

JEMA 蓄電システムビジョン (Ver. 7)

2022 年 3 月 発行



一般社団法人日本電機工業会

The Japan Electrical Manufacturers' Association (JEMA)

目 次

1. 序文	1
2. 市場動向	1
2-1 国内市場動向	1
2-1-1 国内住宅用途市場	1
2-1-2 自主統計データ	2
2-1-3 自主統計結果の分析	2
3. 住宅用蓄電システム	3
3-1 各市場のポテンシャル	3
3-1-1 新築住宅への導入	3
3-1-2 卒FITユーザーへの導入	4
3-1-3 既築住宅への導入	6
3-1-4 非常用電源としての導入	7
3-1-5 各市場のポテンシャル合計	8
3-2 再生可能エネルギー普及への貢献	9
3-2-1 住宅用太陽光発電システム普及への貢献	9
3-2-2 既に普及している太陽光発電システムの有効利用	10
3-2-3 蓄電システムによる系統負荷抑制	10
3-3 電力自由化への貢献	11
3-4 災害時における貢献	12
3-5 VPP 用蓄電システム	13
3-6 EV 用 PCS	15
3-7 性能・安全性（住宅用）	16
3-7-1 技術（性能、安全性）における課題と施策	16
3-7-2 実効容量と劣化診断技術	16
3-7-3 性能基準と安全基準	17
3-7-4 次世代蓄電池による耐久性・安全性の向上	18
3-7-5 PCS 関連技術	19
4. 産業用蓄電システム	20
4-1 国内市場動向・規模（産業用）	20
4-1-1 自家消費用途	20
4-1-2 ZEB 用途	21
4-1-3 BCP・避難施設	21
4-1-4 ピークシフト	25
4-1-5 再エネ変動吸収・系統安定化	25
4-1-6 VPP 用蓄電システム	28
4-1-7 地域マイクログリッド	30
4-2 性能・安全性（産業用）	33

5. 適正処理	34
5-1 適正処理（住宅用）	34
5-2 適正処理（産業用）	35
5-3 業界の取り組み	35
6. 提言	35
6-1 住宅用蓄電システム普及における課題	35
6-1-1 卒 FIT ユーザーの太陽光発電の継続	35
6-1-2 系統制約解消への取り組み	35
6-1-3 蓄電池電力を逆潮流するための制度整備	36
6-1-4 コストの低減	36
6-2 住宅用蓄電システム普及に向けた施策	37
6-3 産業用蓄電システム普及における課題	38
6-3-1 補助金における蓄電システムの価格要件緩和	38
6-3-2 蓄電池の優位性を高める補助金要件	38
6-3-3 消防法に関する適正化	39
6-4 産業用蓄電システム普及に向けた施策	39
6-4-1 事業環境整備	39
6-4-2 消防法	39
蓄電システムの導入台数目標	40
【略語】	41

1. 序文

パリ協定採択、RE100、ESG 投資など、世界的に環境への取り組みが加速する中で、再生可能エネルギーの大量導入は必然となっている。それを実現するためには、従来の集中型発電から再生可能エネルギーを含む分散型発電を取り込んだ新しい電力運用への移行が必要であり、その調整力として蓄電システムは非常に重要な役割を担うことになる。

2020 年 10 月、日本は、「2050 年カーボンニュートラル」を宣言した。その中で電力部門の脱炭素化を実現するため、再生可能エネルギーは最大限導入するとの指針が示された。系統を整備し、コストを低減しながら、周辺環境との調和を図りつつ、変動する出力を調整するために蓄電池を活用していくことが必要となる。

2021 年 10 月に閣議決定された「第 6 次エネルギー基本計画」では、「2050 年カーボンニュートラル」や 2030 年度の 46%削減、更に 50%の高みを目指して挑戦を続ける新たな削減目標（2021 年 4 月表明）の実現に向けて、野心的な見通しとして再生可能エネルギー36～38%（2030 年度）の目標が設定された。

再生可能エネルギーの大量導入実現を目指して、「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会」で議論が進められており、中間整理（第 4 次）として、①第 6 次エネルギー基本計画における再エネ政策の方向性、②競争力ある再エネ産業への進化、③再エネと共生する地域社会の構築、④再エネを支える NW 等の社会インフラの整備がまとめられている。

これら取り組みでは、再生可能エネルギーの地産地消化の推進、省エネも含めた ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)の普及促進、分散型電源を電力運用へ組み込むための VPP(バーチャルパワープラント)への取り組み、EV(電気自動車)の導入比率の拡大、など新たなエネルギーシステムを支える蓄電システムが重要な役割を担うものも多い。

一般社団法人 日本電機工業会（以下、JEMA）蓄電システム業務専門委員会 蓄電システムビジョン検討 WG では、2015 年 8 月より蓄電システムのビジョンの策定に取り組んできた。

蓄電システムは、2012 年度ごろから導入が始まり、2020 年度には年間 12.7 万台、容量 885MWh の市場規模となっており、累積導入量としては 49.1 万台、3,453MWh となっている。2020 年度の容量帯別の傾向では、台数ベースでは約 9 割、容量ベースでも約 8 割が 10kWh 未満となっており、住宅用蓄電システムが今後も蓄電システム市場を牽引すると考えられる。

また、公開に当たっては、政策等で議論される 2050 年の環境社会を目指した場合のマイルストーンとなる 2030 年までの蓄電システムの普及シナリオを検討した。

2. 市場動向

2-1 国内市場動向

2-1-1 国内住宅用途市場

住宅用蓄電システムの市場は、東日本大震災以降のニーズの高まりと、住宅用太陽光発電(PV)の普及、政府の助成事業により順調に立ち上がってきた。2015 年度の定置用 LIB 補助金終了に伴い 2016 年度は前年割れとなったものの、2017 年度以降は、再び出荷台数が伸長し続けており、直近 4 年間は過去最高台数を記録している。

今後も、①中長期的な CO₂排出量削減、温暖化対策のための新築（戸建・分譲・集合）住

宅への ZEH、および ZEH よりも自家消費率向上を目指した ZEH+やレジリエンス強化に資する ZEH+R の普及推進、既築住宅への断熱リノベーション改修の普及促進政策と連動した蓄電池設置奨励、②蓄電システムの価格低下、③ZEH を扱うハウスメーカー・ビルダの増加に伴う ZEH への蓄電システム搭載率の向上、④PV の余剰電力買取期間終了ユーザーへの自家消費移行促進、余剰電力買取価格の低下による新規 PV の自家消費への移行、更には、⑤ネガワット取引市場開設と VPP 構想における蓄電システムのインフラとしての普及などが見込まれる。そして、近年増加傾向にある自然災害による大規模停電への備えとして社会的な関心も高まってきた。一方、世界的な半導体不足による影響、及びコロナ禍が社会経済活動全般にもたらす影響については、引き続き注視が必要であると考えられる。

2-1-2 自主統計データ

JEMA 蓄電システム業務専門委員会で行った蓄電システム出荷自主統計によると、国内の蓄電システム市場は、2015 年度：約 3.7 万台（30.8 万 kWh）、2016 年度：約 3.4 万台（23.6 万 kWh）、2017 年度：約 4.9 万台（31.1 万 kWh）、2018 年度：約 7.3 万台（49.4 万 kWh）、そして 2019 年度：約 11.5 万台（81.4 万 kWh）、2020 年度：約 12.7 万台（88.5 万 kWh）、2021 年度上期：約 6.7 万台（47.44 万 kWh）と順調な伸びを遂げた。このことは、蓄電システムが市場に認知され、浸透してきていることを示していると考えられる。

（自主統計の対象、参加企業等の詳細については、下記のリンクを参照

https://jema-net.or.jp/Japanese/data/jisyu/lib_outline.html）

2-1-3 自主統計結果の分析

住宅用蓄電システムはピークシフトなどの機能を果たすことで、PV をはじめとする不安定な再生可能エネルギーを制御可能な電源として活用し、CO₂ 削減に貢献するために重要な機器と認識されている。

2020 年度は過去最高の台数を記録したが、この要因としては、蓄電システムの市場での認知度が向上してきていることに加え、各社の製品ラインアップ拡充、新規プレーヤーの参入等により、ユーザーの選択肢が広がってきていることや、2019 年 11 月以降の PV の余剰電力買取期間終了、いわゆる卒 FIT による導入が盛んになってきたこと等が数量増加に寄与していると考えられる。

容量別の導入量をみると、6kWh 以上～10kWh 未満が全年度で最も多く、主力である。次いで多いのは 3kWh 以上～6kWh 未満となっている。6kWh 以上～10kWh 未満では、平均容量が 2020 年度は 7.66kWh である。また、3kWh 以上～6kWh 未満では約 5kWh と安定している。

蓄電池容量は、ユーザーの消費電力量や、PV の設置容量、非常用電源として考えた場合のユーザーの意識、設置形態（新設の PV と同時設置、卒 FIT 対応としての単独設置）、などによって最適な容量が異なる。また、初期投資額もユーザーの選択理由として重要な要素である。容量のバリエーションを揃えるメーカーが増えてきており、これら理由を背景にし、ユーザーがニーズにあった容量を選択するようになってきていることを表していると考えられる。

また、蓄電システム用パワーコンディショナ（PCS）のシングル、マルチの比率を見ると、2013 年度以降は概ね、マルチ PCS の比率が増加しており、2020 年度は 74.5%となっている。この傾向は、制度面、メーカーの商品化動向、市場の変化が寄与していると考えられる。

蓄電システムの系統連系認証は 2012 年にシングル PCS のシステムから整備された。それに伴い、各メーカーもシングルの PCS を搭載する商品を中心として商品化し、PV システム保有者の追加設置から市場が始まった。

その後、2013 年にマルチの PCS の系統連系認証が整備され、PV パネルメーカーを中心として PV と同時設置した場合の効率の良さや、コンパクトさを売りにした商品が増え、現在では各社がマルチ PCS をラインナップに持つようになってきている。またターゲットユーザーとしても、2019 年の卒 FIT を考慮した蓄電システムの導入が始まってきた。これは、古くなった PCS のリプレース時に蓄電池併設にアップグレードすることがユーザーに広がってきていることを示すと考えられる。

これらの分析結果から、ユーザーの目的に合致した容量のバリエーションを準備すること、PV との同時設置比率を向上させること、PCS を一定期間以上使用している卒 FIT ユーザーへのリプレース提案が市場拡大のために重要な取り組みと考えられる。

また、メーカーによる製品提案のみならず、それに伴った支援制度設計、整備も今後の市場拡大のためには重要な要素となる。

3. 住宅用蓄電システム

3-1 各市場のポテンシャル

3-1-1 新築住宅への導入

住宅用蓄電システムは、主な機能として、エネルギーのピークシフト、再生可能エネルギー（太陽光発電電力）の有効利用（自家消費）などが挙げられる。また、平常時だけでなく自然災害などによる停電時の安全・安心として、非常用電源の役割も求められている。

