

(5) 事業スキームの例

配電事業制度を活用した場合におけるマイクログリッドの事業スキーム（電気事業）の例を下図に示します。

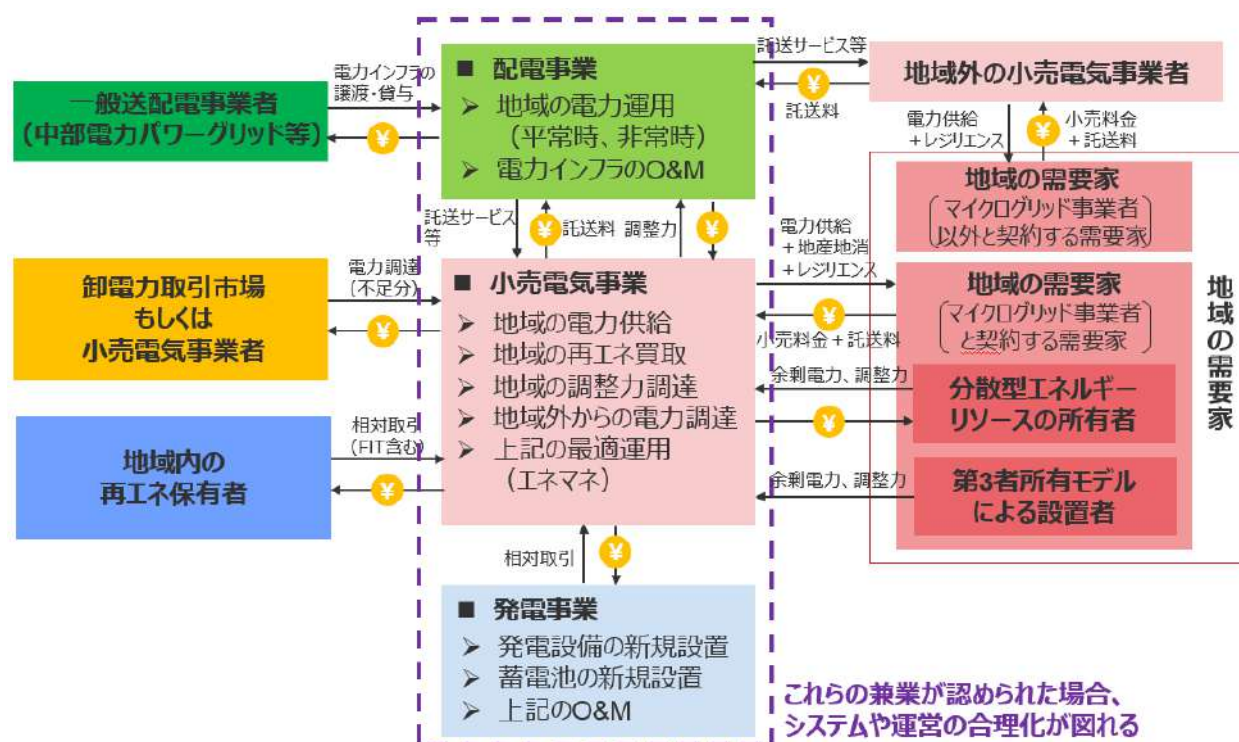


図 12 マイクログリッドの事業スキーム（電気事業）

マイクログリッドの電気事業は、配電事業、小売電気事業、発電事業の3つに分類されます。その役割は次のとおりです。

○配電事業

配電設備を維持・運用し、その区域において託送供給やインバランス供給といった電力運用を行うことになります。

○小売電気事業

配電事業区域の需要家に電力供給を行うため、当該区域にある発電設備と蓄電池などの需要側機器を束ねて需要と供給のバランス調整（同時同量）を行います。区域内で不足・余剰する電力は卸電力取引市場や他の小売電気事業者と取引を行います。

上記のエネルギーマネジメントを最適に実現することによってエネルギーコストを最小化することができます。

○発電事業

配電事業区域に、電力供給に必要となる発電設備や蓄電池等の調整力を設置します。発電した電力は小売電気事業側に提供され、その区域の需要家に供給されます。発電設備の維持・運用も行います。

電気事業制度では送配電事業の中立性を確保する観点から、一般送配電事業および送電事業が小売・発電事業と兼業することを原則禁止としていますが、現在行われている配電事業制度の制度検討においては、「配電事業者が果たすことが期待される役割・効果（特定の地域の①供給安定性・レジリエンス向上、②電力システムの効率化、③再エネ等の分散電源の導入促進、④地域サービスの向上などの効果）」を発揮する上で、電気の利用者の利益の確保の観点から、必要な場合には、配電事業者が小売電気事業や発電事業等と兼業できるようにすることが望ましいとされています。

マイクログリッド事業を行うにあたり、配電事業との兼業が可能となればシステムや運営等を合理化できるため、より良い地域サービスの実現が可能になると考えられます。

第6章 おわりに

本ハンドブックの目的は、安心して暮らすことができるまちをつくるために、地域にあるさまざまな資源を最大限活かして効率の良いエネルギー供給を行うことで、その地域から出るCO₂をできる限り少なくしながら、非常時には各家庭の照明を灯すことができるマイクログリッドに興味を持っていただくことでした。

また、マイクログリッドの導入を考えるにあたって、少しでも具体的なイメージが持てるように、地域の状況を想定したモデルケースを使い、設備の規模感や経済性、CO₂削減効果などを評価しました。

近年のデジタル化の急速な進歩は、家庭にあるさまざまな家電やエコキュート、エネファームなどの住設機器、さらには自動車をつなげ、それらを見える化し、それぞれの生活にあわせて効率的に運転できるようになりつつあります。また、働き方についてもテレワークを可能とし、私たちの生活環境を大きく変え始めています。2050年はそれほど遠くない未来です。カーボンニュートラルを達成するために今後様々な取り組みが行われることでしょう。未来を拓くいろいろな方法の一つとしてマイクログリッドがあり、このハンドブックを読んでもらった自治体関係者、企業の方が、マイクログリッドがもたらす様々なメリットに興味を持っていたら幸いです。

このハンドブックをきっかけに、マイクログリッド導入について検討をしたいという自治体、企業の方がお見えになりましたら、中部経済連合会だけでなく、本ハンドブック作成委員である中部経済連合会会員企業がお力添えできるかと思われます。

コロナ禍の治まりが見えない今日この頃ですが、このハンドブックを手にしてくださった自治体、企業の皆様の輝かしい未来を祈念しましてあとのがきの挨拶とさせていただきます。

2021年3月
中部経済連合会
エネルギー・環境委員会
マイクログリッドワーキンググループ
主査 齊藤 知孝

付録 資料編 マイクログリッド構成要素の技術関連資料

目 次

1.	小水力発電	付- 1
2.	太陽光発電	付- 3
3.	バイオマス発電	付- 5
4.	コージェネレーション	付- 7
5.	燃料電池	付- 9
6.	H E M S および需要家設備	付-11
7.	B E M S および F E M S	付-13
8.	C E M S	付-15
9.	蓄電池	付-17
10.	車両（E V／P H V、F C V）	付-19
11.	交流電力ネットワーク	付-21
12.	直流電力ネットワーク	付-23
13.	熱・ガス供給ネットワーク（スマートエネルギーネットワーク）	付-25
14.	水素ステーション	付-27

1. 小水力発電

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギー生産設備	小水力発電	地方郊外	小規模～大規模	単独で安定的な電力供給

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

水力発電は、河川から取り込んだ水やダムで貯めた水の位置エネルギーを運動エネルギーに変換し発電を行うもので、水の「流量」と「落差」が確保できる場所に設置可能な電源です。比較的安定した電力供給が可能であることからマイクログリッドにおいてはベース電源を担うことが期待されます。

②構成要素の原理等について

小水力発電所を設置する場所として一般河川だけでなく、砂防ダムや治山ダム、農業用水路、上水道施設、下水処理施設、ダム維持放流の利用など多岐に渡ります。設置場所にもよりますが、小水力発電は流れ込み式や水路式等、流量によって発電量が決まる非調整形のものが多くみられます。

水車については、落差、流量によってさまざまな種類があります。落差、流量ともそれほどの規模のない小水力発電所の場合はクロスフロー水車やフランシス水車を用いることが多くなります。

(図1参照)

発電機については、用途に応じて同期発電機、誘導発電機、極小の水力では自動車用のオルタネータ発電機が使用されるケースもあります。マイクログリッドを形成し、単独運転を実施する場合、誘導発電機でなく同期発電機を用いることになります。

