

## 分散型技術が地域のライフラインを支える

～実用技術が支える地域の未来 その2～

総合調査部 政策調査グループ 研究理事 重原 正明

### (要旨)

- 本レポートでは、未踏の高みではなく広がりを求める実用技術の視点から、人口減少時代における上下水道・エネルギーといったライフラインの維持について考える。
- 従来のライフラインは広域処理による施設の大型化で効率化を図ってきたが、人口減少時代においては、事故時の被害の大きさ、および1人あたり管路・線路が長くなりメンテナンスコストが上がること、といった広域処理のマイナス面が目立つようになる。これに対し、分散処理化の動きが生じている。
- 上水に関しては、ベンチャー企業の家庭内水循環システムが能登地震の避難所のシャワーなどで使われ、地域での実証実験が始まりつつある。
- 下水については国土交通省が下水普及について、経済性を踏まえ下水道整備地域の見直し・浄化槽方式の検討を選択肢に入れるよう指針を出している。
- さらに下水汚泥の処理について、ある町では浄化槽汚泥の焼却処理をやめ、密閉槽での発酵に切り替えメタンガスと液肥を生産している。処理工場は道の駅を隣接させ地域の集いの場となっている。
- 電力について、ある市では、地域の太陽光発電所等を組み込んだコンパクトグリッドを公共施設に導入し、エネルギーの地産地消を進めている。
- 分散型処理を成功させるための鍵として、「多少の（可能な範囲の）住民負担」「地域住民等との対話」「将来を考慮できる公的会計」があげられる。
- 一般市民のライフライン維持に関する関心は低い。今後関心が高まり、新しい試みなどによりライフラインが人口減少社会でも維持されることを期待する。

# 人口減少時代の未来設計図

～社会・経済、そしてマインドの変革～

## 1. はじめに

当研究所では2025年に、「人口減少時代の未来設計図～社会・経済、そしてマインドの変革～」をテーマに、人口減少がもたらす課題のリサーチを強化していく。本レポートのシリーズ「実用技術が支える地域の未来」では、様々な地域課題の解決に果たす「実用技術」の役割について考えている。

「その1」では地域の買い物（消費の場）をどう維持するかについて取り上げた。本レポート（その2）では、上下水道・エネルギーというライフラインの問題に関する技術的解決について取り上げる。筆者は、少なくとも人口減少地域においては、下水処理場のような広域処理から戸別の浄化槽のような分散型処理に移行することが、一つの解となると考えている。

## 2. 人口減少の下では巨大インフラの欠点が目立つようになる

上下水道、電気、ガスなどのライフラインは、従来規模拡大と広域処理により効率化が図られてきた。しかし人口減少時代となり広域処理の問題点が現れ始めている。

その1つは事故時の被害の大きさである。最近の例でも、瀬戸内海のある島と本州を結ぶ橋に船が衝突したことで、上水道の送水管が破壊され、9千世帯の上水道が40日間止まった（注1）。関東地方では下水道の破損により約120万人が下水道の使用制限を余儀なくされた（注2）。また2018年9月6日の胆振東部地震の際には、電力の需給バランスが崩れたことで、地震の直接の被害を受けた地域だけではなく、北海道全域が停電した（注3）。

資料1 2023年度末現在の下水道管路の布設年度別分布

■ 管路施設の年度別管理延長(R5末現在)



(出所)国土交通省サイト

[https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd\\_sewerage\\_tk\\_000135.html](https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000135.html) より抜粋