上記に加え、2021 年 10 月策定の第 6 次エネルギー基本計画においては、調整力の提供や再生可能エネルギーの有効活用を図る上で、分散型エネルギーリソースのうち、蓄電池が特に重要であると指摘し、今後も家庭用蓄電池の市場拡大が期待されるとしている。

新築戸建住宅に関するトレンドの一つとして、新築戸建住宅の ZEH 化がある。国は、現在、ZEH に関する各種補助事業を行っている。さらに、2018 年度から ZEH の進化版である ZEH+ という区分を新たに創設した。ZEH+ では、ZEH の要件に加えて、蓄電池や EV 等を活用して PV 自家消費を促す要件が課されている。つまり、今後の新築戸建住宅の一つのトレンドとして ZEH 化があるが、その先には PV 自家消費促進のための蓄電池同時設置があることから、ZEH 住宅の普及促進が蓄電池の普及促進に繋がる有力なシナリオの一つであると考えられる。

次に、新築戸建件数と蓄電池設置件数予測を表 3-1 に記載した。2021 年度以降の新築戸建件数については、株式会社野村総合研究所「2021～2040 年度の新設住宅着工戸数」等の予測データに基づき独自に算出した。

表 3-1 新築住宅への蓄電システム導入ポテンシャル

年度	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
新築PV件数（万戸）	13.7	17.4	20.0	21.9	23.4	26.3	29.2	32.0	34.5	36.9	39.0
蓄電池設置率（%）	12%	14%	16%	18%	20%	25%	30%	35%	35%	35%	35%
蓄電池設置件数（単年度、台）	16,485	24,345	31,993	39,468	46,800	65,625	87,600	111,825	120,750	128,975	136,500
平均容量（kWh）	7.46	7.46	7.46	7.46	7.46	7.46	7.46	7.46	7.46	7.46	7.46
導入容量（単年度）（MWh）	123.0	181.6	238.7	294.4	349.1	489.6	653.5	834.2	900.8	962.2	1018.3

※ 市場規模推定に関する仮定

- ・ 戸建て住宅着工件数は漸減するも、ZEH 促進政策によって新築 PV の件数、装着率は徐々に高まるとした。
- ・ 平均容量は、2020 年度の系統連系型の数値を使用した。

3-1-2 卒 FIT ユーザーへの導入

日本は世界に先駆けて住宅用の PV システムの普及施策が実施され、2009 年に PV の余剰電力の買取価格が 48 円/kWh となったことを契機に、住宅用 PV システムの普及が更に加速した。これらユーザー（10kW 未満）の余剰電力買取期間は 10 年間であり、買取期間が終了となるユーザー数は 2019 年度に 56 万件、以降も約 28 万件～14 万件的オーダーとなっている。

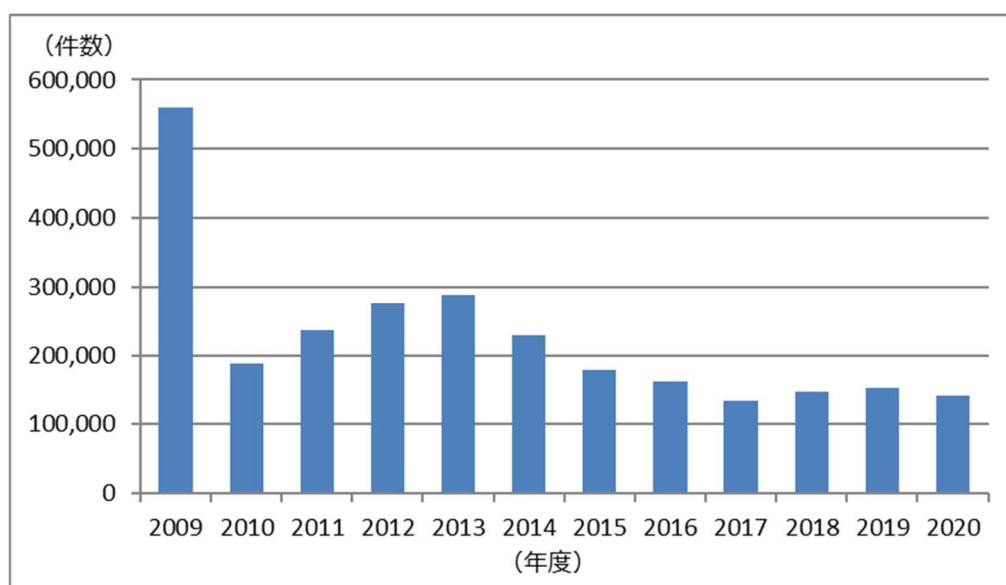


図 3-1 国内住宅用太陽光発電の設置量推移

※出典 JPEA PV OUTLOOK 2050 “太陽光発電 2050 年の黎明” 及び
経済産業省 調達価格算定委員会資料より JEMA 作成

この 10 年の買取期間終了後の扱いについては、2017 年に再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会資料にて経済産業省より、「固定価格買取制度（FIT 制度）による買取期間が終了した電源については、法律に基づく買取義務はなくなるため、電気自動車や蓄電池と組み合わせるなどして自家消費すること、小売電気事業者やアグリゲータに対し、相対・自由契約で余剰電力を売電することが基本」との方針が示されていた。

2019 年以降、10 年の買取期間を終了したユーザーにおいては、①引き受けを希望する業者と新規に売電契約を行い、余剰電力を売電、②蓄電池や HEMS 機器を導入して自家消費率を増やす、③10 年の買取期間終了後にも何もしない（余剰電力は送配電業者に逆潮流）、等のいくつかのパターンの中で選択を行っているが、買取価格の低下や電気代上昇などを背景に、PV の余剰電力を蓄電して自家消費するような使い方に対するユーザーの関心が高まっている。

蓄電池の活用方法としては、昼間の余剰電力を充電し、夕方や夜間等に放電して家庭内の自家消費率を高める使い方が一般的であるが、他にも、災害時等の非常用の安定電源としての活用や、各家庭に蓄電された電力をとりまとめて系統の調整力として活用すること等が想定される。また、先述の①の引き受けを希望する業者においては、蓄電池を購入するユーザーには買取価格を引き上げて引き受ける例もみられる。

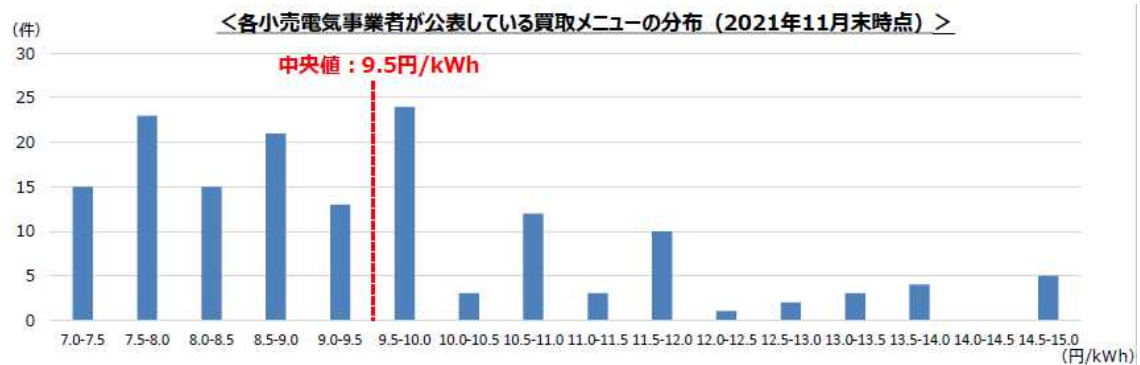


図 3-2 固定価格買取期間終了後の余剰電力買取メニューの分布

第6次エネルギー基本計画においては、「2021年度より需給調整市場が順次開設、2022年度からはFIP制度の開始やアグリゲーターが電気事業法上に位置づけられる等、関連する制度整備の進展を踏まえ、更なるアグリゲーションビジネスの活性化を推進する」とあり、「需給調整市場や卸電力市場等において分散型エネルギーリソースが調整力や供給力として評価されるよう市場環境整備を進める」とされている。

具体的な対策としては下記の通り上げDRや下げDRが有効であることが述べられている。「近年、太陽光発電等の変動型再生可能エネルギーの拡大により、一部地域では再生可能エネルギー電気の出力制御が実施されるなど、再生可能エネルギーの余剰電力が生じることがあるが、このタイミングに需要をシフト（上げDR）することは、需給一体で見たときにエネルギーの使用の合理化につながる。すなわち分散型エネルギーリソースを用いた電力需要のシフト（上げDR）により、再生可能エネルギー余剰時に電力需要をシフトさせる制御等を通じて、再生可能エネルギーの出力制御の回避や系統混雑緩和を図る取組を進めることで、S+3Eの高度化に貢献できる。また、猛暑や厳冬、発電設備の計画外停止等が起因となる需給ひっ迫時等においては、節電要請等の需要の削減（下げDR）が有効な対策の一つとなる。」

こうした新たな事業形態（エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス）が導入しやすくなることで、需要管理にて発電容量を合理的な規模に維持し、電力の安定供給が実現されることとなり、家庭の蓄電池の導入が電力の安定に活用されることが期待される。

また今後、蓄電池の低価格が進むことで卒FITユーザーにおける更なる蓄電システムとのハイブリッド化、一体化が広がっていくことが期待される。

本市場は、対象ユーザーも多く、今後の蓄電池の普及・拡大に非常に重要な市場である。次表に本市場への蓄電システム導入ポテンシャルを示す。

表 3-2 卒 FIT ユーザーへの蓄電システム導入ポテンシャル

年度	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
卒FITユーザー（単年度別）	187,664	235,817	276,051	288,117	206,921	178,721	120,426	100,000	100,000	100,000	100,000
卒FITユーザー数（累積）	702,347	893,338	1,139,745	1,376,675	1,521,538	1,635,904	1,698,484	1,744,637	1,798,348	1,850,348	1,896,348
蓄電池設置率（%）	6%	7%	10%	11%	13%	15%	18%	21%	24%	27%	30%
蓄電池設置件数（単年度）	44,826	29,644	51,187	62,058	64,355	57,846	53,846	46,289	48,000	54,000	60,000
平均容量（kWh）	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52
導入容量（単年度）（MWh）	337.1	222.9	384.9	466.7	483.9	435.0	404.9	348.1	361.0	406.1	451.2