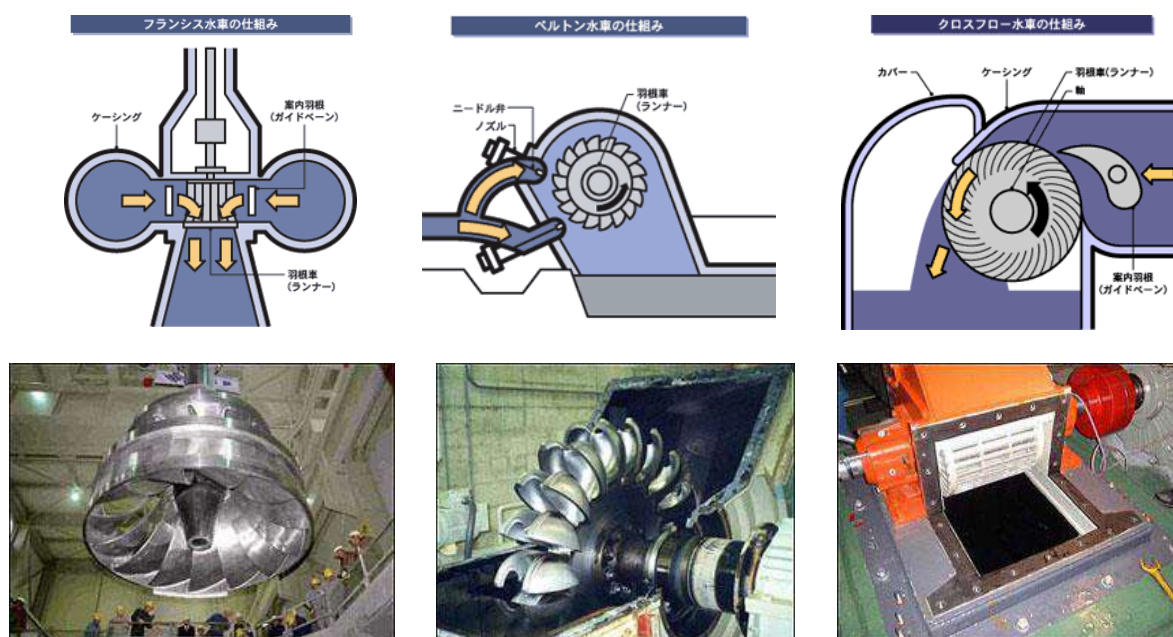


図1 水力発電に用いる水車の例

出典：中部電力HP

(2) 構成要素の特徴

①長所

○昼夜・年間を問わず安定した発電

出力変動が少ないため、電力系統の安定や電力の品質に影響を及ぼしにくい特徴があります。そのため、単独でもグリッドを形成する際の電源として使用可能となります。

○高い設備利用率

設備利用率は 60～70%とされており、太陽光や風力に比べると非常に効率の面で優れます。

②短所

○設置可能場所の限定

落差と流量がある場所に限られ、場所ごとに経済性が大きく異なります。

○高い設備費用

小規模になるほどコストがかさみ、ファイナンスが難しくなります。

○複雑な利害関係と手続き

太陽光や風とは違い、国民の資産とされている河川水を事業として利用するには許可（水利権）が必要で、利害関係者との調整、環境への影響調査、その他さまざまな法的手続きなどがあり事業化のハードルとなっております。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

水資源は山間地に多いため、主として地方郊外にてマイクログリッドを構成する際の主力電源として用います。河川近傍での設置に限定されるという制約はあるものの、流れ込み式の水力発電所はベース電力を担うことが可能で地域の電力を供給することができます。また、水力発電をマイクログリッドで使用する際は、開発地点の制約からグリッド形成に合わせて新規で建設するのではなく、既存の発電所を利用してグリッドを形成することが多いと思われます。

日本の電力業界では、従来から「10,000 kW以下」を小水力としてきました。NEDOのガイドブックでは、「10,000 kW以下を小水力」、「1,000 kW以下をミニ水力」、「100 kW以下をマイクロ水力」などと分類しております。

日本の法律では、1,000 kW以下と 1,000 kWを超える水力が明確に区分されております。1,000 kW以下の水力発電は、新エネルギー法の施行令改正（2008 年 4 月施行）により「新エネルギー」に認定されています。また、1,000 kW以下の水力発電はRPS法の対象となっていました。

2012 年 7 月からFIT制度がスタートし、出力 30,000 kW未満の中小水力発電が対象になり、特に最大出力が 1,000 kW未満の小水力発電所の導入が各地で進んでおります。

2. 太陽光発電

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギー生産設備	太陽光発電	全エリア	小規模～ 大規模	設置場所の制約小、 出力変動大

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

太陽光発電は、太陽の光エネルギーを変換し発電を行うものです。設置する太陽光パネルの数量により、土地の条件、必要な発電規模に応じた電源を構築可能となります。気象条件に左右される変動性のある電源ですが、空地利用だけでなく、住宅等の屋根に設置することが可能であることから、マイクログリッドにおいては場所を問わず活用できる電源となります。

②構成要素の原理等について

太陽光発電は、シリコン半導体に光が当たると電気が発生する現象を利用し、太陽から発せられる光エネルギーを太陽電池により電気に変換するものです。他の多くの発電設備がタービン等の機械エネルギーを発電機で電気に変換するのに対し、半導体素子を使ってエネルギー転換しているのが特徴です。発電のイメージは図2のとおりで、PN型の半導体に光が照射されることで、それぞれの極にプラスとマイナスの電気が流れることで発電を行います。

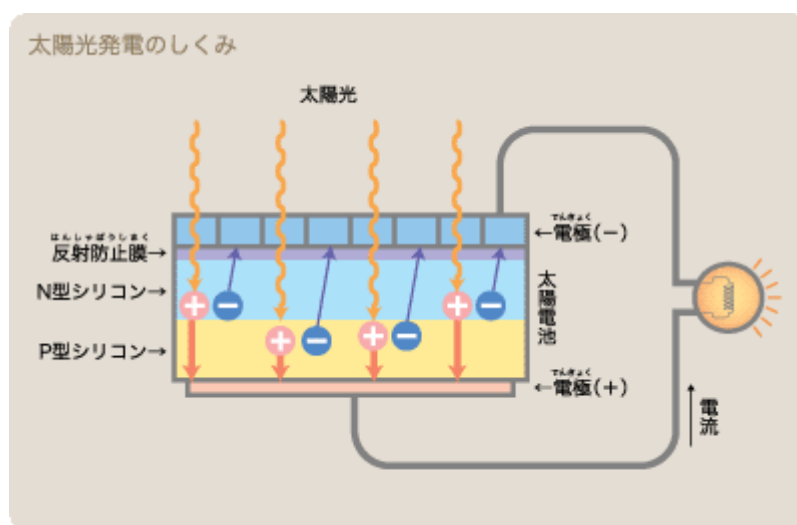


図2 太陽光発電における電気発生原理

出典：中部電力HP

太陽光パネルには、単結晶シリコン、多結晶シリコン、アモルファス型シリコン、化合物系など様々なものがあり、価格、効率を考慮して選定する必要があります。また、現在、次世代太陽光発電の開発が進められており、フィルム状で低コストかつ軽量で様々な場所への設置を可能とするもの、量子化という技術を用いた変換効率の高いものが検討されています。

太陽光発電のシステム構成としては、太陽電池パネル、接続箱、パワーコンディショナーがあります。直流で発電された電気エネルギーをパワーコンディショナーで交流電気に変換し、家庭内配線もしくは直接電力ネットワークへ送電します。

(2) 構成要素の特徴

①長所

○容易な設置条件や柔軟な規模選定

極端に緯度の高くない日本国内であれば、設置する地域に制限がなく、設置場所に合わせた発電所の形成が可能です。エネルギー源が太陽光のため枯渇の心配がなく、非常時も燃料供給の心配が不要です。また、既存建物の屋根や壁などにも設置可能で、未利用スペースの有効利用が可能です。最近では、農地の上部空間に太陽光発電設備を設置し、太陽光を農業生産と発電の双方で共有する営農型太陽光発電の取り組みも行われています。

○高い保守性

他の発電システムと比較して可動部が少なくシステムが単純であることから、メンテナンスが比較的容易です。製品にもよりますが、パネルで 25～30 年程度、パワーコンディショナーで 10 数年程度の頻度で更新が必要とされます。

②短所

○時間帯や天候に左右される発電

太陽光発電は、太陽の照射角度によって正午をピークとした山型の発電出力となります。また、曇天時急激に出力が変動したり、雨天時や夜間は発電しないことから設備利用率が 13%程度と低いのが特徴であり、他の電源や蓄電池との組み合わせもしくは電力系統からの電力供給に頼る必要があります。事業性判断にあたっては日照条件等を事前に確認しておく必要があります。

○周辺環境への配慮

ある程度以上の規模の発電電力が必要な場合は広大な土地に太陽光パネルを設置することになります。近年は、大規模開発が住民の反対に繋がるケースが生じていることから、土砂災害の防止や水資源、植生、生態系の保護、周辺の景観との調和などに配慮する必要があります。また、条例により環境アセスメントの対象となる可能性があるため、計画の際は各自治体の基準を確認する必要があります。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

FIT制度導入以降急速に拡大した発電方式であり、都市郊外、地方郊外等、ある程度の設置面積を確保できるエリアでグリッドを構成する際の主力電源として用います。電源の性質上、日中の発電となるため、他の電源との組み合わせや、蓄電池や電気自動車等の蓄エネルギー設備との組み合わせによりグリッド内の需給バランスを取るか、系統からの供給で対処する必要があります。

太陽光発電はパネルやパワーコンディショナーの規模により、目的に合わせた発電規模を選定することが可能であり、家庭の屋根に設置する数kWのものからメガソーラーと呼ばれる数千、数万kW級のもののまで存在します。

3. バイオマス発電

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギー生産設備	バイオマス 発電	都市郊外、 地方郊外	中規模～ 大規模	単独で安定的な電力供給 地域の森林業に貢献

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

バイオマスの分類として、木質系（林地残材、製材廃材）、農業・畜産・水産系（農業残渣、家畜排泄物）、建築廃材系、生活系（下水汚泥、し尿、厨芥ごみ）などがあります。バイオマスとは、動植物などから生まれた生物資源の総称であり、バイオマス発電では、この生物資源を「直接燃焼」したり「ガス化」するなどして発電しています。技術開発が進んだ現在では、様々な生物資源が有効活用されています。

再生可能エネルギーの一つと位置付けられるバイオマス発電は、その特性から、循環型社会、地域社会への貢献が大きく期待される事業となっています。

②構成要素の原理等について

バイオマスの直接燃焼により得られた熱や熱化学的変換により得られたガスを用いてエンジンやタービンを回転させるなどのエネルギー転換をすることにより、電気を生み出しています。