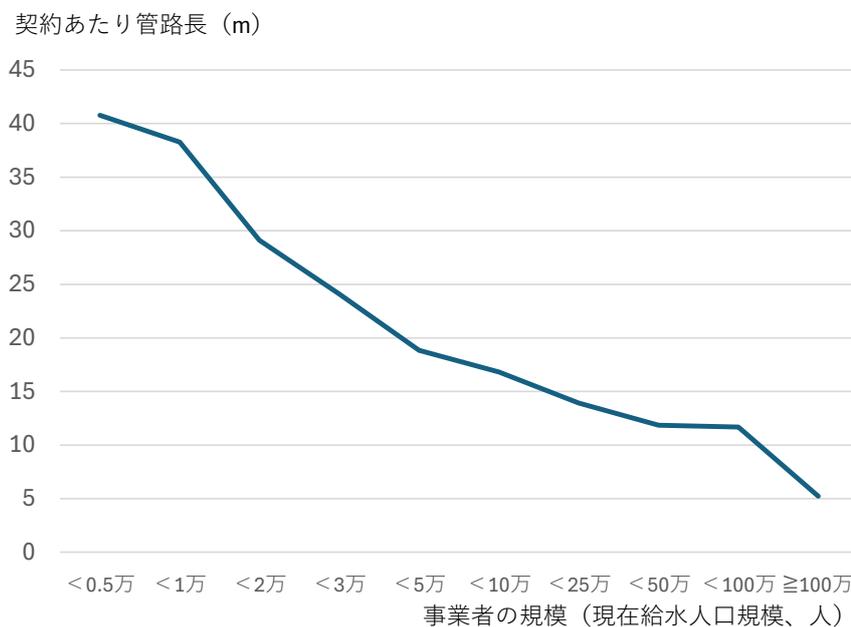
# 人口減少時代の未来設計図

～社会・経済、そしてマインドの変革～

このように、広域処理のインフラは一旦事故等で動かなくなると、広範な範囲に影響が発生する。管路等のインフラは、多くの分野において今後耐用年数を超えるものが急増することが予想され（資料1）、事故への対応は重要な課題である。

もう1つの問題点はその維持コストである。ライフラインという名の通り、これらのサービスは供給者と各家庭・事業所をつなぐ管や線を必要とする。普及率がほぼ100%である上水道を例にとると、給水対象戸数の少ない水道事業ほど、対象戸数1件あたりの管路の長さは長くなる（資料2）。

資料2 上水道事業者規模別 1契約あたりの管路の長さ



(出所)日本水道協会 令和4年度水道統計 総論

[http://www.jwwa.or.jp/info/pdf/suidou\\_statistics\\_r04.pdf](http://www.jwwa.or.jp/info/pdf/suidou_statistics_r04.pdf) をもとに第一生命経済研究所作成

今後の人口減少により一人当たりの管路は長くなっていくことが想定される。管路はメンテナンスが必要であり、人口減少は管路維持コストの上昇をもたらすと考えられる。広域処理は処理施設効率化には貢献すると思われるが、管路維持コストの増加に対しては、対策とはならず、かえってコストを増やすことにもつながりかねない。

広域処理により効率化を図るといった従来の対策は、見直しを迫られているように筆者には見える。そして、現場に近い所から、実際に見直しが行われている。

以下、未踏の高みを目指す技術ではなく広がりを目指す技術「実用技術」を用いつつ、そのような見直しが行われている例を分野別に見ていく。

### 3. 循環型の上水道システムで災害に対処する

能登半島地震で上水道が被害を受け、復旧が遅れている珠洲市ほかの地域に、あるベンチャー企業が水循環ユニットの提供による支援を行った。この企業は排水の98%以上をろ過してシャワーや手洗いに使える水にする機械を製造しており、能登半島地震に際してその3日後から、他社の支援のもと、現地の避難所に手洗いやシャワーに使えるよう、自社製品を提供していった（注4）。その後同社の技術は国土交通省の令和7年度上下水道一体革新的技術実証事業（AB-Cross）に採択され（注5）、住宅向け小規模循環型水循環システムにつき珠洲市で技術実証を行うことが決まった。

同社が珠洲市などで実証実験中の家庭用水循環ユニットは、お風呂やキッチン・洗濯などの排水を浄化して、またお風呂などで使えるようにするものである。トイレについては別系統で集めてトイレの洗浄水として使うようにすることもできる。浄化によって減る分については雨水を浄化することで補うことを考えているという（注6）。

過疎化が進んで、大規模処理のメリットより上下水道配管のデメリットが大きくなれば、家庭内あるいは地域内処理がむしろ経済的となっていく。このような地域が拡大していくことを考えれば、家庭内水循環システムというのは経済的に魅力のある選択肢といえる。さらに外部配管という施設が不要なことは、災害対策としても大きな意味を持つ。もう一つ、水資源の有効利用という点でも意義がある。