※ 市場規模推定に関する仮定

- ・ 卒 FIT ユーザーは 2 年間は蓄電池購入を検討すると仮定、その総数の装着率で計算した。
- ・ 平均容量は、2019 年度の系統連系型の数値を使用した。

なお、現在の FIT 制度においては、再生可能エネルギーの電力買取費用の一部については賦課金で賄われるシステムとなっている。2021 年度の買取費用総額は 3.8 兆円、賦課金総額は 2.7 兆円となっている。また、2020 年度の住宅用電気料金に占める賦課金の割合は家庭用で 12%、産業用・業務用で 16%にまで増加してきている。

買取費用は今後も増加が見込まれ、2030 年度には総額で 4.6～5.1 兆円になる可能性があるとも想定され、今後の電気料金単価の上昇への影響が懸念されている。

10kW 未満の住宅の PV システムの余剰電力買取期間は 10 年であり、多くのユーザーは 10 年間継続して売電を行うことが想定されるが、ここで 10 年を待たずに早期に FIT からの転換を図る施策で何らかのインセンティブを得られるようであれば賦課金の低減につながり、電気料金の上昇に抑制をもたらすことも期待できる。

このように PV システムの設置 10 年未満のユーザーに、FIT から蓄電池を活用した自家消費への転換を図ることを推進することで、賦課金を抑制しつつ、先述のような PV システムの継続的利用が図れる可能性がある。

3-1-3 既築住宅への導入

既築住宅ユーザーの導入形態は、PV と蓄電システムの同時設置か、既設 PV への蓄電システムの追加設置あるいは蓄電システムのみ単独設置がある。ここでは PV と蓄電システムを同時設置する日本の市場を考えると、PV 設置済みユーザーの蓄電システム追加設置は、「3-1-2 卒 FIT ユーザーへの導入」と本質的には変わらないため、そちらで述べ、蓄電システムのみ単独設置は、非常用電源的な意味合いもあるため、「3-1-4 非常用電源としての導入」で述べることにする。

市場規模のベースとなる戸建の既築住宅戸数は、総務省統計局「平成 30 年住宅・土地統計調査」によると、2018 年で約 2,880 万戸である。この市場に対する、蓄電システムの導入ポテンシャルは、PV と同時設置を前提とすれば、住宅用 PV の市場規模が参考になる。

JPEA の「第 38 回太陽光発電シンポジウム（2021 年 11 月 10 日）」講演資料によると、PV システムの導入件数は 2020 年度で約 282 万件であり、戸建の住宅約 2,880 万戸に対する PV システムの平均導入率は 10%と、未開拓の市場はまだ大きいと言える。

「第 31 回総合エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会／電力・ガス事業分科会再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会（2021 年 4 月 7 日）」の

資料2「2030年における再生可能エネルギーについて」によると、国土面積当たりの日本のPV導入容量は主要国中で最大、平地面積で見るとドイツの2倍となっている。日本でPVの拡大余地が大きいのは、住宅や建築物等の屋根への設置であると言える。

国土交通省の「脱炭素社会に向けた住宅・建築物の省エネ対策等のあり方検討会」の取り纏め資料（2021年8月23日）では、「新築戸建住宅の6割において太陽光発電設備が導入されていることを目指す。」と記載され、新築住宅のPV設置に対する目標が示されたが、既築住宅に対しても何らかの取組みが求められる。

現在、住宅の省エネルギー化を進めるために、国が推進するZEH化への支援が行われているが、既築住宅でZEH基準をクリアしようとする大規模なリフォームが必要となるため難しく、補助金は新築住宅での活用がほとんどとなっている。世帯数の減少や住宅の長寿命化等により、新設住宅着工戸数も今後、減少する見通しで、住宅における省エネやPV設置拡大は、既築住宅への取組みがますます重要になってくる。各メーカーではシステムの低価格化は継続的に進める必要があるが、一次エネルギーの使用量削減、すなわち再エネ電力の自給率向上を目的とした、PVと蓄電システムの同時設置に対する既築住宅向けの住宅性能向上を必須としない等、使い易い導入支援制度が望まれるところである。また、既築住宅への設置には足場等の追加コストが発生し、新築住宅と比較して工事費が高くなるという課題もある。

次表に既築住宅向けの蓄電システムの導入ポテンシャルを示す。

表3-3 既築住宅への蓄電システム導入ポテンシャル

年度	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
既築住宅に対するPV設置台数(万件)	3.4	6.3	9.4	12.7	16.0	19.5	24.1	28.7	33.4	38.0	42.6
蓄電池設置率 (%)	10%	11%	12%	13%	14%	15%	18%	21%	24%	27%	30%
蓄電池併設置台数(単年度)	3,400	6,930	11,280	16,458	22,468	29,318	43,373	60,320	80,119	102,692	127,913
蓄電池追加設置台数(単年度)	49,521	46,081	42,540	59,016	62,377	72,211	69,180	64,566	53,131	35,333	5,587
蓄電池合計設置台数(単年度)	52,921	53,011	53,820	75,474	84,845	101,529	112,554	124,886	133,250	138,025	133,500
平均容量(kWh)	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52
導入容量(単年度)(MWh)	25.6	52.1	84.8	123.8	169.0	220.5	326.2	453.6	602.5	772.2	961.9

※ 市場規模推定に関する仮定

- ・ 既築住宅に導入されるPV併設置の台数と単独での追加台数の合計とした。
- ・ 平均容量は、2019年度の系統連系型の数値を使用した。

既築住宅への住宅用PVと蓄電システムの導入促進には、TPO/PPAモデルも有効であると言われている。しかしながら、FIT買取価格が低下してくると、TPO/PPA事業自体が成立し難くなっていく。再エネ価値取引市場の進展とバランスの取れたFIT買取価格の設定が求められる。

また、従来、都市部の既築住宅においては屋根が狭小で、FITによる売電収入を主目的とするとPVの設置は現実的ではなかったが、FIT買取価格が下がった今だからこそ、エネルギーの自家消費を目的とした狭小屋根への太陽光設置が現実味を帯びてくる可能性もある。政策支援実施のタイミングで、メーカーからも狭小屋根向けのPVや蓄電システムの商品提案が期待される。

3-1-4 非常用電源としての導入

近年、地球温暖化が遠因と考えられるゲリラ豪雨や大型台風などの頻発が懸念されている。

蓄電システムを家庭に設置することによって、停電が発生した時でも①家中まると停電対応として普段と変わらない生活や②特定の機器のみに電力供給することで節電しながら機器をより長い時間使用することが可能になる。照明はもちろんのこと、携帯電話・スマホの充電や、テレビで災害情報を入手したりすることができる。

更に、PV システムと組み合わせると、昼間に太陽光で発電した電力を蓄電システムに蓄えて長期間使用可能になると共に、夜間の電源の確保も可能となり、安心度は更に高められるため、前述の市場においても、非常時の安心はユーザーの蓄電システム購入動機の一つになっている。

2019 年 9 月に大型台風の直撃による被害で、千葉県内で送電線の断裂により多くの停電世帯が長期にわたって発生した際、PV や蓄電システムの活用で多くの世帯が電気を使えたというニュース報道もあり、蓄電システムへの関心は高まっている。

IoT の進化により、連絡手段や情報取得の手段がモバイルを活用する生活スタイルになっており、電源確保のニーズは高まっている。

非常用電源としての蓄電システムの導入ポテンシャルを次表に示す。

表 3-4 非常用蓄電システムの導入ポテンシャル

年度	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
蓄電池設置件数（単年度）	12,693	13,000	13,000	13,000	14,000	15,000	16,000	17,000	18,000	19,000	20,000
累積導入台数	68,868	81,868	94,868	107,868	121,868	136,868	152,868	169,868	187,868	206,868	226,868
伸び率（%）	1.24	1.02	1.00	1.00	1.08	1.07	1.10	1.02	1.02	1.02	1.02
平均容量（kWh）	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57
導入容量（単年度）（MWh）	32.6	33.4	33.4	33.4	36.0	38.6	41.1	43.7	46.3	48.8	51.4
導入容量（累積）（MWh）	183	216	249	283	319	357	398	442	488	537	589

※ 市場規模推定に関する仮定

- ・ 単独型を非常用の市場とし、2027 年からは成長率鈍化と仮定。
- ・ 平均容量は、2019 年度の単独型の数値を使用した。

3-1-5 各市場のポテンシャル合計

新築住宅、卒 FIT ユーザー、既築住宅、および非常用電源としての蓄電システムの導入量の総計を次表に示す。

表 3-5 蓄電システムの導入ポテンシャル（全市場合計）

	年度	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
系統連系	単年度台数	114,233	107,000	137,000	177,000	196,000	225,000	254,000	283,000	302,000	321,000	330,000
	累積台数合計	421,925	528,925	665,925	842,925	1,038,925	1,263,925	1,517,925	1,800,925	2,102,925	2,423,925	2,753,925
	単年度容量合計（MWh）	485.6	456.6	708.4	884.9	1,002.0	1,145.0	1,384.6	1,635.9	1,864.2	2,140.5	2,431.4
	累積導入容量合計（MWh）	1,985	2,441	3,150	4,034	5,037	6,182	7,566	9,202	11,066	13,207	15,638
	単年度台数	12,693	13,000	13,000	13,000	14,000	15,000	16,000	17,000	18,000	19,000	20,000
単独	累積台数合計	68,868	81,868	94,868	107,868	121,868	136,868	152,868	169,868	187,868	206,868	226,868
	単年度容量合計（MWh）	33	33	33	33	36	39	41	44	46	49	51
	累積導入容量合計（MWh）	183	216	249	283	319	357	398	442	488	537	589
	単年度台数	126,925	120,000	150,000	190,000	210,000	240,000	270,000	300,000	320,000	340,000	350,000
総合計	累積台数合計	490,792	610,792	760,792	950,792	1,160,792	1,400,792	1,670,792	1,970,792	2,290,792	2,630,792	2,980,792
	単年度容量合計（MWh）	518	490	742	918	1,038	1,184	1,426	1,680	1,911	2,189	2,483
	累積導入容量合計（MWh）	2,167	2,657	3,399	4,317	5,355	6,539	7,965	9,644	11,555	13,744	16,227
	伸び率（台数）	1.10	0.95	1.25	1.27	1.11	1.14	1.13	1.11	1.07	1.06	1.03

3-2 再生可能エネルギー普及への貢献

2021年4月、菅首相（当時）は、日本の2030年度における温室効果ガス削減目標を引き上げ、2030年度の排出量を2013年度比で46%削減し、50%（削減）の高みに向けて挑戦を続けることを発表した。続く、第6次エネルギー基本計画（2021年10月）においても、46%削減を実現するために、徹底した省エネルギーと非化石エネルギー拡大に取り組むことが記載された。PVや風力発電など変動する再エネ電源が普及する上で、蓄電システムの果たす役割は大きい。PVは一般的に電力需要が多い昼間に発電されるため、ピーク電力のカットに貢献することが可能である。国内においては、2009年から始まった余剰電力買取制度、2012年から始まったFIT制度により、多くのPVが導入された。