発電方式は、直接燃焼方式と熱分解ガス化方式に大別されます。エネルギー変換装置としては、蒸気ボイラー、温水ボイラー、ガスバーナー等があり、発電装置としては、蒸気タービン、バイナリー発電機、ORC(Organic Rankine Cycle)、ガス化発電等、多様な変換技術が存在します。最もオーソドックスなのは蒸気タービンであり、技術的な信頼性が高く、実績も豊富です。その他の技術については特に国内での実績は乏しい状況ですが、海外での実績も踏まえ、今後国内で普及が期待されるのが、「蒸気タービン」に加え「ORC発電機」と「ガス化発電」となります。

蒸気タービン、ORC、ガス化発電はいずれも海外では実用化され、普及が進んでいる技術です。それぞれ異なる特性を有することから、導入するサイトの条件や燃料の条件を踏まえて、適切に技術選択をしていく必要があります。

(2) 構成要素の特徴

①長所

○カーボンニュートラル

バイオマスエネルギーは燃焼等の際にCO₂を発生しますが、その生産地である森林や農地等において、植物体が光合成によりCO₂を再吸収すれば、大気中のCO₂量は相殺されることになります。これを炭素中立（カーボン・ニュートラル）と言い、バイオマスエネルギーを地球温暖化対策と見なす大切な根拠となります。

○循環型社会の構築に寄与

廃棄物や副産物の利用を通じて、循環型社会の構築に寄与します。

○地域経済の活性化

バイオマス燃料への支払いは最終的には地域の林業者等の収入の一部となることから、地域経済への活性化効果が大きくなります。

○安定した発電

出力変動が少ないため、電力システムの安定性や電力の品質に影響を及ぼしにくい発電となります。そのため、単独でもグリッドを形成する際の電源となります。

○高い設備利用率

設備利用率は80%程度とされており、太陽光や風力に比べると非常に効率が高いものとなります。

②短所

○燃料の安定的な調達

木質バイオマスの燃料である木質チップについて安定的な供給を確保することが、事業成立に対して非常に重要です。地域の森林組合等との調整、長期にわたる木質チップ供給契約など事業化に対していくつかのハードルが存在します。

○オペレーション・メンテナンス体制

燃料の投入や、日常の点検など日常的なオペレーションが必要であり、規模によっては有資格者の常駐が求められます。また、蒸気ボイラー等や蒸気タービン等、定期的なメンテナンスを要する設備が多くあり、トラブル時の即時復旧、稼働率・収益性の向上のために、高度な運用体制が必要となります。

○イニシャルコスト

まだ市場が十分に広がっていないこともあり、バイオマス発電設備の導入は高額になる場合が多いです。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

国産の木質バイオマスの場合、主として地方郊外にてグリッドを構成する際の主力電源として用います。木質チップの安定的な供給を確保するため、十分な森林資源が存在する場所に導入することが必要です。

規模帯でみると、2,000 kWに近い規模は蒸気タービン、数百 kW以下の規模ではガス化発電、その中間がORCといった棲み分けになります。蒸気タービンは数百 kWでは発電効率が著しく低下するため、一定の規模がないと採算が取れません。一方、ガス化発電は、100 kW以下でも30%を超える高い発電効率を誇ります。最近では2,000 kW級のガス化発電も見られ始めています。

4. コージェネレーション

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギー 生産設備	ガスコージェネ レーション	全エリア	小規模～ 大規模	電力・熱の安定供給による高いレジリ エンス性を備える 再エネの変動を緩和し需給調整が可能

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

ガスコージェネレーションシステムは、電気を使用する場所で発電する「分散型発電システム」です。遠方の大規模集中型発電所から送電する現状の系統電力に比べ、送電ロスもなく、発電と同時に発生する熱をその場で有効利用できるため、高いエネルギー効率が実現できます。

燃料の燃焼により、1000℃を超える高温の熱を得ることができ、これを高温域から低温域まで無駄なく使いつくすことを、水の流れになぞらえて、熱のカスケード利用と呼びますが、このカスケード利用を実現する手段の一つがコージェネレーションシステムです。

②構成要素の原理等について

ガスコージェネレーションシステムには、ガスエンジン、ガスタービン、燃料電池の3種類があります。

○ガスエンジンコージェネレーション

ガスを燃料としてエンジンを駆動して発電するコージェネレーションです。

発電効率が高く、安定した出力を発揮します。「温水のみ」または「温水・蒸気」を取り出せるため、様々なニーズに対応が可能です。

○ガスタービンコージェネレーション

ガスを燃料としてタービンを駆動して発電するコージェネレーションです。

多くの蒸気を取り出せるため、熱負荷が大きいお客さまに適しています。

○燃料電池

5. 燃料電池 の頁（付-9）をご参照下さい。

(2) 構成要素の特徴

①長所

○省エネルギー性、CO₂排出削減

商用系統と同等水準の発電効率を有し、さらに排熱を有効利用できることから、総合的な省エネルギー性、CO₂削減効果、経済性などに優れています。

○省コスト

電力需要のピーク時にコージェネレーションの稼働を高めるピークカット運転により、電気料金の上昇を抑制することが可能です。空調システムを、コージェネレーション排熱の利用機器で構成することで、電力のピークカット量をさらに大きくすることも可能です。

○エネルギーセキュリティの向上

日本の送電安定性は高いものの、自然災害等により停電が発生しないとは言いきれません。瞬低・停電時にも、ガスコージェネレーションで給電を行うことで、重要施設への電力を安定的・継続的に供給できる電源セキュリティを実現できます。

さらに一定要件を満たせば、消防法上の非常電源としても利用可能です。(防災兼用機)。

○マイクログリッド内における電力需給の調整機能（調整電源）としての役割

コージェネレーションは発電出力の優れた安定性と制御性を有しており、再生可能エネルギーの出力変動を補完し調整できるため、マイクログリッドの電源調整機能を果たすことが可能です。

②短所

○関係法令対応

消防法での届出や、定期点検、容量によっては電気主任技術者の選任が必要になるなど、関連法規への準拠が求められます。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

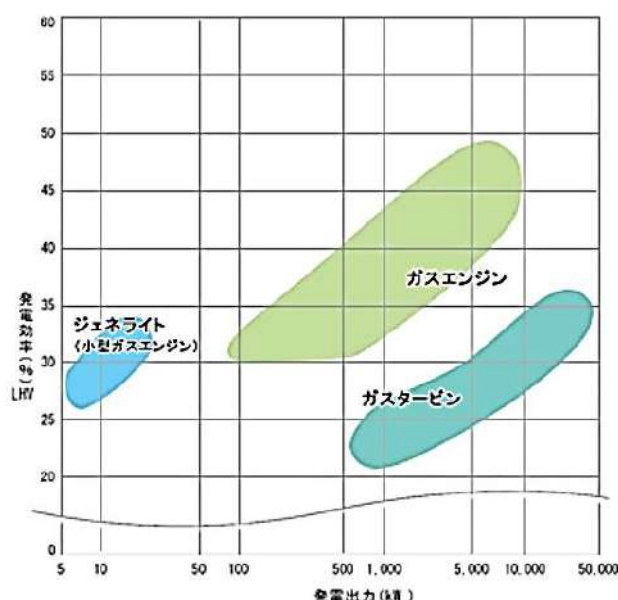
マイクログリッドにコージェネレーションを導入することで、商用電力とガス（コージェネレーション）により、マイクログリッド内のエネルギーの二重化を図ることができるため、非常時のエネルギーセキュリティが向上します。

行政機関や地域の防災活動拠点の確保等に向けて、停電対応仕様のガスコージェネレーションなど、非常時におけるエネルギーセキュリティ確保に大きく貢献します。

コージェネレーションは発電出力の優れた安定性と制御性を有しており、再生可能エネルギーの出力変動を補完し調整できるため、マイクログリッドの電源調整機能を果たすことが可能です。

コージェネレーションシステムを導入する際、省エネ量やCO₂削減量に応じて国の補助金や税制優遇を受けられる場合があります。

規模は、ガスエンジンやガスタービンなど、1kWから数万kWまでのさまざまな規模のラインナップがあり、郊外の小規模な事業所、都市郊外の商業施設、都市部の再開発エリアなど大規模な熱供給施設までカバーしています。



システム別の発電出力と効率

図3 システム別の発電出力と効率

出典：東邦ガスHP

5. 燃料電池

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギー生産設備	燃料電池	全エリア	小規模～大規模	高効率で安定的な電力および熱の供給

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

前項で説明したガスコージェネレーションシステムの内、燃料電池システムは、燃料電池を用いるコージェネレーションシステムのことです。遠方の大規模集中型発電所から送電する現状の系統電力に比べ、送電ロスもなく、発電と同時に発生する熱をその場で有効利用できるため、高いエネルギー効率が実現できます。

②構成要素の原理等について

都市ガスやLPガス等から水素を作り、その水素と空気中の酸素の化学反応により発電します。燃料が持つエネルギーを燃焼させずに直接利用するため、高い発電効率を得ることができます。