飲用水レベルの水の確保は課題であるし、循環に回す排水の質に関し注意が必要という面はあるが、可能性のある技術ではないだろうか。

排水の浄化以外にも、分散型の上水の確保には様々な手法が考えられよう。雨水をトイレなどの雑用水に用いている大規模施設も存在する（注7）。また外国の例では、太陽熱温水器で水を蒸留して、純度の高い飲用水を作り販売した例もある（注8）。老朽化する施設をどう維持するか、だけではなく、人口が少なくなるからこそ使える技術を探すことも、重要なのではないだろうか。

### 4. 下水道から合併浄化槽への回帰

上水と比べ、下水については分散処理システムへの転換、具体的には「下水道普及から合併浄化槽（注9）の見直しへの転換」が、政策上明示されている。

下水処理については、1958年制定の下水道法などに基づき、全国的な下水道整備の法的枠組みが確立。高度経済成長期には人口増加と公害処理対策を背景に整備が加速し、1970年の「下水道事業五箇年計画」制定以降、全国一律で下水道普及率の向上を目指し、国の基本方針に基づく計画的整備が進展した。

しかし、下水道の敷設から年月が経ち、配管や施設の維持コストが問題になるにつれて、小規模な自治体では下水道会計の赤字がかさむようになった。そのような声も

あつてか、国土交通省は近年一部方針を転換し、地域特性に応じた下水道整備（対象）地域の見直しと合併浄化槽への転換を図るようになった。これには合併浄化槽の性能が上がったことも大きいとされる。

国土交通省・農林水産省・環境省(2014)（以下本レポートにおいて「3省文書」と記す）は、汚水処理システムに関する都道府県構想の策定のためのマニュアルとしてまとめられたものであるが、その中で「今後10年程度を目標に、『地域のニーズ及び周辺環境への影響を踏まえ、各種汚水処理施設の整備が概ね完了すること』（概成）を目指し」、「未整備地区における検討では、人口密集地域から、人口密度の低い地域での普及促進が中心となっていく中で、地方公共団体の財政負担と住民負担のバランス並びに整備時期を考慮し、今後10年程度で汚水処理の概成を目指した各種汚水処理施設に関するアクションプランの策定を行う。」と記している。また「都道府県構想の策定にあたっては、持続可能な汚水処理の運営を行うためにも、未整備地区だけでなく、既整備地区の効率的な改築・更新や運営管理手法についても検討し、整備計画（中略）としてとりまとめる。」と記している（以上すべて3省文書第1章1-1「都道府県構想の目的」の【解説】より引用）。

その後の具体的な手順においても、3省文書では「既整備区域等以外の検討単位区域を対象として、集合処理が有利となるか、個別処理が有利となるかについて、経済性を基にした比較を行う。」（3省文書第4章4-4「経済性を基にした集合処理・個別処理の比較」【解説】より引用）など、下水管・処理場による集合処理と合併浄化槽による個別処理について経済比較を行うことを求めている。ただし最終的な決定は、その他の要素も加味した総合的な判断によるものとされている。

実際に国土交通省のサイトでは、「下水道未普及解消好事例集」が公開されており、その中には下水道事業計画の見直し（区域縮小）を行った例も含まれている。

浄化槽については、上水水源との分離や浄化槽の管理の徹底など、注意しなければいけない点も多いが、財政的には処理施設の建設費用や管路の維持管理費用などの固定費が少なく、人口（世帯数）に応じた支出となる。小都市など人口減少が見込まれる地域においては有力な解決法となるのではないか。

## 5. 汚泥処理プラントの隣は道の駅のレストラン

下水処理は、下水処理場や浄化槽から水が放水されれば終わるわけではない。

下水処理のシステムは、大規模なものも家庭の浄化槽も、基本的には汚れを微生物に吸収させ、微生物もろとも沈殿させることで水を放水できる程度に浄化する。従って沈殿した下水汚泥の処理が問題となる。

