携が必要となる。たとえば、高齢者に関する施設での検討を行う上では、社会福祉協議会との連携が必要。
- ▶ データの収集や設定方法がわからない。

まずは着目するライフラインを設定、必要なデータを検討する



- ▶ 具体的な計算方法の設定に向けては、府内外の関係者と連携することで専門的な視点からの設定が期待できる。
- ▶ 各避難施設において着目するライフラインや使途を具体化させることで、協力が得やすくなる。

4. 地域全体で取り組む適応策の導入に向けたポイントの整理と定性的な導入可能性の検討

- ▶ どういった適応策を地域に導入できるかわからない。
- ▶ 適応アクションの導入に向けた検討のポイントがわからない。

気候変動適応における広域アクションプラン等を参照する



- ▶ 本書 第3章では、ライフラインの種類に応じた適応アクションの具体と導入に向けたポイントを整理しており、参照すると効率的。
- ▶ 気候変動適応情報プラットフォーム（A-PLAT）では、気候災害に対する事業者の災害対策を紹介しているため、参照すると効率的。

5. 地域で取り組む避難所等への適応策の導入に向けたポイントの整理と導入可能性の検討

- ▶ 将来に向けた対策が主であることから、（優先度を含めた）府内合意・府内連携や予算の当面の確保は厳しいことが考えられる。
- ▶ 自治体の短期的な災害対策と中・長期的な気候変動リスク対策に対する時間軸のズレがあり、喫緊の対策の優先度から具体化は厳しい。
- ▶ 現状の適応策のコストは低くなく自治体が個々の施設に導入するには、費用対効果と平時の活用が課題である。

将来の街づくりと事前復興の考え方の導入



- ▶ 全ての避難所に導入するのではなく、災害時孤立のリスクの高い避難所に体制優先的に検討をする。その際に、平時の利用も十分考慮する。
- ▶ 避難所指定の施設のうち、古い施設の更新などの際に、将来のリスクや社会状況（人口減少や高齢化等）を考慮した更新を検討する（現状のままのロックインを懸念）。
- ▶ 喫緊の災害対策は重要である。一方、住民や通勤・通学者、観光客なども含めた災害に強い地区（観光地）等の安心安全なまちづくりや地域振興等の検討も重要である。
- ▶ レジリエンスの強化だけでなくカーボンニュートラル効果も併せて検討していく。

マンションを避難先とした適応アクションの導入検討

ここまで、伊豆市旧土肥町を検討の場とした「災害時孤立対策ビジョン」の作成を通じて、公的施設の避難所、さらには、連携協定を締結したホテル・旅館を対象に検討してきました。一方、近年において都市部を中心として、高層マンションをはじめとする構造上安全なマンション等を避難先とする取組も始まっており、これらを避難先として想定した場合の気候変動適応アクション活用の可能性についても検討しました。図5.9に避難先としてのマンションの特徴を整理し、このうち設備・資材面を中心として（ハード面への適応は制度面・物理面から対象外とした）適応アクションの導入可能性を検討した結果を図5.10に示します。

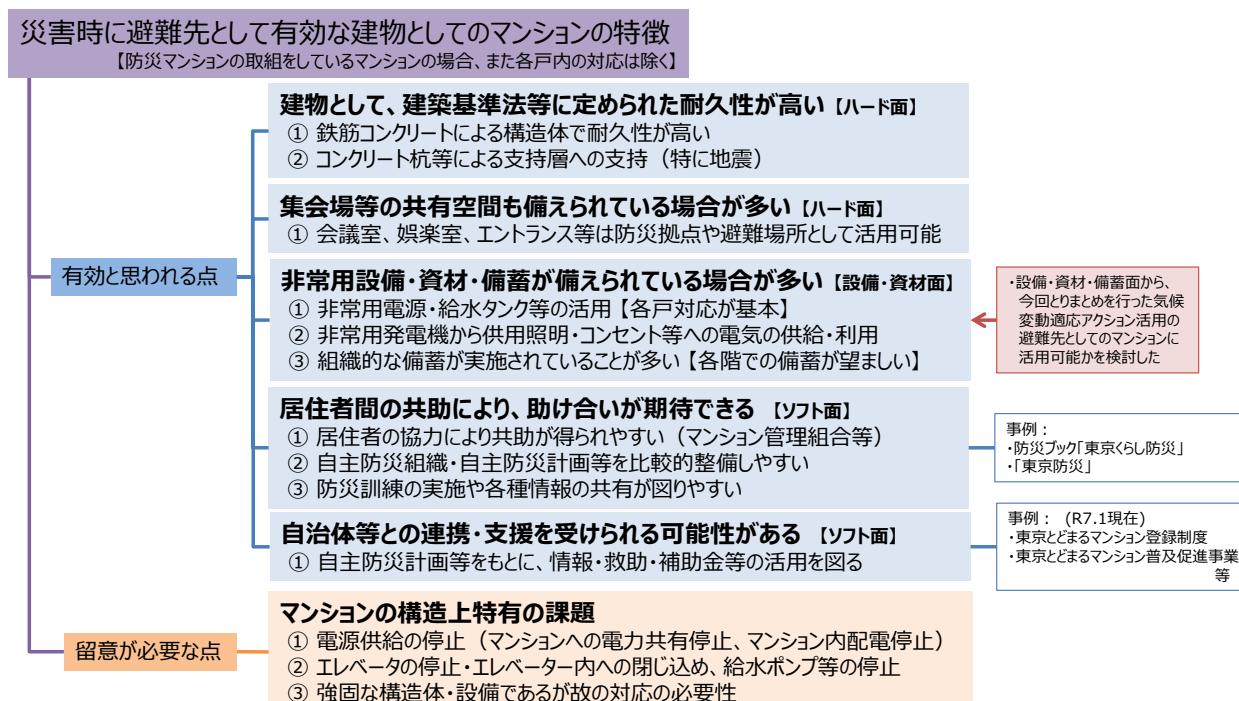


図5.9 避難先（自宅待機）としてのマンションの特徴の整理

マンション等		設備・資材・備蓄への対応検討課題			
電 気		必要性			
		地域性			
		予備電源容量			
		コスト			
熱・ガス		熱源としての価値			
		導入設備費の課題			
水 道		利用目的別の利用料			
		需給バランス			
		水質の課題			
情報通信					
医 療					
トイ レ		平時のニーズと目的			
		受援品の確保と管理			

図5.10 マンションを対象とした気候変動適応アクションプランの適応可能性の検討