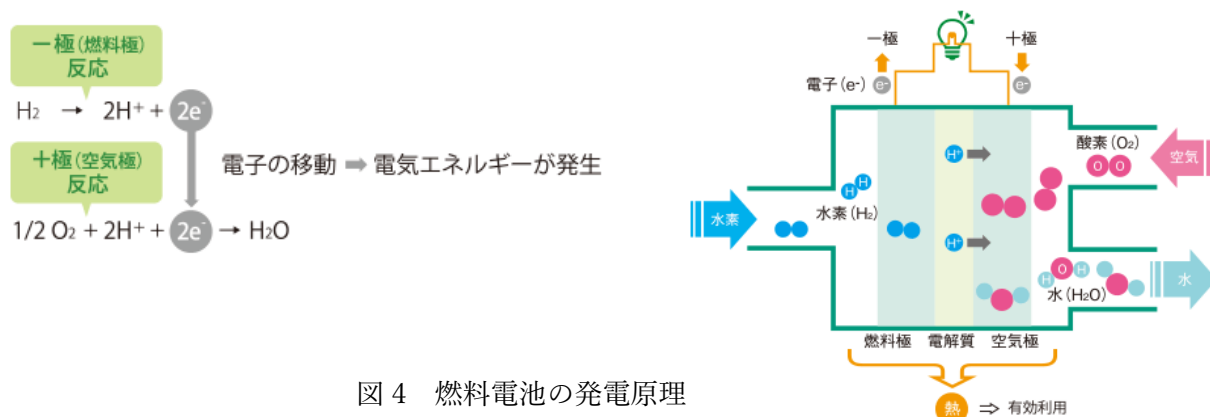


図4 燃料電池の発電原理

出典：東邦ガスHP

(2) 構成要素の特徴

燃料電池には様々な種類が開発されていますが、ここでは、最も普及が進む家庭用燃料電池エネファームについて記載します。

①長所

○高い省エネルギー性

家庭用燃料電池エネファーム（固体酸化物形）では、発電効率が55%と高く、さらに排熱の有効利用により総合効率は87%に達するなど、省エネルギー性に優れています。

○高いレジリエンス性

停電時発電継続仕様により、もし万一の停電が発生しても発電を継続します*¹。停電中も、停電時専用コンセントで、電力を使用することが可能です。

*¹：停電時発電継続機能を使用するためには、停電発生時にエネファームが発電中である必要があります。ただし、エネファームの停止中に停電になった場合は、一定の条件を満たす蓄電池や発電機などと接続することで、エネファームを起動できる場合があります。

②短所

○設置場所の確保

貯湯槽タンク設置スペースなど、スペースを考慮する必要があります。

(横 1390mm×奥 800mm：標準設置の場合でメンテナンススペースを含む)

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

○マイクログリッドにおける位置づけ

マイクログリッド内のご家庭に家庭用燃料電池エネファーム(停電時運転継続仕様)を導入することで、商用電力とガス(エネファーム)により、ご家庭内のエネルギーの二重化を図ることができるため、非常時のエネルギーセキュリティが向上します。

○構成要素の規模

家庭用燃料電池エネファームのラインナップは、主に下表の2種類があります。マイクログリッドの規模によらず、設置スペース等の確保などの設置条件を満たせば、設置可能となります。

表1 燃料電池のスペックについて

	燃料電池形式	出力範囲 (W)	停電時発電機能
エネファーム	固定高分子形 (P E F C)	200～700	標準搭載
エネファーム typeS	固体酸化物形 (S O F C)	50～700	選択可能

出典：東邦ガスHP

6. HEMSおよび需要家設備

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギーマネジメントシステム、 需要家設備	HEMS、 需要家設備(DR)	全エリア	小規模～ 大規模	需要家側に導入される分散 型のエネルギーリソース

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

本稿は主に家庭用(住宅用)について記載します。HEMSは、Home Energy Management System(ホームエネルギーマネジメントシステム)の略で、「へムス」と呼ばれています。日本はCO₂など温暖化ガスの排出量を削減する目標を掲げており、家庭部門での削減達成のために、国では2030年までに全世帯にHEMSを普及させる目標を打ち出しています。

②構成要素の原理等について

スマートハウス向けの通信プロトコルとして、ECHONET Liteが標準プロトコルとして認定されています。家庭部門の省エネルギーを推進するため、政府がエネルギーに関連の深い、太陽光発電、蓄電池、電気自動車・PHV充電器/充放電器、給湯器、燃料電池、エアコン、照明、スマートメーターを「重点8機器」として定めています。重点8機器とHEMS間は、第三者機関によるA I F認証(アプリケーション通信インターフェース認証)を整備することで相互接続性をさらに向上し、HEMSからの機器制御の普及を促進しています。

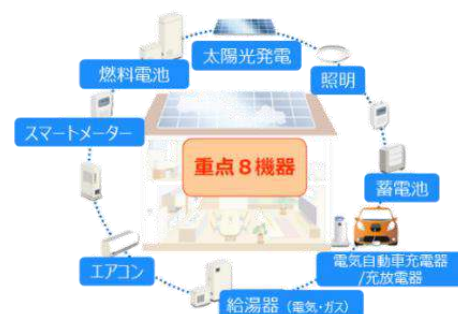


図5 HEMSを構成する重点8機器

出典：エコネットコンソーシアム資料

国がZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)として、断熱性能向上と高効率な設備導入により省エネルギーを図ると共に、再生可能エネルギーを導入し、年間のエネルギー消費量の収支をゼロとする住宅に対して補助金を制定しています。HEMSはZEH補助金の必須要件として、消費電力計測や省エネ機器制御を担っています。大手ハウスメーカーの新築注文住宅のZEH化比率は、2019年度で47.9%ですが、中小工務店は未だ8.2%と低い水準であり今後普及させていくことが課題です。

再生可能エネルギーの普及やレジリエンス向上の観点から、大規模発電所(集中電源)に依存した従来型のエネルギー供給システムが見直されるとともに、需要家側のエネルギーリソースを電力システムに活用する仕組みの構築が進められています。工場や家庭などが有する分散型のエネルギーリソース一つ一つは小規模ではあるものの、IoTを活用した高度なエネルギーマネジメント技術によりこれらを束ね(アグリゲーション)、遠隔・統合制御することで、電力の需給バランス調整に活用することができます。デマンドレスポンス(DR)とは、需要家側エネルギーリソースを制御し、電力需要パターンを変化させる手法です。DRは、需要制御のパターンによって、需要を減らす(抑制する)「下げDR」、需要を増やす(創出する)「上げDR」の二つに区分されます。また、需要制御の方法によって、①電気料金型(電気料金設定により電力需要を制御する)と、②インセンティブ

型(電力会社やアグリゲーター等と需要家が契約を結び、需要家が要請に応じて電力需要の抑制等をする)の二つに区分されます。ERAB(エネルギーリソースアグリゲーションビジネス)検討会等で、DRを活用したビジネスについて議論がなされております。

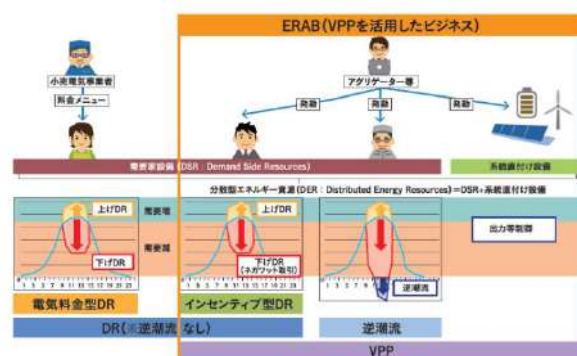


図6 DR関連用語関係図

出典：経済産業省 デマンドリスポンスハンドブック資料

(2) 構成要素の特徴

①長所

○短い設置期間

大規模電源等が建設計画から運転開始まで期間を要するのに対し、設置から運転開始の期間が短くすみます。

○災害時等の需要量制御可能

災害時等は供給の範囲内での需要量制御が可能となります。

○分散型エネルギーリソース非稼働時の有効活用可能

工場や家庭に導入される電動車両やエコキュートなどを、走行や給湯などの本質価値で使用しない遊休時間帯にエネルギーリソースとして活用できます。

②短所

○個々の需要設備のシステム対応が必要

通信機能付き需要設備へのアップデートが必要となります。

○多くのエネルギーリソースの組み合わせ要

一つ一つは出力が小さく、まとめる必要があります。

○省エネに向けたマネジメントの難しさ

多様な需要家設備があり、出力性能や応答時間、空き時間など需要家設備の特性に応じた制御と組合せによる最適化が必要となります。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

家庭部門のDR・蓄エネ設備で、エネルギーポテンシャルの規模感として2030年に4,700万kWとの試算がなされています。また、EV/PHVも2030年に4400万kWとポテンシャルは大きく、効果的な活用が期待されています(出所：経産省ERAB検討会資料)。都心、都市郊外、地方郊外のいずれにおいても、グリッドを補助する仕組みとして活用可能です。実際に、宮古島来間島のマイクログリッド構築事業においては、100世帯くらいの離島において、グリッド側に800kWhの蓄電池、需要家(住宅)側に270kW分の太陽光発電、360kWh分の蓄電池と、エコキュートを設置し、平常時は再生可能エネルギーを活用しつつ、災害等による大規模停電などの非常時は、系統から切り離し自立的に電力供給を可能にする地域マイクログリッド構築事業を開始しています。

家庭用の制御が可能な需要家設備として、上記の太陽光発電、家庭用蓄電池(想定2~3kW/台)、エコキュート(想定1kW/台)に加えて、車載蓄電池利用(想定5kW/台)、エネファーム(想定0.7kW/台)等が挙げられます。

7. BEMSおよびFEMS

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギーマネジメントシステム	BEMS、 FEMS	都心、 都市郊外	中規模～ 大規模	最適な需要側運用に寄与