この結果、日照条件などが良い九州では、大規模太陽光発電所（メガソーラー）をはじめ再エネの導入が進んだ。2021年6月時点のPVの合計出力は1,044万kWで九州電力が保有する火力発電所の能力（合計約960万kW）を上回っている。九州電力では、様々な手段で需給バランスの維持に取り組んできたが、それも限界に達し2018年10月、全国で初めて再エネの発送電を抑制する出力制御が行われた。2020年度末までに計160回実施されている。2021年11月現在、九州電力管内以外では出力制御は実施されていないが、資源エネルギー庁は「第26回系統ワーキンググループ（2020年7月16日）」において、「指定電気事業者」を廃止し、無制限無補償を全エリアに拡大する方針を固めており、今後、他地域でも出力制御が実施される可能性がある。このような状況下、更に再生可能エネルギーの導入量を拡大していくためには蓄電システムと再エネ発電設備を連携させ「制御可能な電源」にして行くことが求められる。

また、系統への負担とエネルギー効率を考えると、再エネ発電設備は電力の需要地近くに設置することが好ましく、今後は売電主体から、家庭やビル、工場など需要家設置の自家消費型や地域消費型のPVシステムへの移行が進むと考えられている。

3-2-1 住宅用太陽光発電システム普及への貢献

蓄電システムの普及初期はポータブルタイプの製品も多く見られたが、「平成25年度補正予算 定置用リチウムイオン蓄電池導入支援事業費補助金」制度において系統連系型・太陽光発電連携型にインセンティブが与えられたこともあり、2014年度以降の導入については、蓄電システム出荷自主統計からも分かるように系統連系型が主流となっている。また、各社から太陽光パネルが接続できるマルチPCSの提案も増えたため、PVと併設（既設PVへの追加、将来太陽光併設予定等を含む）して蓄電システムを活用することが、蓄電システムの利用形態の一つとして定着してきている。

ZEHではPVは必須のアイテムとなっているが、今後、PVが更に高密度に系統と連系するためには、蓄電システムを併設することによって電力需要を超えるPV発電量を一時的に吸収したり、雨天時の発電不足を補ったりするなど、発電設備としての機能を向上させたシステムとすることが望まれる。PVは、需要ピークと発電ピークの不一致に起因してトータルの稼働率が低いこと、出力変動が大きいことなどが課題であるが、蓄電システムを併設することによってこれら課題を解決することが可能になる。

ZEHに至らないまでも、その他の新築や既築住宅においても蓄電システムとPVシステムを組み合わせれば、PVの余剰電力を蓄電し、家庭内の電力消費に対して放電することで、一次エネルギー使用とCO₂排出量の削減に貢献することができる。昨今、PVの普及拡大が、

系統の不安定性を引き起こしていると言われているが、住宅用蓄電システムの普及が促進されれば、系統に負担を掛けることなく、再エネを普及させることが可能になる。2020 年 12 月に策定された経済産業省「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」によれば、再エネの最大限導入（2050 年に発電量の約 50~60%）のために蓄電池の活用が挙げられ、再エネ+蓄電池によりスマートハウス、ZEH の普及のため、規制的手法も含めた法的整備を行う事が記載されていたが、2021 年 8 月に政府が示した住宅・建築物分野の省エネルギー対策工程表によれば、戸建てやマンションなどの新築住宅は 2025 年度から省エネ基準を満たすよう義務付けられ、2030 年までに新築戸建て住宅の 6 割に太陽光発電設備を導入する目標を盛り込んだ。太陽光発電の調整電源として、蓄電システムの普及にも追い風となるだろう。

3-2-2 既に普及している太陽光発電システムの有効利用

既に普及している PV システムの有効利用においても蓄電システムは貢献できる。2019 年 11 月から買取期間が終了するユーザーが発生し始めたが、これらの発電設備は日本の資産であり、今後も大いに活用すべきである。

発電設備を蓄電システム併設型にアップグレードすることにより、制御可能な電源とすることが可能となる。買取期間終了後の売電価格は、大きく下がることとなり、蓄電して自家消費することはユーザーの利害とも一致する。

PV システムの PCS は電子機器のため、寿命があり、メーカーが付与している長期保証も順次切れていく。そのため、これまで導入された PV システムの発電を継続させるためにはマルチ PCS を活用したアップグレードが有効である。マルチ PCS を活用したアップグレードは、PV システムの発電状況を確認する機会となり、PCS を含む蓄電システムに新たに長期保証が付与される。さらに、10 年前に比べ変換効率が向上しているケースが多く、発電電力の有効活用も可能となる。

2016 年度、2017 年度に実施された経済産業省の調査事業「ソーラーシグジュラリティの影響度等に関する調査」においても、買取期間終了後の PV 設備と蓄電池の組み合わせがもっとも早く経済的に自立できる可能性があることが示されている。

また、買取期間が終了した PV システムは、変動する PV の電力を蓄電池の電力で安定化したり、時間をずらしたりして逆流するなど、系統と協調した新たな活用方法が可能となり、VPP 電源としての有効活用、新たなビジネスモデルの創出に貢献できるものであり、エネルギー基本計画の実現に向け、重要な役割を担う市場になる。

3-2-3 蓄電システムによる系統負荷抑制

多くの蓄電システムは、PV システムからの電力が不足する時間帯に放電を行うことにより、需要家に電力を供給する機能を有している。これは PV の発電電力が不足する雨、曇りの日や日没後の電力消費が多くなる時間帯に電力を供給できるため、系統との親和性を高めることにも繋がる。

PV の大量導入時に想定される課題の一つに、いわゆる”ダックカーブ”問題がある。これは、PV の発電が終了する夕方の急激な需要の増加に対し、他の発電設備での調整が追いつかない問題であるが、日本においても、PV の導入が進んだ九州電力管内では、この課題が顕在化した。

九州電力エリアでは節電の浸透や PV の普及により、電力ピーク発生の時間帯が夕方に移

行してきている。また、最近では JEPX（一般社団法人 日本卸電力取引所）での電力取引価格の高値も昼間から夕方にシフトしている。これは太陽光の発電が十分に得られる昼間はピーク電力抑制に寄与する一方で、PV の出力が低下すると同時に、電灯消費が始まる夕方の電力の需給調整が厳しくなっていることも一因と考えられる。

PV に蓄電システムを併設した場合、PV が発電しなくなると、家庭での電力消費に対して蓄電システムから電力供給できるため、夕方の電灯消費による需要の増加を緩和する効果がある。

今後、既設の PV ユーザーが、自家消費用途として蓄電池システムを導入すれば、昼の発電電力を蓄電し、それを夕方以降に使うことになるため、ダックカーブ問題の緩和に貢献できる。

PV システムと連携させない場合でも、住宅用蓄電システムを予め設定したスケジュールに従って運転することで、時間帯別料金体系を利用してエネルギーのピークシフト、家庭内のピークカットが可能であり、ユーザーの電力料金を低減することができる。このような住宅用蓄電システムが普及した場合、住宅内の消費電力平準化が、電力消費の発電負荷の平準化に繋がり、ピーク需要に合わせた電力事業者による相応規模の発電設備は不要となるため、電気料金の更なる低減が期待できる。

2050 年のカーボンニュートラルに向けて、今後も PV 等の変動電源の導入が拡大していくことが予想され、蓄電システムを上手く活用して、需要家のレジリエンス対応、ピークカット、自家消費向上、小売電気事業者向けの供給力、一般送配電事業者向けの調整力としての活用等、系統に負担の少ない方法で利用することも求められる。

3-3 電力自由化への貢献

2016 年度から電力小売全面自由化が始まり、2020 年度からは発電事業者と送配電事業者、小売電気事業者が分離され、いわゆる電力自由化の時代へ向かう転換期となってきている。電力小売全面自由化により、さまざまな事業者が電気の小売市場に参入することで、一般家庭においても電力購入先の選択幅が広がっている。このような背景の中、電力小売事業の一つであるアグリゲータは、一般顧客と契約をして、契約者全体を取り纏めてネガワットを発生させ、電力取引市場でより低価格な料金で電力を購入して売電するビジネスを成立させようとしている。このため、契約顧客間での電力融通や、電力バッファを設けて需要を安定化しなければならない。この電力バッファには、蓄電システムが大きな役割を果たす。

また、資源エネルギー庁が進めているスマートコミュニティー構想は、低炭素社会、効率的なエネルギーの利用をめざすもので、太陽光、風力などの再生可能エネルギーが多用される。これらのエネルギーは、気象によりその出力変動が激しいため、その平準化のために、蓄電システムやエネルギー管理システムを用いた調整力が有効な手段となる。資源エネルギー庁は、2021 年からは、調整力の確保をより効率的に実施することを目的に、柔軟な調整力の調達や取引を行うことができる市場（需給調整市場）が創設され、三次調整力②の市場調達が開始された。一方で、世界的に技術革新が進んでいるブロックチェーン技術を一般家庭と事業家で直接電力売買の決済手段とする研究・実証実験が世界各地で進んでおり、蓄電システムによる調整力と決済手段が組み合わさることでイノベーションが加速し、一般家庭にとっての価値になることが期待される。

近い将来、大規模な発電所で電力を大量生産し送配電網を経由して需要家に電気を届けるという中央集権型の電力供給システムを、何百万もの小規模な再生可能エネルギー発電設備

や蓄電システムやEV（電気自動車）が自由に電力を融通し合うことによって電力を効率的に活用できる分散型エネルギー社会へと、変貌させる可能性があると考えられている。

電力自由化後、蓄電システムと電力供給を組み合わせた、従来にないサービスが市場に始めている。具体的な事例として、蓄電池導入とセットで電力料金を割引料金にするサービスプランを開始し、AIによる電力使用の最適化を一般家庭向けに訴求している。また、従来の従量電灯の料金体系である時間帯や季節による単価の変動がない標準的な3段階制料金プランとは異なる、電気使用量に応じて単価が変わる従量電灯サービスを開始している電力会社もある。このサービスは電気使用量が多い家庭向けのプランとなっている。基本料金の決定方法を産業用デマンド料金体系と同様、一年の中で使用電力が最も高い月の基本料金が、その後の11ヶ月間継続される方式を採用しているため、デマンドピークに到達する前に蓄電池から放電し、基本料金の上昇を抑えるといった使い方も考えられる。また、卸電力市場価格に連動したダイナミックプライシングで電気を提供する事業者もあり、市場価格に連動して充放電を行う蓄電システムや電気自動車充放電システムの登場が期待されている。