下水汚泥は、多くが水分を減らした上で焼却処理されている。ただ、糞尿に含まれる肥料成分（窒素・リン）を始め、下水汚泥には有用な成分が多く含まれており、そ

れを活用する動きもみられる。活用については、大都市での事例も見られるが（注10）、下水の中の重金属等の除去が課題となるため、利用はまだ1割程度と進んではない。

ただ、住宅地を中心とした小規模な地域であれば、下水の質がわかるため、汚泥の活用も行いやすくなると考えられる。

例えば福岡県の0町は、隣接する0市に下水汚泥の焼却を依頼していたが、それをやめ、汚泥を発酵させてメタンガスと液肥を作るプラントを立ち上げた。液肥は地元の農家に使ってもらい、メタンガスは発電に使用している。発酵槽は密閉式のため、悪臭が周囲に漂うことはない。このため、上記の下水処理プラントに道の駅（レストラン、売店など）を隣接させて一帯を整備し、住民と旅行者の憩いの場としている（注11）。

ごみや汚泥の堆肥化において、作られた堆肥の利用者を確保することが、多くの地域で重要な問題として指摘されている。排水から作られたものを畑にまいて、変なものが蓄積しないかと心配になるのはある意味自然な話であろう。0町の場合は農家への説明など、地元の理解と納得を得ることに時間と人手をかけることによって、液肥の利用者の確保に成功した。迷惑施設とされがちな汚泥処理施設を住民が気軽に立ち寄れる場にし、液肥を使った野菜などを示すことで、プラントに対する理解も深まる効果があると考えられる。

農業で使われる肥料の3大要素として窒素・リン・カリウムが挙げられるが、窒素（アンモニア・尿素など）やカリウムが比較的分散して存在するのに対し、リンは鉱石として採掘できる地が限られており、日本ではほとんどを輸入に頼っている。一方で下水には主に糞尿由来の多くのリンが含まれており、それを回収して肥料にできれば経済安全保障の上でも大きな効果を持つ。このため国土交通省や農林水産省は下水の堆肥化・リンの回収を推進している。

ただ、それを進めるためには、お互いに顔の見える範囲での関係性が助けになるのではないだろうか。0町のような例が今後増えていくことを期待したい。

## 6. 地産地消のコンパクトグリッドで非常時の電源を確保

電力・都市ガスについては上下水道と同様、人口減少で配線・配管のメンテナンスコストが問題になってくるところである。特に電力については技術的な制約から発電量と使用量を等しく保たなければならないという制約があり、高度な管理が必要となってくる。

このような中で電力自由化と発電・送配電会社の分離が行われ、東日本大震災後の対応もあって多くの新電力会社が発足した。その中には地域のエネルギー資源（太陽光・小水力（注12）・バイオマス等）を電力として販売することを主目的とする地域