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

BEMS（Building Energy Management System）とは、「ビル・エネルギー管理システム」と訳され、室内環境とエネルギー性能の最適化を図るためのビル管理システムのことを示します。BEMSは業務用ビル等、建物内のエネルギー使用状況や設備機器の運転状況を把握し、需要予測に基づく負荷を勘案して最適な運転制御を自動で行うもので、エネルギーの供給設備と需要設備を監視・制御し、需要予測をしながら、最適な運転を行うトータルなシステムです。

工場が対象となるとFEMS（Factory Energy Management System）となり、対象設備にプラント設備、生産機器が含まれる場合もあります。

②構成要素の原理等について

BEMSは、導入しただけではエネルギーの削減や最適環境制御ができるわけではなく、「適正運転管理の計画」「使用エネルギーの妥当性の把握」「適正な運転状況の把握」からなる「管理上のサイクル」が運用されることで、はじめて省エネルギーなどにつながります。BEMSの導入で、エネルギーのむだな使用を把握するのは比較的容易となりますが、それ以降の更なる省エネルギー対策のためには、このサイクルに基づき、担当者が継続的にBEMSを運用・活用できる組織的・計画的な仕組みが必要となります。

BEMSの代表的機能として

- ・週、月、年ごとのエネルギー比較グラフ作成
- ・異常値発見が容易なグラフ作成
- ・運転状況と定量化グラフ

があります。

(2) 構成要素の特徴

①長所

○エネルギー使用量の最適化

エネルギーに係る情報の収集、解析、活用によりエネルギー使用量の最適化を図ることができま

す。

○発電設備と需要設備の制御

再生可能エネルギーやコージェネレーションなどのエネルギー生産設備や蓄電池などの蓄エネルギー設備などの制御と、導入施設のデマンド制御やパーソナル環境制御などの先進的な需要側制御を含んだマイクログリッドを対象にした制御も可能です。

②短所

○導入に際しての膨大な作業手間

BEMSの導入に際し、システム品質、機器・ソフトの製作、計装配線施工、電気工事施工などの施工管理と、管理・制御の対象となる電気、衛生、空調、防災、防犯などの各ベンダーとの信号の取り合い調整などが必要となります。その作業量はシステム規模に比例して膨大なものとなります。

○設備費用

追加的設備となるため、イニシャル建設費に対して、増要素となります。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

BEMSは主として都心のオフィスビルや病院、教育施設などに導入されます。また都市郊外ではFEMSとして工場等に導入されます。対象は中規模～大規模の施設に限定され、このような建築物を中心としたマイクログリッドや、さらに大規模な地域熱供給などで適用されることが想定されます。

8. CEMS

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギーマネジメントシステム	CEMS	全エリア	中規模～大規模	地域におけるエネルギーの需要・供給を統合的に管理

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

CEMS（Community Energy Management System）は、地域に存在するエネルギーリソースをIoT等のデジタル技術を活用して連携させ、需要と供給を適切に管理しつつ地域におけるエネルギー利用の最適化を図るシステムのことを示します。管理を行うエネルギーリソースとして、再生可能エネルギーやコージェネレーションシステム等の分散型電源や家庭、ビル、工場等の需要設備、蓄電池や電気自動車等の蓄エネルギーシステム等があります。

CEMSは地産地消によるエネルギーコスト最小化やCO₂最小化を行うだけでなく、災害による停電等の非常時には他の系統線から解列し地域のエネルギー供給を自立的に維持させる等、LCP（Life Continuity Plan）やBCP（Business Continuity Plan）の強化に必要な機能を具備することもできます。

②構成要素の原理等について

CEMSは、地産地消によるエネルギーコスト最小化やCO₂最小化、非常時の自立運転を実現するために、地域の発電予測や需要予測、市場予測から蓄エネルギーリソースの最適な利用計画を立て、地域の需給計画、調達計画を創案します。実際の需給断面においては、予測と実績のずれを考慮しながら、発電設備や蓄エネルギーリソース、DR等を組合せた制御指示を行い、需給運用を行います。太陽光発電等の自然変動型の再生可能エネルギーを利用する場合、天候により発電量が大きく変わるため、気象予測の精度が重要となります。また、個人所有の蓄電池や電気自動車を蓄エネルギーリソースとして活用する場合、活用の可否や可能量が変動する可能性があるため、冗長性をもった利用計画が必要です。

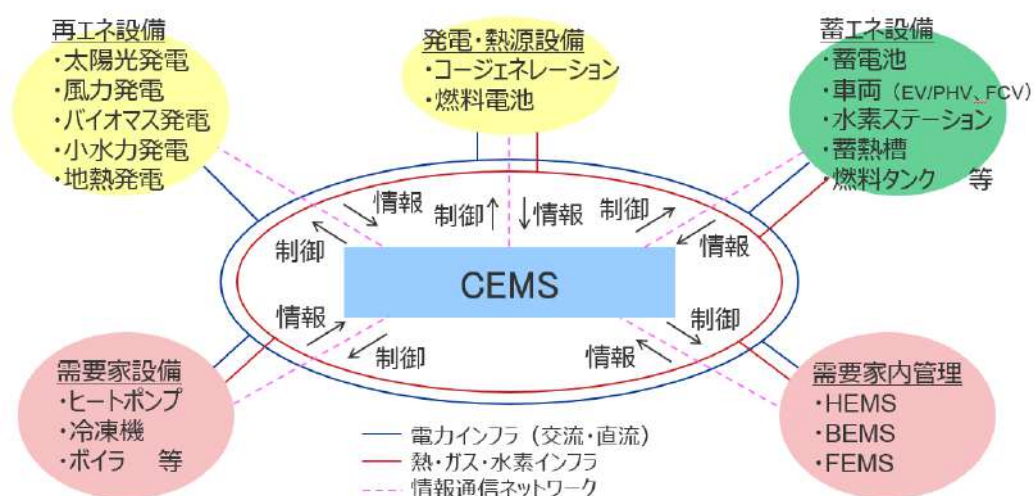


図7 CEMSの制御対象について

(2) 構成要素の特徴

①長所

○エネルギー利用の最適化

地域のエネルギーに係る情報をリアルタイムで収集し制御を行うことで、地域のエネルギーコスト最小化やCO₂最小化を実現できます。

○非常時の自立運転

平常時より周波数維持・需給バランス調整が可能なCEMSであれば、災害による停電等の非常時に他の系統線から解列し地域のエネルギー供給を自立的に維持させることが可能となります。ただし、蓄電システムによるブラックスタート機能や事故時の故障検出等の課題が存在することから、実現に向けて開発が進められております。

②短所

○システム開発の複雑さ

発電設備や需要設備、蓄エネ設備等の条件が地域によりさまざまであることや、分散型の多数の機器を同時並行的に管理、制御を行う必要があることから、非常に複雑で大規模なシステムとなります。現時点においては、パッケージ型の製品がないことから導入にあたっては個別開発となる可能性があります。

○設備費用

システム開発費用に加えて、リソース側の情報通信機器設置やリソースとシステムを接続する情報通信ネットワーク設備が必要となるため、初期導入費用が高額となります。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

CEMSは、地域のエネルギーリソースを連携し、地産地消によるエネルギーコスト最小化やCO₂最小化、非常時の自立運転等の目的を達成するマイクログリッドの頭脳です。地域や個人の快適性を損なうことなく、効果的に目的を達成するためにはよりスマートな管理、制御が必要となります。

管理を行うエネルギーリソースの台数は地域の規模に応じて増加することとなりますが、必要となる機能は地域を問わず同じです。

9. 蓄電池

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
蓄エネルギー設備	蓄電池	全エリア	小規模～大規模	短時間～長時間の調整力、非常電源として活用可能 ニーズに応じて構成・規模を調整可能

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

蓄電池は、外部から供給される電気エネルギーを化学エネルギーとして充電（蓄電）し、必要時に電気エネルギーとして取り出すことができます。需給調整（エネルギーシフト、系統品質の維持等）や、商用系統の停電時等のバックアップ電源としても活用されます。

マイクログリッドへ寄与が期待されるのは、①変動電源（太陽光、風力等）の余剰吸収や変動吸収を担うことで送配電網への影響緩和でき、再生可能エネルギー導入量の拡大につながります。また、②甚大化する災害へのバックアップ電源としてのレジリエンス強化策などが挙げられます。

②構成要素の原理等について

蓄電池設備は、一般に蓄電池、入出力装置（交直換装置、チョッパ等）、制御システム（BMS、EMS）等から構築されます。交直変換装置、チョッパの電圧、周波数、位相を制御することにより、電気の潮流を制御し、充放電を行います。蓄電池種類は、下表のようにリチウムイオン電池、ナトリウム硫黄電池、レドックスフロー電池、鉛電池などがあり、用途、規模等により選択します。

表2 蓄電池種類

		リチウムイオン電池	ナトリウム硫黄電池	レドックスフロー電池	鉛電池*1
システム規模	出力	6～ 40,000 kW	500～ 50,000kW	500～ 15,000kW	
	容量	48～ 40,000kWh	3,600～ 300,000kWh	1,000～ 60,000kWh	10 時間率
充放電効率	電池単体	95%	90%	85%	
	システム全体	86%	80%	70%	75-85%*2
耐久性	calendric 寿命	10 年	15 年	20 年	15 年
	サイクル寿命	15,000cyc	4,500cyc	10 万 cyc	5,000cyc
重量エネルギー密度		92Wh/kg	87Wh/kg	10Wh/kg	25Wh/kg
体積エネルギー密度		176Wh/L	83Wh/L	15Wh/L	31Wh/L
充電レート		8C	0.13C	0.25C	0.65C
放電レート		同上	0.17C	同上	
SOC 管理方法	推定方法	充放電電流の積算値から SOC を推定	充放電電流の積算値から SOC を推定	電解液の電位の測定から SOC を推定	充放電電流の積算値から SOC を推定
	補正手法	開放電圧と SOC 間の相関関係を利用して補正	充電末（補充電）、放電末開放電圧にて深度補正	補正不要	充放電電流と総電圧から補正、開放電圧による補正