2020年6月に成立した「強靱かつ持続可能な電気供給体制の確立を図るための電気事業法を改正する法律」の改正事項として、分散型リソースの活用促進に向けた環境整備として、分散型電源等を束ねて電気の供給を行う事業（アグリゲーター）を特定供給事業者として電気事業法上に位置付ける措置及び、家庭用蓄電池等の分散型電源を更に活用するために電気計量制度の合理化を図る措置（以下、特定計量制度という。）が盛り込まれ、2022年4月から施行される。従来の制度では、全ての取引に係る電力量の計量について、計量法に基づく型式承認又は検定を受けた計量器の使用が必要であったが、特定計量制度に、蓄電システム等の機器が適切な計量機能を有している機器の計量値を取引に活用できるようになり、電力自由化にともなう蓄電システムを活用した新たなビジネスモデルの出現が期待される。

3-4 災害時における貢献

1995年に発生した阪神・淡路大震災では260万戸、2011年に発生した東日本大震災では890万戸の停電が発生した。中央防災会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループによると、南海トラフ巨大地震が発生すると、広域にわたって最大2,700万戸が停電すると推計されており、過去の震災を大幅に上回る被害が起こる可能性がある。大型台風やゲリラ豪雨による被害も近年頻発しており、同様に広範囲、長期間にわたる停電が起こる可能性がある。国土強靱化の観点からも、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が広がり続ける状況下においては「在宅避難」が選択肢の一つになることから、防災対策の強化が望まれるところである。

首都圏で大規模災害が発生した場合、避難所の収容人数が不足することが懸念されており、民間施設を利用した避難や、家屋の安全を確認した上で、自宅にとどまって避難生活をおくる在宅避難を行う必要があると言われている。また、これまでは災害発生時、市町村が指定する避難場所に行くことが一般的であったが、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が広がり続ける状況下においては、市町村が作成しているハザードマップを確認し、浸水する可能性や土砂災害の危険性がない場所に自宅があり、安全を確保できる場合は、在宅避難を考えることが必要とされている。家庭においても、PVと蓄電システムを組み合わせることで、在宅避難の実現可能性が高まるとともに、災害に強い家づくり・街づくりに貢献

できる。

2016年4月に発生した熊本地震は、住宅用蓄電システム普及開始後の初めての大型地震となった。4月14日発生の余震では停電家屋は1.7万戸にとどまったが、16日発生の本震では最大47.7万戸が停電になり、熊本県内に設置された多くの蓄電システムが実際に被災者方々の（避難）生活を支えた記録が報告されている。一例をあげれば、益城町などの多くの蓄電システム設置ユーザー宅では、全・半倒壊は免れたものの何度も繰り返される停電時に、昼間のPVをフル充電した蓄電システムからの電力で、①不安な夜を過ごさなくて済んだ、②余震が怖くて車中泊せざるを得なかった夜も家屋に電灯が灯り防犯になった、③停電時に近所の人たちが集まってテレビからの情報を共有したり、④スマホや携帯電話の充電をしてあげたり、また、⑤冷蔵庫が使えたのでコンビニでなま物も購入でき保存が効いた等、蓄電システムが、「在宅避難」での利便性の向上だけでなく「地域」にも役立ったとの報告が上がっている。同様の報告が、2016年8月に岩手県岩泉町を襲った台風10号の暴風雨の際の避難所などでもなされている。

2018年は非常に多くの災害が発生した。6月には大阪北部地震で約17万戸、7月には西日本豪雨では約8万戸、8月の台風20号では約17万戸、9月の台風21号では約240万戸、9月の北海道胆振地震では約295万戸、9月～10月の台風24号では約180万戸の停電が起こり、場合によっては停電の期間が数日続くケースも見られた。

また、2019年にも台風15号では約93万戸、台風19号では約52万戸の停電被害が発生している。

これらの災害時においても、①大変な風雨だったが、明りがついたので、不安感が和らいだ、②炊飯器と冷蔵庫が使え、温かい食事ができた、③スマホの充電ができたので、親戚への連絡や自治体から発信される情報の確認ができた、④停電が長く続いたが、PVと蓄電池の組合せで、自宅で生活ができた、⑤2日間の停電の間、途切れなく電気を使うことができた、⑥冷蔵庫のものが腐らずにすんだ。⑦日中に掃除や洗濯ができて助かった、など災害時の不安を和らげることができることや、PVの電力を有効に活用して、長期の停電でも生活が継続できることなど、蓄電池が活躍した事例がこれまで以上に報告されると同時に、⑧自動で切り替わったので、あわてることなく対応できた、⑨外出中でも自動で切り替わっていたので助かった、など自動切り替えの有効性に関する報告も多くあがっている。

2021年2月の福島沖地震では関東圏の95万戸が停電した。地震により関東圏に送電していた福島県内の複数の発電設備が停止したことにより、周波数低下したため、運転していた他の発電設備の過負荷を保護するために一部地域への送電を停止したのが原因である。今後は電力系統安定化のためにも蓄電池の活用が期待される。

3-5 VPP用蓄電システム

従来の電力システムでは、需要家側が必要とする電力量となるように、系統側に持たせた需給調整用電源を制御することで、電力の需給バランスが実現されている。これに対し、バーチャルパワープラント(VPP)では、需要家側エネルギーリソース、電力系統に直接接続されている発電設備、蓄電設備の所有者もしくは第三者が、そのエネルギーリソースを制御することで、発電所と同等の機能を提供するものである。たとえば、工場、ビル、コンビニなどの小店舗や住宅などの需要家サイドに導入された創エネ・蓄エネ・省エネ機器を統合的に遠隔制御し、需要家側でも電力使用量を調整する機能を持たせることにより需給バランスの一部を担うシステムが一例である。その結果、調整力としての老朽火力代替、再エネ導入拡大を

進め、省 CO₂、エネルギーコスト削減を図るなどで 3E+S に貢献することが期待されている。

VPP では、工場やビルなどに設置される大容量の蓄電システムとともに、住宅や小店舗などに設置される住宅用の蓄電システムなどを束ねて電力取引をする中で、アグリゲータが重要な役割を担っている。また、蓄電システムとともに PV、エコキュート、エネファームや空調・照明機器、EVPS（車両の充放電をコントロールする装置）などの需要家のエネルギー関連機器を統合的に遠隔制御し、エネルギーリソースとして活用することが望まれており、計量法に準拠したスマートメーターの B ルートでの計量値の活用を含め、HEMS の役割が重要となっている。

一方、アグリゲータは、電力取引市場での取引のためにもなるべく安価な電力を調達するとともに、上げ／下げ DR の要請に応じた電力を調整することがビジネスにおいて重要となることは言うまでもない。そのために、電力の使用時間帯の異なるオフィスと家庭を組み合わせるなど、幅広いリソースを管理することが望まれている。住宅用のリソースについては一個単位では小さなリソースではあるが、普及が進んでいる PV システムやエコキュートなどを束ねて制御することで、VPP に活用可能なリソースとなる。そのためには、需要家の所有する異なるメーカーの蓄電システムや省エネ機器を HEMS で相互接続したうえで遠隔制御することが必須であり、マルチベンダー環境での相互接続を実現するために、標準的な通信規格として ECHONET Lite 及び AIF 認証制度の活用が重要となる。

これらを背景として、2016 年度からの 5 年計画で、官民で課題解決に向けた討議の場としてエネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会（ERAB 検討会）が設立され、経済産業省の主導のもと、ネガワット取引市場、セキュリティ管理などを含めた幅広い議論が進められている。その中で、需要家のエネルギー機器を VPP に活用するために、なるべく多くの機器が、コストアップを抑えた中でアグリゲータが遠隔操作できるよう、ECHONET Lite の Property 拡張とともに、AIF 認証制度の内容を更新する検討を行うとともに、「需要家側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業」（以下 VPP/V2G 実証事業）にて家庭用蓄電池をはじめとする幅広い機器を活用した実証事業が進められている。しかしながら、需給調整市場をはじめとする制度設計においては、低圧機器に対応するためには系統側の課題も多いこともあり、まず高圧機器の活用を念頭に検討が進んでいるのが現状である。

2019 年度、JEMA HEMS 専門委員会 VPP 分科会がこれらの実証事業に参画されているアグリゲータを対象に、低圧機器を活用したユースケースと課題に関するアンケートを行い報告書に整理したが、機器のふるまいの差異に起因すると思われる課題や新たなニーズも要望されている。さらに、2021 年 6 月に「VPP における需要家エネルギーリソースの活用に関するガイドライン」を JEMA Web サイトに公表した。ガイドラインでは、調整力市場が開設された 3 次調整力②への低圧リソースを活用することを想定し、需給点での制御対象機器として VPP コントローラーを定義し、より正確に安定的に DR 制御するための RA と VPP コントローラー間のデータ、需要家サイドの創蓄省エネ機器の制御シーケンスの一例などを整理した。

また、先述したように 2020 年 6 月に成立した「強靱かつ持続可能な電気供給体制の確立を図るための電気事業法を改正する法律」に関連してアグリゲータ制度、計量の合理化関連など VPP サービスの関連する制度設計が進んでいるが、低圧リソースの市場参入にはまだ課題が残っているのが現状である。

一方、カーボンニュートラル達成に向けての一施策として、省エネ法の改正も議論が進ん

で切る。この中で、需要家サイドの機器を用いて上げ/下げ DR に活用すること、再エネ機器の導入を加速することも検討されており、蓄電システムの活用が期待されている。その際には、蓄電システムとしては、VPP サービスと省エネサービスでの DR 制御、計量などの仕様がなるべく共通化されることで、いっそうの普及が促進されることが望まれる。

3-6 EV 用 PCS

2050 年カーボンニュートラルの政府表明を受け目標達成には運輸部門での CO2 削減が必須で、EV（電気自動車）を代表とする次世代自動車の普及拡大は地球環境保護の観点から重要なテーマとなっており、国内外の自動車メーカーは低温暖化ガス排出車の普及に取り組んでいる。特に、2017 年秋以降、海外メーカー、特に欧州、中国メーカーの積極的な取り組み状況が数多く報道され、いわゆる「EV シフト」のトレンドが明確化し始めている。日本において現在はハイブリッド車が主流であるが、今後、PHV（プラグインハイブリッド車）や EV や FCV（燃料電池自動車）も政府の後押しを受け急速に普及が進むものとみられる。

EV や FCV 普及にはガソリンスタンドに相当するインフラの整備も重要であり、EV 用の充電スタンドは全国で約 2.8 万基（普通充電および急速充電合計）、また FCV 用の水素ステーションも各地に設置が進められている。（計画中を含め日本全国で 169 箇所）