# 人口減少時代の未来設計図

～社会・経済、そしてマインドの変革～

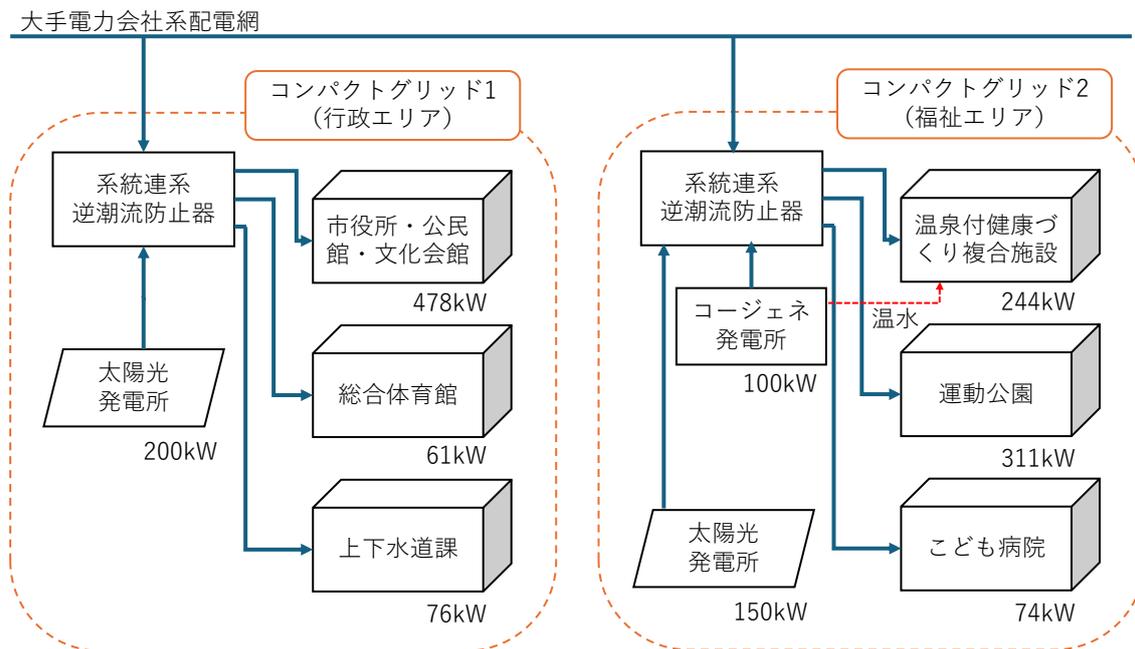
電力会社もある。そして多数建設された再エネ発電所は、従来の「巨大発電所から主として大都市・工業地帯へ送電する」という一方向の送配電の流れを、ネットワーク型に変えつつあると思われる。

一方で物理的な送配電網（注13）の整備という、「北海道・東北の再エネ電力をどうやって東京に送るか」という従来型の考えに沿った、発電会社地域間の連携線整備などが話題になることが多い。しかし地域電力会社の中には、送配電の物理的な構造を意識して変えていこうと試みるものもみられる。

例えば九州のH市にある地域電力会社は、コンパクトグリッドという仕組みを導入した。コンパクトグリッドとは、配電網の中の一部を切り出し、独立性を高めた形で配電を行う仕組みである（注14、注15）。

H市の電力会社は、市役所等の行政施設と病院等の福祉施設についてそれぞれコンパクトグリッドを作った。それぞれに太陽光発電所1基ずつを接続（福祉施設側はそれに加えて、電力と温浴施設用のお湯を両方作るガスコージェネ発電所を接続）して、地産地消の電力を供給している（資料3、注16）。

資料3 H市のコンパクトグリッドの仕組み



(出所) 一般社団法人ローカルグッド創成支援機構(2025)をもとに第一生命経済研究所作成

地産地消の電力をできるだけ使用することで、地域内でお金が回る仕組みができるとともに、公共施設に関してはいわば自家発電所を持ったのと同じ形になり、非常時の電力確保にも役立つものと考えられる。遠くの発電所から引き回される送電線が地

震などで切れても、一定の電力は確保できることになる。もちろんH市自体が災害に遭った場合には外部電源に頼ることもあるだろうが、地域で完結するコンパクトグリッドであれば地域自体で復旧にとりかかることは容易ではなかろうか。

またこのようなコンパクトグリッドが各地域に広がれば、今の広域の送電網は補完的な役割を担うものにグレードダウンできるようになるかもしれない。それは人口減少時代の日本のランニングコストを下げることにつながる可能性もある。

H市のコンパクトグリッドは太陽光発電主体のため、夜間の電力確保は大手電力会社の配電に頼る部分も大きいと思われる。ただし、H市の電力会社は市内の別の地域で、太陽光発電と小水力発電を組み合わせる提案を他の企業等と共同で行い、モデル地域（脱炭素先行地域）としての認定を得ている。今後コンパクトグリッドにベース電源としての小水力発電が組み込まれる日が来るかもしれない。

## 7. インフラ維持の鍵は少しの我慢と住民理解、そして会計

以上のように、上下水道や電気・ガスといったライフラインの分野で、特に過疎地域において、広域処理から分散処理に移行し、配管・配線等の維持に関する負担を減らしていこうという動きがみられる。人口減少により配管・配線にかかる負担が増加していく中では自然な動きと言えるであろう。

すでに挙げたような各地での取り組みを見ると、このような取り組みを成功させるための要素として3つの要素が考えられる。それについて説明することで、本レポートの結びとしたい。