※ 参照資料“電力系統における蓄電池利用・制御技術” 電学技報 No.1703 2017 年当時の情報

*1 鉛蓄電池については、GS ユアサ製(SLR シリーズ 鉛蓄電池版 SLR-1000)のカタログより転記、算出

*2 蓄電池メーカー作成の複数の比較資料を元に記載

(2) 構成要素の特徴

①長所

○ニーズに合った設備にカスタマイズ可能

必要とされる機能、設置場所の制約等により、出力規模や容量等を比較的柔軟にカスタマイズが可能です。また、コンテナ等にパッケージングされた製品も出てきており、施工期間も短く、かつ増設、移設も他の発電設備と比べると比較的容易にできるため、需給変化に合わせて柔軟に対応ができます。

○高い応答速度

秒オーダーの応答要求に対応可能であり、太陽光などの短時間で急峻な変化を伴う電源の変動緩和にも対応が可能です。蓄電池によってはミリ秒オーダーの応答が可能であり、交直変換装置、チョップ等^{*}に高速スイッチを具備すれば、落雷等に拠って生じる瞬時電圧低下の対策へも使用できます。

②短所

○容量制限がある

燃料を補給すれば出力し続けられる発電機とは異なり、蓄電池は、容量以上の放電（出力）、充電（蓄電）ができません。このため、容量を意識して運転計画を立てる必要があります。レジリエンス強化用途として蓄電池を導入する場合、容量制限により出力継続が課題となるため、荒天に備えてあらかじめ充電することや、PVなどの発電設備を併設する等の対策が必要となります。

○設備費用の経済性

現在の蓄電池の設備費用に対して、十分な対価を得られる状況にありません。更なるコストダウンと対価を得られる制度設計、仕組みが必要となります。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

都心のように蓄電池に再エネのような電源が併設できない場合、バックアップ電源や分散電源としてのVPPリソースとして活用されることになります。設置面積の制約もあり、ビル等の建屋単位への設置が主となり、設備規模も一般的に小さくなります（～数100kW程度）。郊外に向かうにつれ、再生可能エネルギーの余剰活用や導入量拡大といった役割に調整力として寄与でき、CO₂削減効果にも貢献できます（～数万kW程度）。再生可能エネルギーや大きな需要家に蓄電池は併設されます^{*1}。地方郊外や離島になると、需要は小さくなるものの配電網も都市部と比較して弱いため、レジリエンス強化目的として再生可能エネルギーと併設し、非常電源として活用されます。蓄電池を併設した場合、平常時も太陽光等を意識した需給調整が必要になることから、オフグリッドに近いシステム構成・運用になると想定されます。

^{*1}：蓄電池の電気事業法上の位置づけを明確化する議論開始（資源エネルギー庁 E R A B 検討会）。位置づけが明確になれば、系統網に蓄電池単独で接続する蓄電池事業で設置する形態が出てくる可能性あり。

10. 車両（EV／PHV、FCV）

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
蓄エネルギー設備	車両（EV／PHV、FCV）	全エリア	当面、小規模 （流通増大に伴い、大規模化）	車両の充放電機能を活用し、災害時の電力供給や、余剰電力の有効活用等を図る

（1）構成要素の概要

①構成要素の分類について

災害時等の電力供給が困難な状況では、市販のEV／PHVやFCV（含むバス、トラック等の商用車）を電源とし、各ご家庭や防災拠点のような建屋への電力供給を実施可能となります。

また平時においても以下のようなケースでは、車両の持つ充放電機能を活用し、グリッド内の電力安定化に寄与することができます。

- ・野外イベントのような局所的に大量の電気が必要なケース
- ・再生可能エネルギーによる発電の変動緩和（電力余剰時は充電し有効活用。不足時は放電）

※FCVは充電不可。放電機能は、一部車両のみに搭載

②構成要素の原理等について

車両に搭載される駆動用バッテリーおよびFCVにおいては駆動用燃料電池を用いて発電を行い、外部給電器や可搬型バッテリー等を介することで建屋やイベント会場等に給電することが可能です。



図8 PHVによる外部給電（外部給電器は別売） 図9 燃料電池バスと可搬型外部給電器/バッテリー

出典：トヨタ自動車HP

（2）構成要素の特徴

①長所

○災害時のエネルギー供給

災害時に外部給電することで、住民のみなさまに安全・安心を提供できます。また、FCVにおいては、内部のバッテリーや水素を消費しても近隣地域での充電や水素ステーションにて給水素することで、長時間にわたる給電が可能となります。

○対環境性

E V／F C Vでは排ガスの発生がなく音も静かなため、住宅密集地等での使用に適しています。

○緊急避難場所としての活用

電動/F Cバスでは、バス自体が緊急避難場所や応急手当の場所として活用が可能です。

○車両価値の拡大

平時においても、車両未利用時の有効活用により、車両の持つ価値の最大化が可能となります。

②短所

○マイクログリッド内における保有台数が少ない

現況は車両がコンベ車（一般車）より高額かつ流通台数も少ないため、自治体およびお住いの住民の方での保有台数が少なく、効果が限定的となります。

○高額の設備

充放電器や水素ステーションも高額で、設置・誘致の費用工面の必要があります。

（補助金等を設定し、車両購入や設置誘致の推進が必要）

○車両単体での給電不可

現状、外部給電器や可搬型バッテリー（直流-交流変換器）等が必要で車両単体では給電できません。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

車両は他電源やグリッド不能時においても、異なる経路にて電源供給可能な点から災害時等の有事ではその発揮効果は非常に大きくなります。また、災害時以外においても、再生可能エネルギーとの協調利用によって車両普及とともに電力安定供給への貢献度合いはより大きくなってきます。また、E V／P H Vに搭載される駆動用バッテリーやF Cに搭載される燃料電池ユニットは定置型機器や、F Cユニットを転用したF C電源車の実証も進んでおり、貢献の拡大が期待されています。

（参考）

<供給可能電力量 ※満給油、充電、水素充填時>

- ・ P H V／H V：約 40 k W h （トヨタ H P）
- ・ E V ：車両に搭載の電池容量による
 リーフで最大 62 k W h
- ・ F C V ：約 60 k W h
- ・ F Cバス ：約 490 k W h
- ・ F C電源車 ：約 612 k W h



図 10 F C電源車

出典：トヨタ自動車H P

11. 交流電力ネットワーク

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギーネットワーク	交流電力ネットワーク	全エリア	小規模～大規模	電力供給の基盤

(1) 構成要素の概要

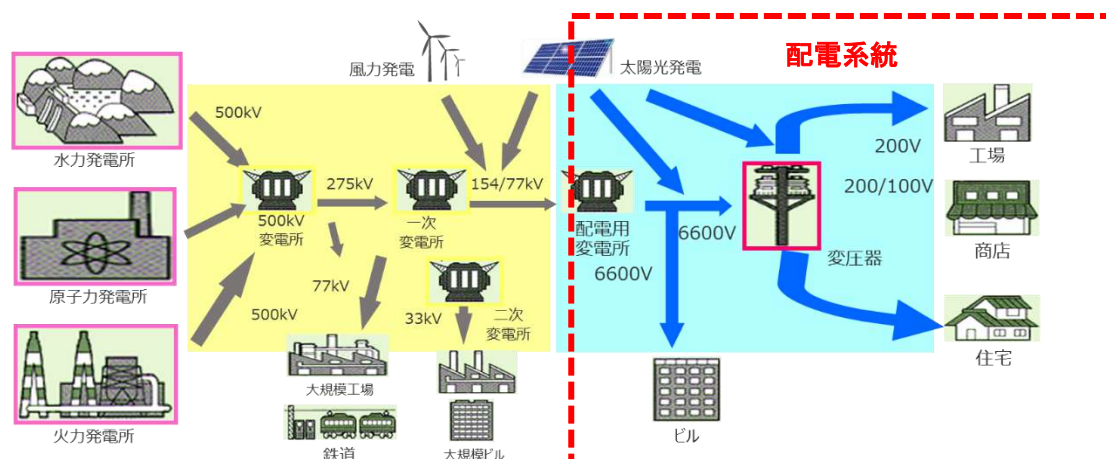


図 11 電力システムの全体

出典：中部電力パワーグリッドHP

各発電所でつくられた電気は 275,000 V～500,000 V という超高電圧に変圧されて送電線に送り出されます。変圧を繰り返して徐々に電圧を下げるのは、発熱による送電ロスを少なくするためであり、送電ロスが少なくなれば、長距離の区間を効率的に送電することができます。

これを、各地に設けられた超高圧変電所で 154,000 V、一次変電所で 77,000 V に変圧します。その後、配電用変電所において、6600 V に変圧されて大規模なビルや中規模工場等へ配電されます。また、6,600 V から、電柱の上にある柱上変圧器で 100 V または 200 V に変圧され、引込線から各家庭へと送られます。