V2H（Vehicle to Home）システムとは、こうした EV、PHV へ倍速で充電が可能だけでなく、これら車両に内蔵された大容量蓄電池や FCV の燃料電池から電気を取り出し、家庭の電力として使用する双方向充放電可能なシステムで、CHAdeMO 協議会で規定された規格を有したシステムをいう。EV の蓄電池は航続走行距離を伸ばすために大容量化が進んでおり、EV を移動する手段としてだけでなく内蔵蓄電池を活用した新たな機能を生み出すものとして注目されている。

V2H の利点は下記のとおりである。

- ・ EV・PHV 等への倍速充電が可能
- ・ EV・PHV 等に蓄電された電力を住宅用電力として使用可能
昼間の系統からの電力買電量を削減することで電力系統のピークシフトに貢献できるばかりでなく、月々の電気代の節約も可能となる
- ・ 非常時には EV・PHV を非常用電源として活用可能
- ・ 太陽光の発電電力を車両に充電して走らせる究極の脱炭素を実現可能

車両の蓄電池から電気を取り出すためには車両側にも機構・システムが必要となるが、日本では EVPOSSA/CHAdeMO 協議会*が規格化（電動自動車用充放電システムガイドライン 第 2.1.1 版 2018 年 9 月 14 日）を行うことで標準化が図られている。海外では、CHAdeMO 以外にも欧州を中心とした Combined Charging System（CCS）や中国の GB が併存しており、グローバルな観点では規格の統一化が望まれるものである。

*EVPOSSA：一般社団法人電動車両用電力供給システム協議会、安全・安心な普通充電器の普及を目的に設立。

CHAdeMO 協議会：EV の利用拡大に向けて急速充電基準の標準化を目的に設立。世界で最初に EV 用急速充電器の充電規格を制定。

また、近年は、太陽電池、蓄電池、車載電池の3電池を一つのPCSで繋ぐトライブリッド型蓄電システムが商品化されている。これは、従来の蓄電システムとV2Hシステムを融合させた商品で、太陽光発電を蓄電池に貯めて夜間に使用できるほか、昼間、通勤などでEVが自宅に無い場合も、一旦蓄電池に貯めて、夜帰宅した際に、蓄電池からEVに電力移動する等の使用方法が可能となった。

今後、V2Hが普及期を迎えるにあたっては、EV、PHV、FCVの市場拡大が大前提であり、その上で低価格化や以下のような利便性の向上が市場のニーズとなるものと考えられる。

- ・充電時間の短縮
- ・ワイヤレスでの充放電
- ・太陽光発電・住宅用蓄電システムとの連携やHEMSなどを活用した電力の最適化管理など

V2Hは主に一戸建て施設の閉じられた範囲内での電力の活用を想定しているが、電力系統と接続し系統間との電力をやり取りするV2G (Vehicle to Grid) やVPP用蓄電システムとしても実証実験が開始されている。

駐車中の動いていない車に新たな価値を生み出すV2Hは、住宅用蓄電池を車の蓄電池に置き換えたシステムでもあり、蓄電池の活用の概念は基本的に同じである。蓄電池の価格が高い現状においては、二者択一の感があるが、今後は両者を連携・役割分担させることで、再エネ電気の自家消費率を更に向上させることが可能となる。スマートグリッド構想の実現においてもEV・V2Hと住宅用蓄電池はお互いが補完的な役割を担うものとなるだろう。また、EVシフトが進む中で、カーシェアリングとV2Gの親和性が高いことも、今後のV2Gシステム普及の原動力を担う可能性を秘めている。

3-7 性能・安全性（住宅用）

3-7-1 技術（性能、安全性）における課題と施策

前項で述べたように、蓄電システムを太陽光発電（PV）システムに連携させることで、利便性を向上させ、系統の安定化や再エネの自家消費を促進し、CO₂排出量削減が可能となる。このため、蓄電システムにはPVシステム設備の寿命に応じた製品寿命が求められると共に、エネルギーを最大限活用するために、電池部、PCS部の電力の出し入れに伴う高いエネルギー変換効率や、システムの信頼性、安全性も絶対必要で、経済性も要求される。

3-7-2 実効容量と劣化診断技術

蓄電システムの基本性能の重要な仕様として、「実効容量」があげられる。従来は、蓄電システムに搭載している蓄電池の容量（DC値）をベースに定格容量を定義し、蓄電システムの基本仕様として説明することが一般的であったが、実際には、蓄電システムから充放電できる電力量（AC値）の多寡が重要である。特に、VPPで活用される蓄電システムでは、アグリゲータは系統とのやり取りで電力量をAC値として定量化することを望んでいる。このため、JEMAでは、そのベースとなる工場出荷時の初期状態での実効容量を議論し、JEMA規格として定義および試験測定法を明確化し、ERAB検討会で承認され、2017年3月17日に日本電機工業会規格「JEM1511 蓄電システムの初期実効容量算出方法」として発行した。

「JEM1511 蓄電システムの初期実効容量算出方法」の概要

- ・算出方法: 定格容量(kWh)×放電深度(DOD)×システム効率
 定格容量: 蓄電池単体の DC 出力容量(従来の定義ベース)
 放電深度: 蓄電システムでの設計仕様値
 システム効率: PCS の消費電力を含む、DC⇒AC の変換効率
- ・実測による検証方法
 上記算出値の検証方法として実測による方法を規定

更に、アグリゲータ視点では、導入後の蓄電池の劣化の度合いを把握し、運転経過後の現時点で充放電できる電力量を正確に把握することが重要となる。蓄電池の劣化は、充放電の運転履歴（充放電量や充電レートなど）や温度などの環境条件の影響があり、劣化状況を正確に評価することは難し状況にあるが、大学や各社が評価方法の開発を進めており、技術開発の段階であり実用化を急いでおり、今後のアグリゲーションビジネスにおいては、評価技術が標準化され、各社の蓄電池性能を比較できることがより重要となってくると考えられる。その際には、蓄電池の運転状態によって劣化性能は大きく左右されるため、充電レートや充放電深度などの製品仕様を考慮し、劣化診断手法の標準化の検討が進められている。

ここで、蓄電池の劣化指標関連については、各社独自の手法で、蓄電システムにテストモードを搭載して SOH (State of Health) を定期的に診断し、実使用状態のモニターを行い、運転履歴を把握してデータ蓄積を実施している。また、3 者機関がこのデータを一括的に分析することにより、各社の性能バラツキについても検討を行うことができ、効率的な規格標準化が可能となる。

3-7-3 性能基準と安全基準

電池システムに関する性能および安全性規格に関しては、JIS C 8715-1（産業用リチウム二次電池の単電池及び電池システムー第1部：性能要求事項）、JIS C 8715-2（産業用リチウム二次電池の単電池及び電池システムー第2部：安全性要求事項）、IEC 62620（産業用リチウム二次電池の性能・表示規格）、IEC62619（Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Safety requirements for secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications）が代表例として挙げられるが、これらは、蓄電システム市場での必要最低限の基準であり、今後、蓄電システムを普及拡大させて行くにあたっては、使用環境の変化、性能劣化に応じた性能基準、安全基準の策定についても考えて行く必要がある。例えば、充放電サイクル特性は、蓄電システムの設置場所の温度、充放電レート（電流）および待機時間（保存時間）に大きく影響を受けるため、機器の使用地域の気候（温暖～寒冷）等、実際の使用条件に応じた評価が必要である。

また、蓄電モジュールの安全性について、万が一、1 セル（単電池）が熱暴走が起こった場合、熱暴走したセルに隣接する周囲のセルは熱暴走せず、蓄電モジュールは発火しない耐熱焼性を有することが、蓄電システムの安全性確保ために、極めて重要である。上述したように、使用環境や経年劣化によって、セル間のインバランス（不均衡）など不安全性が高まる可能性もあるため、それを想定した耐熱焼試験で安全性を評価することが有用となる。

更に日本が地震国であることを考えると、建物の倒壊等の非常時を考慮した安全性確保も求められる。

蓄電モジュールの耐熱焼性については、日本国内の JIS 規格で業界標準化し (JIS C 8715-2)、これを国際的にアピールすることで、IEC 国際規格化した (IEC 62619)。更に、2020 年 4 月に、蓄電システムの安全性規格として、蓄電モジュールの耐熱焼性を必須とする IEC62933-5-2 (統合蓄電システム安全性)を発行した。また、運用 (稼働) 中の蓄電モジュール安全性を監視・制御する安全性診断機能に関しても、日本提案で新規提案し、EV リュース電池の安全性評価基準を含め、IEC62933-5-3 として国際規格標準化を行っている。

また、国内 JIS C 4413 では、充放電効率、防じん防水性能、蓄電池劣化時の安全性、災害などに対するリスクアセスメントを規格標準化し、これらの仕様をラベリングについて、JIS C 4414 において策定中である。

これらにより、蓄電システムの安全性は、より高いレベルで確保されており、信頼性の確保に大きく貢献している。一般的に、蓄電システムの安全設計は、電池材料の安全範囲、及びセル (単電池) の運用範囲を考慮した上で、システム運用範囲が包含されるように初期設計される。これが、温度環境を含め長期間使用されるに従い、セルの内部状態変化により容量低下し、電池材料の安全範囲からの逸脱に結びつく劣化が起これば、システム安全性が損なわれるリスクが生じる。このような観点からも、住宅で充電し使用される住宅用蓄電システムの長期安全性能は極めて重要である。また、EV 用蓄電池などからリユースされる際には、製品の安全性視点から耐熱焼試験を含めた安全性評価が重要である。

3-7-4 次世代蓄電池による耐久性・安全性の向上

現在は、蓄電池においてはエネルギー密度に優れたリチウムイオン二次電池 (LIB) の活用が進められているが、安全性の向上が一つの課題として挙げられる。LIBは、3.7V以上の高い電圧を維持するため、通常、電解液に可燃性有機溶媒を使用しており、消防法により設置場所に制限が生じ、さらに、定置型・大型の蓄電池は長期間の運用が前提となるためより高い耐久性・安全性が求められる。また、事業化において重要とならコスト低減の観点から、普及が期待され生産規模の大きいEVに用いられる蓄電池を、定置式にも活用することも進んでいる。

製造投資の兼ね合いもあり、徐々に中国メーカーの比率が高まっているが、METIでは将来の産業競争力確保の観点から、官民連携も含めて次世代蓄電池の開発もチャレンジされている。