成功のカギの1点は、分散処理への移行による、多少の負担を住民が可能な範囲で受け入れることである。

下水はどこかに流れていくので後は知らない、という状態から、業者による清掃・保守点検等が必要な合併浄化槽に変わることは、一定の不便を強いることになる。しかしそのことで、地元自治体の予算が確保され、病院などの公共サービスが維持されるのであれば、その程度の我慢は容認される、ということになるだろう。またごみや浄化槽汚泥の焼却をやめた0町の事例では、ごみの減量のために、粗大ごみ以外のごみを資源回収・リサイクル用も含めると30種類に分別している（注17）。小さな単位でなるべく費用をかけずにライフライン確保をしようとする場合、ある程度の住民負担が必要になることは多いだろうが、それは一方で地域性を活かすということにもつながるであろう。もちろん次に述べる住民の理解が前提であるし、住民に負担のもたらした成果を示しつつ、地域ごとの実情を踏まえ、生活との折り合いをつけつつ進めていくことが必要であろう。

もう一つの鍵は住民・関係者の理解である。下水汚泥の肥料化がなかなか進まないのは、利用者となる農家が、汚泥肥料に対する重金属汚染などへの懸念を持っている

# 人口減少時代の未来設計図

～社会・経済、そしてマインドの変革～

ことが大きいとされる。0町では住民理解を進めるための計画を立て、専任の担当者を置いて説明に努めたという。新たな仕組みを導入する際に、そのデメリットやリスクも含めて説明し、住民の真の理解を得ることは重要である。またそのような住民とのコミュニケーションによって、地元の人しか知らない情報が入り、計画がよりよいものになる可能性もある。

さらにもう一つ、鍵と思われるのは会計制度である。公的な会計制度は基本的に単年度収支が重視されるため、必要な投資でもややもすれば先送りにされやすいように見える。将来の修繕費・改修費等を考慮した政策が立てやすい公的会計の見方・見せ方が求められているように思われる。

今回このレポートを書きながら知ったことがある。ライフライン、特に下水道について、一般市民向けに書かれた解説書というものはほとんど街中にない。「水に流す」ということばがあるが、「水に流したら誰かがきれいしてくれるだろう」という気持ちが多くの人にあるのだとすれば、それは残念なことと思う。

上記3つの鍵に留意して、日本の各地域で従来の考え方にとらわれないライフライン維持のための試みが進むこと、そしてライフライン維持に向けての意識が一般市民の間で高まることを期待して、本稿の結びとする。

以上

## 【注釈】

- 1) 「山口県周防大島 断水解消 40日ぶり 町全域送水」中国新聞デジタル 2018年12月2日掲載 <https://www.chugoku-np.co.jp/articles/-/92483> 参照。
- 2) 埼玉県(2025)による。
- 3) ただし、北海道電力の設備形成や発災当時の対応などについて、適切でない点は見当たらなかったということが、経済産業省傘下の「電力レジリエンスワーキンググループ」の議論で確認されているとのことである。資源エネルギー庁(2018)参照。
- 4) WOTA(2024)参照。
- 5) 国土交通省(2025)参照。
- 6) 飲用水についても雨水利用を考えているが、WOTA 社サイトによるとこの部分は現在開発中とのこと。
- 7) 例えば東京ビッグサイトや国技館など。
- 8) ワイズマン(2008) pp. 161-164 および pp. 304-305 参照。
- 9) 家庭排水の浄化槽には、トイレの排水のみを処理する単独浄化槽と、トイレのほか風呂や台所などの生活排水を含めたすべての排水を処理する合併浄化槽がある。平成13年4月1日から浄化槽法により、合併浄化槽のことが浄化槽と定義され、単独浄化槽の新規の設置は原則としてできなくなっている。
- 10) 例えば神戸市では下水汚泥中のリンを回収し肥料化している。埼玉県や東京都でも肥料化が行われている。神戸市(2025)および山口(2025)参照。