主に 6,600 k V 以下の系統を配電系統と呼び、マイクログリッドの構築においては、この配電系統を活用することになります。

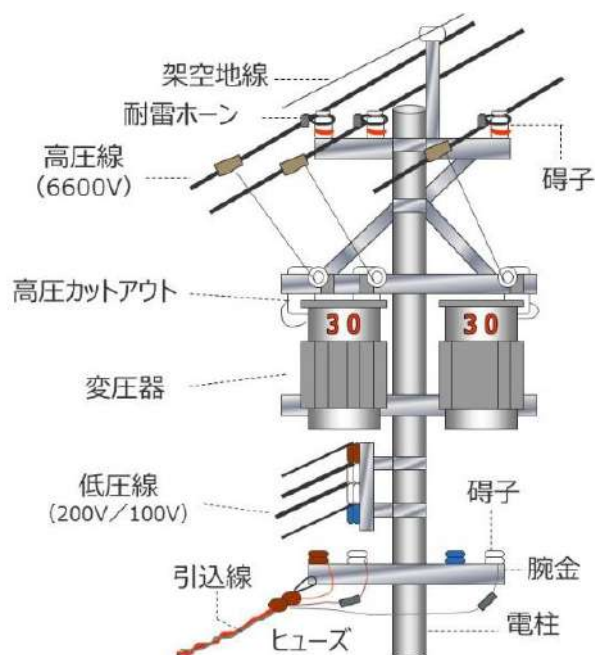


図 12 配電設備

出典：中部電力パワーグリッドHP

高圧線：配電用変電所とつながっている電線。流れている電気は 6,600 V。

高圧カットアウト：柱上変圧器を保護するためのヒューズと開閉器を合わせた装置。

変圧器：配電用変電所から送られてくる 6,600 V の電気を 100 V ・ 200 V の電圧に変える装置。

低圧線：柱上変圧器で、変圧した 100 V ・ 200 V の電気が流れている電線。

碍子：高圧用と低圧用があり、電線と電柱を絶縁するもの。

ヒューズ：家庭に送るための低圧電線に異常があった場合、自動的に線路を遮断するための装置。

引込線：家庭に電気を引き込むための線。

(2) 構成要素の特徴

①長所

○電圧の変更が容易

交流の電気は変圧器により簡単に電圧を昇降できます。

○電流遮断が容易

雷等による短絡・地絡事故時の電流遮断が直流に比べて容易にできます。

○安価な構築費用

設備の構築費用が直流に比べて安価です。

②短所

○電気絶縁の強化

直流の電気と比較して、電圧電流の振れ幅が大きいことから、絶縁・最大電圧が大きく、絶縁の強化が必要になります。そのため、電力機器のサイズが大きくなるという短所があります。

○電力損失が大きい

導体利用率が直流より低く、電力あたりの電流が大きいため電圧降下・電力損失が大きくなります。

○系統末端での電圧上昇

系統の末端では、電線路の静電容量でフェランチ効果により、電圧が上昇する障害が発生することがあります。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

マイクログリッドを構成するうえで、電力ネットワークは必要不可欠です。マイクログリッドの規模については、グリッド内の需要および供給力を鑑み決定する必要があります。また、既設配電設備を活用して構築する場合においては、区分開閉器の位置等、設備形態を考慮する必要があります。そのため、当該エリアの一般送配電事業者と協議を行い決定する必要があります。

12. 直流電力ネットワーク

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギーネットワーク	直流電力ネットワーク	都心、 都心郊外	小規模（既存手段との比較による）	既存交流グリッド等を補完する安定的な電力供給

（１）構成要素の概要

各国の電気通信サービスにおいて、100 年以上前から商用停電した場合のバックアップ用の電源として、直流が利用されています。

一方、交流は、電圧変換が容易であり、発電所から需要地までを適切な電圧に変換しながら、経済的な送電を行うことに適しているため、各国の電力系統は交流が利用されています。

これまで、直流は電気通信サービスやデータセンター等の高い供給信頼度が必要な施設のバックアップ用として限定的に利用されてきましたが、以下のニーズ等により、直流給電の検討が進んでいます。

- ①電力系統に太陽光発電や蓄電池等の直流で動作する設備の接続が増加。
- ②スマートフォンやノートパソコン、タブレット等、機器内部で直流を利用する機器の増加。
- ③近年の災害の激甚化による長時間停電の発生をふまえた、重要施設への再エネ及び蓄電池導入による電力レジリエンス強化のニーズ。

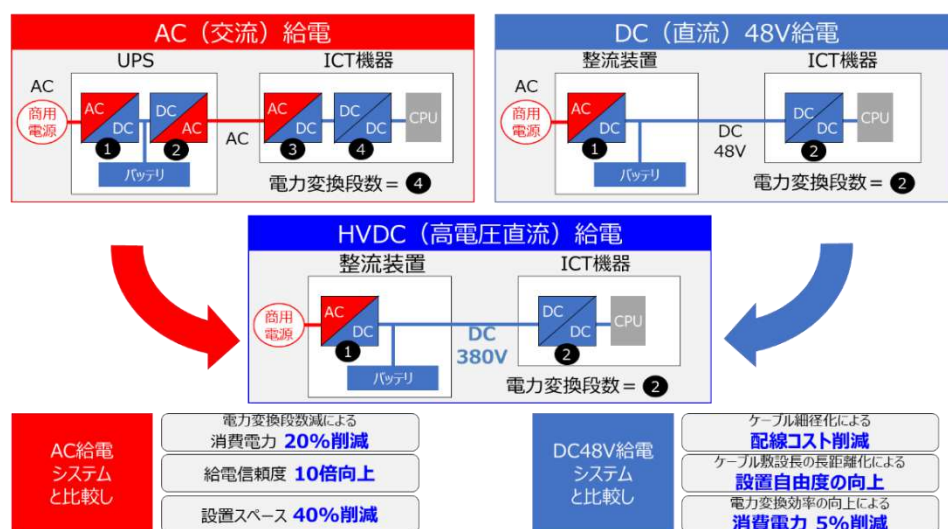


図13 交流給電システム（AC）と高電圧（380V）直流給電システム（HVDC）の比較

（2）構成要素の特徴

①長所

○高い設備利用率と運転時低損失

表皮効果がないため導体の利用率が高くなります。また実効値が同じ交流に比べると電圧値が小さいので、交流に比べ、細い電線やケーブルが利用できます。また、交流のような無効電力や表皮効果が無いため、送電損失が小さくなります。（コスト削減・環境性）

○交流系統に非同期で連系可能

系統の周波数に無関係に非同期接続、異周波数連系ができます。(運用の安定化)

○直流リソースの接続容易性

太陽光発電や蓄電池、直流負荷等の直流機器同士の接続が容易です。(コスト削減・環境性)

②短所

○公衆保安確保等のための制度・規格類整備

現状、直流給電は一般の人が触れられない場所や機器内部での利用が主流であり、一般環境下で利用するためには公衆保安の確保等の観点から法制度や規格類の整備が必要となります。

○既存の交流ネットワークとの接続設備要

電圧の変換において、交流は変圧器により効率良く容易に実施できますが、直流はコンバータ等の変換装置が必要となり設備点数が増え、コストも大きくなります。

○開閉機器の大型化

交流は電流が0になる瞬間があるのに対し、直流は常に電流が流れ続けるため、交流より大型の遮断器が必要となります。

○需要家機器が交流仕様であること

多くの電動機、家庭用電気機器、電灯等は交流を前提に作られているため、現時点では交流が経済的に有利となります。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

地域グリッド化という観点においては、既存の交流グリッドを補完する形での活用が考えられます。例えば、①需要設備付近の再生可能エネルギー電源及び蓄電設備からの電力供給、②新たな需要設備内における効率的な電力輸送等での活用が考えられます。既存の蓄電設備規模・直流送電等を考えると比較的小規模が想定されますが、必要な電力容量・周辺環境等ふまえ検討することになります。

一方、直流給電の活用における課題の一つは、①直流で動作する機器が少ないことです。現在、直流サーバー、パソコン、スマートフォン等、直流で動作する機器も増えていますが、直流給電の有効活用には、直流で動作する機器の一般への普及が必要と考えられます。また、②直流供給設備自身のコスト低減も必要であり、特に、現状、直流供給設備の導入数が少なくコストが高ことから、コスト低減のためには設備の普及が必要と考えられます。

13. 熱・ガス供給ネットワーク（スマートエネルギーネットワーク）

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギーネットワーク	熱・ガス供給ネットワーク（スマートエネルギーネットワーク）	全エリア	小規模～大規模	熱と電気の高効率・安定供給 再生可能エネルギーの調整機能としての活用

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

「スマートエネルギーネットワーク」とは、都市ガスによるコージェネレーションや再生可能エネルギー・未利用エネルギーなどを組み合わせ、情報通信技術によりエネルギー需給を最適に制御し、熱と電気を最適に融通し、快適な生活と省エネ・省CO₂を達成するエネルギーシステムです。

②構成要素の原理等について

ネットワークは、都市ガス、系統電力、水素、河川水や地中熱などの未利用エネルギーなど、複数のエネルギー源、コージェネレーションや再生可能エネルギー（太陽光発電）などの分散型システム、水素エネルギー活用の拠点である水素ステーションなどで構成されます。それらが、情報通信技術によって統合的に制御されることで、熱と電気が高効率かつ面的に利用されます。