次世代蓄電池として最も期待されているものの一つとして、無機固体電解質を使用したリチウムイオン電池 (以下、全固体LIB) が挙げられる。

全固体LIBは固体電解質を使用するため機液体、安全性の向上・モジュール体積の減少・充電時間の短縮・高温や低温での出力低下も少ないといった長所があり、安全部品を削減することで、低コスト化・コンパクト化に繋がる効果も期待されている。

定置式蓄電システムへの活用を考えると、EV用に開発されている全固体LIBが有力候補となる。トヨタをはじめ自動車メーカー自ら電池開発にも取り組むなど、活発な研究開発が進められているが、技術難易度が高く、技術的な課題、製造投資に必要性などから、現時点では開発・製造するメーカーの多くは、2020年代前半を市場参入の目標時期としている。

EV用で実績を踏まえて、次STEPで定置式蓄電システムへの採用を進めることが想定されることを考慮すると、電解液を用いた蓄電池の改良として、正極・負極材料をはじめとし

た次世代開発も重要である。

たとえば、リチウムイオン電池の負極材として一般的に使用される黒鉛と比較して、2倍の理論体積容量密度を持つニオブチタン系酸化物(Niobium Titanium Oxide、以下、NTO)を用いた次世代リチウムイオン電池の2023年度商業化に向けた開発が進められている。その際には、技術開発だけではなく、材料の安定供給の視点も含めた国際的な連携も考慮した体制構築も重要となってきた。

3-7-5 PCS 関連技術

これまで、PV向けのPCSでは、系統連系のルールに沿って、日射状況によって変化する電力を効率よく出力することが機能として求められていた。

2012年～2013年にかけて、系統連系型の蓄電システムが各社から商品化が進められたが、導入初期には系統連系の認証制度はなく、各電力会社との個別連系協議が必要であった。

JEMAでは、電力会社や認証機関等と連携し、蓄電池単独のシステムの系統連系認証基準案の策定を推進し、2012年7月に運用が開始された。これにより、蓄電システムの系統連系時の申請作業が大幅に軽減され、普及促進の後押しとなった。

その後も複数直流入力PCSの認証基準案の策定（2013年から運用開始）、マルチ入力PCSの認証基準案の策定（2017年1月運用開始）、逆潮流可能な蓄電池の認証基準案の策定（2019年7月運用開始）等を進めると同時に、各メーカーは蓄電池単独のシステムから複数直流入力システムへと進化させてきた。

マルチ入力PCSはPVと蓄電池を一つのPCSで制御することが可能で、それぞれ単独のPCSに比べ、ACへの変換ロス低減による効率向上とともに、システム稼働率（PCSの負荷率）が向上し、システムの運転コスト低減にも貢献している。

蓄電システムは、系統軽負荷時は蓄電池に充電、重負荷時は放電することにより、周波数変動を抑制することが期待されているが、そのためには系統への逆潮流が必須である。しかしながら、蓄電システムからの放電電力の逆潮流は、現在の固定価格買取制度においてはFIT電源と切り分けが必要であることを要因として認められておらず、調整力・系統安定化機能として活用しきれていない。

VPPでは、蓄電システムの調整力への活用が必要不可欠であり、蓄電システムからのFIT電源と非FIT電源の切り分けルールの確立が急務である。更にネガワット取引でのベースラインの考え方、機器の特性を損なわない制度づくりが必要である。その際には、マルチ入力PCSではDC側でPVと蓄電システムが接続されているためにこれらの電力量を計量することは困難なこともあり、計量制度に対応した合理的な計量ルールの検討が重要である。

「特定計量制度」について検討が進められている。これは地域に分散するPVや蓄電池あるいは電気自動車等からアグリゲーターが電気を集めて需要家等に電力を供給しようとする場合に、分散リソースからの発電もしくは消費電力が一定の精度で計量が可能な場合には、令和4年度から施工される改正電気事業法に基づいて、自ら計量管理を行うことを届け出ることにより、分散リソースごとに検定計器を設置することを必要としないというものである。これにより取引リソースごとに新たなスマートメーターなどを取り付ける必要はなくなり、アグリゲーターなどにメーター取付負担を必要とすることがなくなる。

また変動する再生可能エネルギーをはじめ、蓄電池など様々な分散型エネルギー資源が系統につながることで、安定して電気を使うための系統運用にも課題がある。そこで系統接

続するにあたり、周波数変動抑制や事故時の対応等のルール・要件をよりふさわしい形で決めておくことが必要となる。このルール（＝グリッドコード）の検討が進められている。

将来の技術としては、一次調整力の電源I-aにも参加可能な電源とすべく、周波数調整機能を付与したPCSの開発も取り組まれている。周波数制御は早い制御が必要となるため、その制御方法として、リモート制御とローカル制御（自端制御）を組み合わせた制御などが提案されている。

4. 産業用蓄電システム

4-1 国内市場動向・規模（産業用）

産業用・業務用蓄電システムは、東日本大震災以降の政府の助成金（グリーンニューディール基金）により学校、体育館、公民館等の避難所として使用される公共施設へ導入が進んだ。しかし、上記の助成金は東北地方を除き2016年度末で終了し、公共施設向けの市場は縮小している。一方で、パリ協定が採択され、RE100、ESG投資など世界的に環境の維持・改善の取組みが加速するなか、民間事業者が再生可能エネルギーと蓄電池を組み合わせ活用する取組みが浸透しつつある。

また、異常気象等により全国各地で発生している停電被害を受け、発電量が天候に左右される再生可能エネルギー（太陽光発電・風力発電）に蓄電システムを併設することでBCP対策とする動きも増加傾向にある。

2020年10月には2050年カーボンニュートラル実現を目指す政府方針が発表された。蓄電池の重要性は益々高まっており、メーカーのコスト低減努力および政府の導入支援による一層の普及拡大が期待される。

その他、固定価格買取制度によりPV等の普及が進んだ結果として発生している電力供給過多の解決のため、需給バランスの調整力としてVPP用途に蓄電システムを活用する新たな事業が生まれつつある。

蓄電システムは主にPVシステムと併設されるが、公共施設では屋上屋根に積載できる太陽電池の容量が～20kW程度であることから蓄電システムについてもPCS容量は～20kW／蓄電容量は～20kWh程度のサイズが中心となっている。事業所においては公共施設に比べて規模の大きい蓄電池が必要とされるが、価格面から従来は公共施設と同容量帯が中心であった。しかし、上記の様に民間事業者の再エネ関連の取組みが広がる中、PCS容量50kW以上のシステムが導入される事例も増加している。

4-1-1 自家消費用途

FITにより、PVを中心として再生可能エネルギーは広く普及した。しかし、制度改正により売電単価が年々下落し系統電力の従量料金を下回りつつあることから、再エネ電力を売電するのではなく自家消費する需要家が増加している。そのような需要家においては、天候に左右される再エネ電力の安定した利用や休日等に発生する余剰電力の有効活用のため、またピークカットにより電気料金の削減効果を高めるために蓄電システムが併用されるケースも多く、PVの自家消費用途の広がりに伴い蓄電池の利用が進む潮流が生まれている。なお自家消費用途として蓄電システムを採用するケースにおいても、停電時におけるバックアップ電源としての機能を期待し特定負荷が接続されることが殆どである。

近年の傾向として民間企業での再エネおよび蓄電システムの導入が拡大しており、大型かつ低価格な製品への需要が高まっている。このため安価な海外メーカーが参入しつつあり、

国内メーカーは対応を求められている。

(1) 自家消費用途 具体事例（沖縄県北大東島）

沖縄本島の東約360kmに位置する北大東島では、2016年3月に北大東村役場、北大東小中学校など5施設に自家消費用途としてPVシステムおよび蓄電システム（蓄電容量：計189kWh）を導入。以来、CO2排出量の削減・電気料金の削減のため当該システムを活用している。

一方で同島では夏季の台風被害のリスクが高く、特に台風に起因した停電時におけるバックアップ電源としての役割が蓄電システムに期待されていた。実際に2020年9月には台風10号が同島を直撃、瞬間最大風速51.6m/sの暴風により全島で約2日間にわたる停電が発生したが、上記の5施設が避難所となり、蓄電システムの供給する電力が照明やテレビ・携帯電話の充電等の用途に利用された。



北大東村役場



北大東小中学校



蓄電システム(45kWh)

図4-1 自家消費用途 沖縄県北大東島の事例

4-1-2 ZEB 用途

ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）は建物の運用段階でのエネルギー消費量を「実質的」にゼロ以下にするものであるため、その実現には必ずしも蓄電池は必要でない。しかし、蓄電システムの併用により出力変動の大きい再生可能エネルギーを効率的に活用し、エネルギー需給を施設内で完結させる運用をより高いレベルで実現できる点が評価され、ZEB事業においても蓄電システムの採用が進んでいる。

ZEB事業の中心は小～中規模の事業所であるため、公共施設の割合が比較的高い自家消費用途に比べZEBにおける蓄電システムの容量帯は大きくなる傾向にありPCS容量が50kW以上のケースも珍しくない。また自家消費用途とは異なり、太陽光発電のみならず系統および負荷の稼働状況を監視し最適な運用を実現するマネジメントシステムが必要となる。

2050年カーボンニュートラル実現を目指す政府方針の表明を受け、公共・民間ともに再エネおよび蓄電システムの普及促進が期待される。今後のZEBビジネスの拡大のためには、導入のインセンティブを高めるための制度設計や補助金による支援の継続が必要である。

ところでEVに搭載される蓄電池は大型化の傾向にあり、EVには単なる移動手段だけでなく蓄電池としての用途も期待されている。既に一部メーカーでは蓄電システムとEV用充放電設備を組み合わせた複合的なシステムが商品化されている。

4-1-3 BCP・避難施設

(1) 用途

(1-1) BCP 用途

ガス、電力、交通、通信など重要な社会インフラの維持には安定した電力供給が求められる。我が国の電力供給は世界的に見ても安定しているが、巨大地震や大型の台風などにより、

長期間電力供給が不安定になったり停止することが考えられる。

従来は非常用発電機の設置などの対策が主流であったが、昨今のリチウムイオン電池の進化により、蓄電システムの導入が広がっている。蓄電システムは、発電機に比べメンテナンスの手間が減ること、停電後すぐに起動できること、室内で使用しても一酸化炭素中毒の心配が無いこと、大きな騒音を発しないことなどの利点がある。PVなど再生可能エネルギーと組み合わせることで、長期間の電源確保も可能になる。

(1-2) 避難所用途

地震、台風などの災害が起こった際、学校の体育館など公共施設が地域の避難所となる。避難所には毛布・飲料水・非常食などの「物資」の備蓄のみならず、「明かり」や「情報通信」といったインフラ機能も必要となる。