- 11) 中村修(2017)参照。
- 12) 小水力発電とは、河川の水の一部を取って発電用の水路に流して発電する、用水路の流れを利用する、河川に設けられた堰のわずかな落差を利用して発電するなどの、小規模な水力発電のことを指す。日本の法律では、新エネルギーの利用等の促進に関する特別措置法の施行令で 1,000kW 以下の水力発電所が新エネルギーに認定されるなど、水力発電所では 1,000kW が区切りとされることが多く、それ以下のものが小水力とみなされることが多いようである。
- 13) 発電所から変電所まで、あるいは変電所間で電気を送ることを送電、変電所から一般の家庭や事務所等に電気を送ることを配電という。配電の電圧は低圧または高圧 (7,000V 以下) で、送電には効率を高めるためより高い電圧 (特別高圧) が用いられる。
- 14) 第 6 章で示す H 市の例は、一般社団法人ローカルグッド創成支援機構 (2025) 2 章 10 「官民連携で再エネ&マイクログリッド事業と人材育成を進める」に基づく。
- 15) 自社の発電所がある場合でも、それが電力需要を賄いきれない場合に他社から電力を譲り受けて電力供給を続けることが、電力供給事業者には求められるため、コンパクトグリッドを完全に他の送電網と切り離すことは困難である。
- 16) それぞれのコンパクトグリッドは、発電量の不足を補うため、大手電力会社系送電網に接続している。なお九州地方は太陽光発電所が多く存在し、買取余地がないため、地域電力側からの売電は行われていない。
- 17) 30 種類の中には、陶器類のようにたまにしか出ないゴミ、あるいはスプレー缶や電球のように、分別する規定となっていなくても別にして出すと思われるゴミが含まれていることに留意されたい。

## 【参考文献】

- ・ WOTA(2024) 「能登半島地震における断水エリアへの入浴、手洗い支援活動開始のお知らせ」 WOTA 社 Press Release (2024. 01. 07) <https://wota.co.jp/news-240107/>
- ・ 一般社団法人ローカルグッド創成支援機構 (2025) 「エネルギーで地域を元気にする仕事」
- ・ 国土交通省 (2025) 「能登をフィールドとして『分散型システム』に関する技術実証に取り組みます～令和 6 年度補正予算により上下水道革新的技術を新たに採択～」 国土交通省 Press Release (2025 年 2 月 28 日)  
[https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13\\_hh\\_000632.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_hh_000632.html)
- ・ 国土交通省・農林水産省・環境省 (2014) 国土交通省・農林水産省・環境省 「持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル」 (2014 年 1 月)  
<https://www.mlit.go.jp/common/001028145.pdf>
- ・ 神戸市 (2025) 「資源循環『こうべ再生リン』プロジェクト」 神戸市ホームページ内 (2025 年 9 月 1 日更新)  
<https://www.city.kobe.lg.jp/a78445/kurashi/sumai/sewage/projects/phosphorus01.html>
- ・ 埼玉県 (2025) 「流域下水道管に起因する道路陥没事故の発生及び下水道の使用制限について」 埼玉県報道発表資料 (2025 年 1 月 28 日)

# 人口減少時代の未来設計図

～社会・経済、そしてマインドの変革～

<https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/264015/houdou01282.pdf>

・重原正明(2025)「パートタイム店舗が地域の『買う』を支える～実用技術が支える地域の未来 その1～」<https://www.dlri.co.jp/report/ld/487029.html>

・資源エネルギー庁(2018)「日本初の“ブラックアウト”、その時一体何が起きたのか」資源エネルギー庁サイト内「エネこれ」記事(2018年11月12日)

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/blackout.html>

・中村修(2017)「ごみを資源にまちづくり：肥料・エネルギー・雇用を生む」

・山口亮子(2025)「ウンコノミクス」

・ワイズマン(2008) アラン・ワイズマン「奇跡のエコ集落 ガビオタス」高里ひろ訳

本資料は情報提供を目的として作成されたものであり、投資勧誘を目的としたものではありません。作成時点で、第一生命経済研究所が信ずるに足ると判断した情報に基づき作成していますが、その正確性、完全性に対する責任は負いません。見直しは予告なく変更されることがあります。また、記載された内容は、第一生命保険ないしはその関連会社の投資方針と常に整合的であるとは限りません。