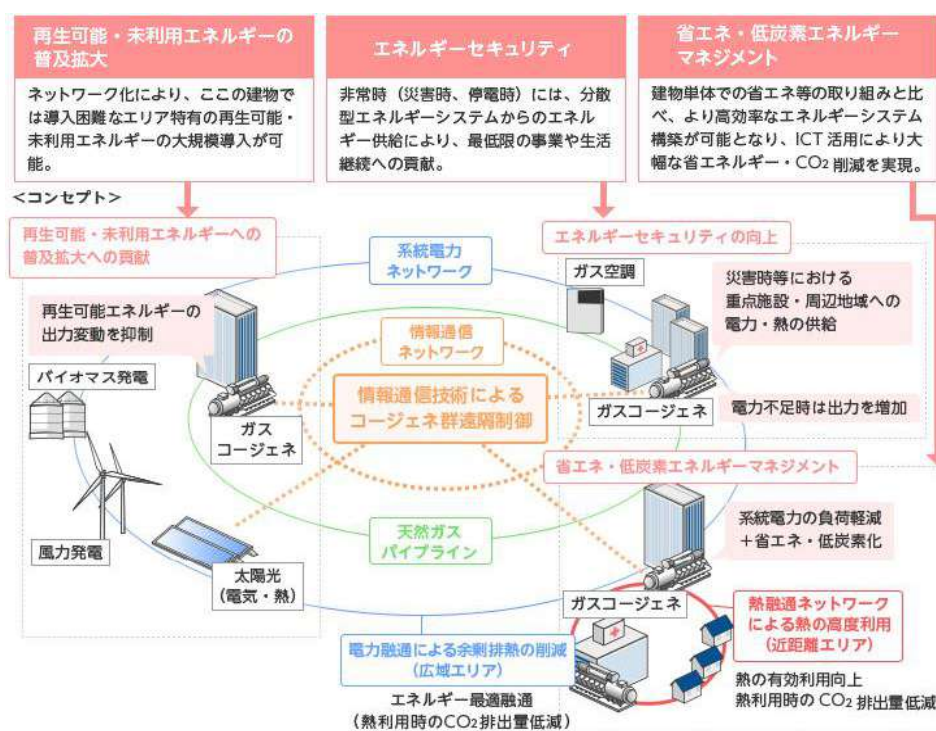


図 14 スマートエネルギーネットワーク

出典：日本ガス協会資料

(2) 構成要素の特徴

①長所

○熱と電気の安定供給

コージェネレーションにより、熱と電気を安定的に高効率に供給します。

○再生可能エネルギー・未利用エネルギーの活用

ネットワーク化し需要を大きくまとめることで、地域に賦存する再生可能エネルギーや未利用

付-26

14. 水素ステーション

構成要素	種別	適合エリア	適合規模	構成要素の特徴
エネルギーネットワーク	水素ステーション	全エリア	小規模～大規模	水素利活用の拠点

(1) 構成要素の概要

①構成要素の分類について

水素ステーションとは、燃料電池自動車（以下、F C V）に水素を供給する施設です。

水素ステーションは、ガソリンスタンドと同様の「定置式」と、装置一式をトレーラーに搭載し移動可能な「移動式」に分けられます。さらに、定置式水素ステーションは、水素ステーションで水素を製造する「オンサイト方式」、ステーションの外で製造した水素をステーションに配送する「オフサイト方式」の2つに分類されます。

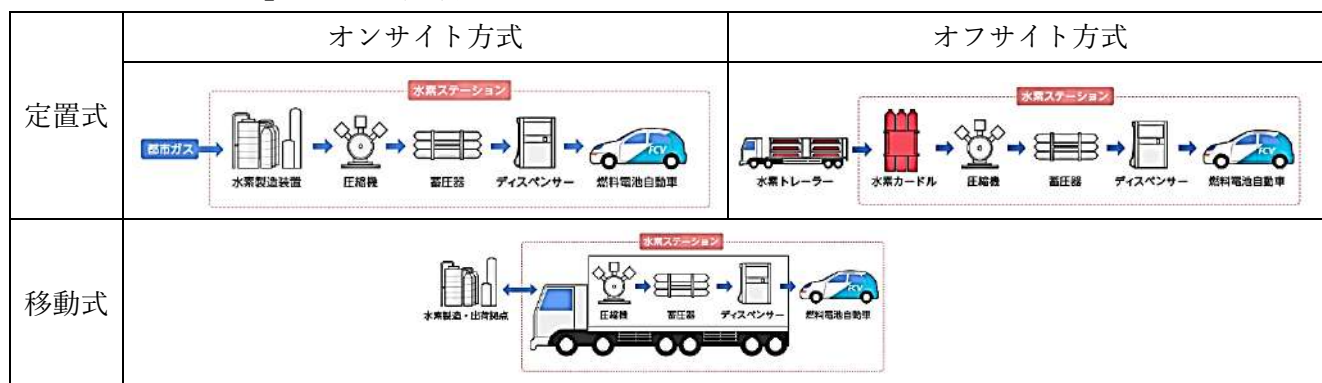


図 16 水素ステーションの方式

出典：日本ガス協会HP

②構成要素の原理等について

水素は、オンサイト方式では水素ステーション内で都市ガス等から水素製造装置により製造され、オフサイト方式では水素ステーション外部から水素容器により配送されます。

また、製造過程におけるCO₂排出を大幅に低減した水素を「CO₂フリー水素」と呼び、長期地球温暖化対策に貢献する技術として注目されています。代表的な製造方法には、再生可能エネルギーにより水の電気分解で製造する方法、天然ガスや石炭等の化石燃料から水素を製造し、その際に発生するCO₂を分離回収し地中貯留（Carbon Capture and Storage、CCS）する方法などがあります。さらに、水の電気分解を用いて、再生可能エネルギーの余剰電力を水素エネルギーの形で貯蔵する技術も開発が進んでおり、脱炭素社会の実現に向けた水素エネルギーの可能性が注目されています。

水素ステーションは、圧縮機、蓄圧器、ディ



図 17 水素ステーションの構成要素(例)

出典：東邦ガスHP

スポンサーで主に構成されており、これらにより、F C Vに水素を充填します。

- ①水素製造装置：都市ガス等から、水蒸気改質により、F C Vに必要な高純度の水素を製造します。
- ②圧縮機：水素をF C Vの充填に必要な 800 気圧程度まで昇圧します。ピストンによる機械的な圧縮方式が一般的に用いられます。
- ③蓄圧器：圧縮機で圧縮した高圧水素を蓄える容器です。圧力差によって、蓄圧器内の高圧水素がF C Vへ充填されます。
- ④ディスペンサー：見た目は一般のガソリンスタンドの設備と似ており、ノズルや操作スイッチが設置されています。ノズルは、F C Vの充填口としっかりかみ合い、充填が終わり減圧するまで外れない仕組みになっています。

(2) 構成要素の特徴

水素はCO₂フリーを可能にするエネルギーであり、水素ステーションはそうした水素利活用の拠点となる施設です。水素による脱炭素社会（＝水素社会）には、以下のような長所と課題があります。

①長所

○使用時に二酸化炭素（CO₂）を排出しない

水素は、燃焼により水しか排出しない究極のエネルギーとされています。CO₂フリー水素を活用するなど、水素の製造時のCO₂排出を抑制することで、脱炭素社会の実現に貢献することが可能となります。

○燃料電池により、高効率に電気に変換して利用可能

燃料電池により水素を高効率に電気に変換し、さらに、発生した熱を利用する（コージェネレーションとして活用する）ことで、高い省エネルギー性を実現することが可能です。

○水素を貯蔵し、燃料電池により非常時に給電（レジリエンスの向上）

停電時に、水素ステーションに貯蔵した水素を用いて燃料電池で発電し、電力供給が可能です。

②短所

○コストが高い

水素ステーションは、量産効果が生み出せていないことや法規制の制約などにより、現時点では建設・運営コストが高く、普及のネックになっています。

③マイクログリッドを構成する上での位置づけ、構成要素の規模

水素の利活用は、低炭素・脱炭素、省エネルギー（電気と熱の有効利用）、レジリエンス強化などのメリットを地域にもたらすという点で、地域マイクログリッドの一つの姿だと考えられます。その拠点となる水素ステーションは、地域マイクログリッドの重要な構成要素の一つであると言えます。

マイクログリッド構成として水素ステーションの規模は、F C V向けでは、小規模な 50m³/h クラス（F C V数台/日程度）から、商用規模の 300m³/h クラスまで、また、燃料電池バスに対応した 300m³/h クラスなど、幅広い設備仕様があります。さらに、蓄圧器を増設することで、将来の需要増にも対応が可能です。

エネルギー・環境委員会

マイクログリッドワーキンググループ委員（敬称略）

主査

中部電力株式会社 経営戦略本部戦略部戦略グループ

齊藤 知孝

委員

清水建設株式会社 名古屋支店ビルライフケアセンター

関 泰三

中部電力株式会社 経営戦略本部戦略部戦略グループ

安齊 邦顕

中部電力パワーグリッド株式会社 企画室総括グループ

大野 智晴

福井 雅哉

株式会社デンソー 社会ソリューション事業推進部住設・F&O事業担当

平 輝彦

エネルギーシステム開発室

齋藤 功太郎

東邦ガス株式会社 CSR環境部環境グループ

岡田 耕治

トヨタ自動車株式会社 新事業企画部エネルギー事業室再エネ・エネマネグループ

柴野 巧

西日本電信電話株式会社 東海事業本部ビジネス営業部ビジネスコーディネート室

松本 貴裕

NTTアノードエナジー株式会社 ビジネス推進本部第二ビジネス推進部

平形 直人

日本ガイシ株式会社 エナジーストレージ事業部営業部営業グループ

中西 祐一

設計部設計 1 グループ

伊藤 良幸

丸紅株式会社 中部支社

大西 英一

清水 香菜

事務局

一般社団法人中部経済連合会防災・環境部

山口 剛史

大橋 敦

一般社団法人 中部経済連合会

〒461-0008

名古屋市東区武平町 5-1

名古屋栄ビルディング 10 階

TEL 052-962-8091

FAX 052-962-8090

URL <https://www.chukeiren.or.jp/>