公立の小・中学校には、従来から文部科学省主導で PV の設置が推進されてきたが、PV 単独では夜間や雨天時に十分な電力を確保できなかった。発電機の併用ももちろん可能だが、日常的なメンテナンスが必要なこと、燃料の確保、夜間使用時の騒音などの課題があった。

蓄電システムを PV と連携させることで、PV 単独では使えなかった雨の日や夜にも電力が安定して使えるようになり、両者の不足部分 (PV システムは雨天時や夜は電力供給できない。蓄電システムを長期間使うためには充電が必要) を補完することができる。その結果、体育館の夜間照明を確保したり、情報入手のためのテレビ・ラジオ等の電力に活用したり、被災者のスマホや携帯電話の充電を行うことが可能となる。

コロナ禍の避難所においては、定期的な換気と冬季の暖房などの温度管理の両立が必要で、以前にも増して電力・エネルギーの確保が必要となっている。さらに「密閉・密集・密接」を避けるため避難所の収容人数を絞る動きも見られることから、「3-4 災害時における貢献」で述べた「在宅避難」の考え方は避難所収容人数に課題があった都市部から全国に拡大し、避難所との併用が重要になってくると考えられる。

(2) 便益

(2-1) 災害時における貢献

2016年4月に発生した熊本地震では、避難所に設置された大型の蓄電システムが照明やテレビなどの電力となり、被災者のスマホや携帯電話の充電に活用された。

一方、東日本大震災では、停電のために冷却装置が停止し、火災などの二次災害が生じた事例があった。蓄電池による非常用電源だけでは工場の設備を稼働させることは難しいが、二次災害を防いだり、事業再開の準備のためのサーバーや PC などの情報機器の電源は必要であり、BCP 計画策定時に必要な電源容量を見積り、それに応じた非常用電源の導入が求められる。

(2-2) 公立の小・中学校での蓄電システム導入状況

避難所における PV ならびに蓄電システムの導入状況に関する集計はないが、文部科学省の「再生可能エネルギー設備等の設置状況に関する調査結果」(令和3年5月1日現在)によると、地域の指定避難所となり得る公立の小・中学校における PV の設置は 9,706 校(設置率: 34.3%)である。過去数年の傾向をみると、徐々に増えているが、次表のように未だ低い設置率である。その内、蓄電池を併設している学校数の情報は令和3年の調査結果には無いが、平成30年では 2,527 校となっていた(設置率: 12.9%)。

表 4-1 公立学校における太陽光発電設備の設置状況（令和 3 年）

	学校数	太陽光発電設置校（設置率）	蓄電システム設置率(H30)
幼稚園	3,104	313 （10.1%）	1.4%
小・中学校	28,263	9,706 （34.3%）	12.9%
高等学校	3,522	1,110 （31.5%）	4.0%
特別支援学校	1,100	313 （28.5%）	2.4%
合計	35,989	11,442 （31.8%）	8.4%

学校数として、文部科学省による令和 3 年度学校基本調査（速報値）の値を用いた。

一方、平成 30 年版防災白書によると、全国の指定避難所数は 79,281 カ所となっており（令和 2 年 10 月 1 日現在）、公立の小・中学校ではない避難所の方が圧倒的に多い（79,281－28,263＝約 5.1 万カ所）が、これらの避難所の非常用電源の設置状況は把握できていない。

(2-3) 仙台市における取り組み

全国的にはまだ低い導入率だが、先進的な事例として、防災環境都市・仙台の取り組みを紹介する。仙台市では、指定避難所となる小・中学校などに PV と蓄電池を組み合わせたシステムを導入し、災害時に自立的に電源を確保できる体制を構築している。市内の公立の小・中学校 189 カ所の内、188 カ所に設置済みで、設置率 99.5%と全国平均（12.9%）を大きく上回っている（令和 3 年 5 月現在）。

システムのイメージ図

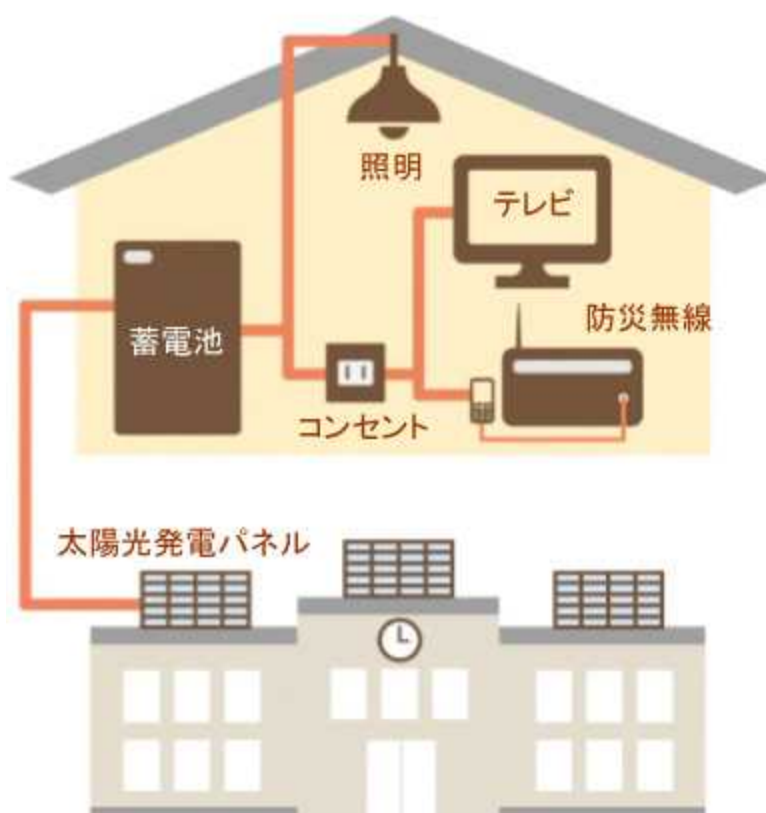


図 4-2 防災対応型太陽光発電システムのイメージ（仙台市 HP より）

この動きは公立の指定避難所に留まらず、地域防災計画で防災拠点として指定を受けている民間施設に対しても行われている。更に、次世代型防災対応エネルギーマネジメントの取り組みへと歩を進めており、「防災対応型太陽光発電システム」が設置されている市内の指定避難所 25 カ所を対象に、東北電力の VPP 実証プロジェクトのシステムを用いて、防災機能を損なうことなく、PV や蓄電池を最適制御する検証が 2021 年 3 月 31 日まで行われた。

(3) 今後の期待と課題

現在執行されている BCP 対策・避難所向けの国の補助金としては、環境省の「地域レジリエンス・脱炭素化を同時実現する避難施設等への自立・分散型エネルギー設備等導入推進事業」がある（令和 2 年度補正予算、令和 3 年度予算、令和 4 年度予算概算要求）。これは、正に避難所へ再エネと蓄電システムを組み合わせた「自立・分散型電源」等の導入を促進するものであるが、再エネ発電電力は FIT による売電が行えず自家消費することが求められている。現状、電力の自家消費だけでは経済合理性が成り立たず、経済合理性とレジリエンス性の両立が難しい。

蓄電システムなどの低コスト化に各メーカーが継続して取り組んでいくことは必要だが、インフラに関わる製品では信頼性と安全性が重要視され、カスタム品も多いことから、低コスト化は市場の拡大とともに進むものとする。国には、VPP やネガワット取引市場が早期に立ち上がり、自立的にアグリゲーション事業が立ち上がるように政策支援をいただきたい。その結果、蓄電システムのマルチユースが実現し、経済合理性とレジリエンス性の両立が徐々

に可能になってくる。また、公共施設向けの TPO/PPA モデルによる導入が進むようにご支援をいただきたい。

4-1-4 ピークシフト

(1) 産業用蓄電システムによるピークシフトの便益

産業用の高圧電力はデマンド契約の形態を採用しており、この契約は各月の契約電力を該当月の最大需要電力（デマンド値）と過去 11 か月の最大需要電力の内、いずれか大きい値とする制度である。この制度に基づく固定料金決定の仕組みは、過去 12 か月の内、該当月に最大の電力値を発生させてしまえば、新たに向こう 1 年間の契約電力として採用されるため、電気料金抑制のためには、最大需要電力（デマンド値）を下げる工夫が必要となる。

一方、ピークシフト機能を有する産業用蓄電システムは、夜間や早朝など電気をあまり使用しない時間帯に電気を貯めておき、最大需要電力（デマンド値）時に蓄電池からの電気を使用することで、電気料金を抑制する効果が期待でき、産業用蓄電システムを導入検討する利用者にとって、導入時の動機の一つになりうる経済的価値である。

(2) ピークシフトの経済的価値（例）

ピークシフト機能を有する産業用蓄電システムを導入した場合の経済的価値について、仮の条件を置き試算をする。各需要家の電力契約や導入する蓄電システムの仕様により効果が異なるため、本試算結果は効果を保証するものではない。

※ 経済的価値試算の目的：電気料金の削減効果の把握

試算条件：

①電力契約プランは、導入前・導入後で共通のプランとする。

②日中に最大需要電力（デマンド値）がある

③電力契約の条件（例）

電力会社：東京電力エナジーパートナー/業務用電力（500kW 未満）

料金単価：1,716 円 00 銭/kW（税込）

④蓄電システム仕様（例）

蓄電池容量 30kWh

パワーコンディショナ出力 50kW

⑤契約最大需要電力（デマンド値）の削減値（例） 40kW

ピークシフトの経済的価値試算（年間）

＝契約最大需要電力（デマンド）値の削減値 40kW * 料金単価 1,716 円 00 銭 * 12 か月
＝823,680 円

本条件のもとでは、年間 823,680 円の経済的価値が期待できることが試算で得られた。

4-1-5 再エネ変動吸収・系統安定化

(1) 用途

2020 年 10 月に 2050 年カーボンニュートラルが宣言された。カーボンニュートラルの実

現に向けては、電化の促進、電源の脱酸素化が鍵であり、再生可能エネルギーを最大限に導入することとなった。しかし、再生可能エネルギーは自然エネルギーを利用するため、非常に不安定な発電源となる。

この不安定であるが、有用な発電源を利用するために例えば PV であれば出力制御をして発電量を制御するとか蓄電池を設けて過不足となった電力を一時的に蓄電池に貯蔵したり、放出したりすることで安定化することが可能となる。

(2) 市場動向と便益

安定した電力供給のためには、変動する需要に対して各発電所の出力を制御し、常に需要と発電を一致させる必要があり、これによって周波数を一定に維持している。もし、このバランスが崩れると、周波数が変動し、需要家側電気機器の動作に影響する可能性があるだけでなく、周波数が大きく変動すると、発電機の保護機能が働き、系統から発電機が解列（発電機が電力系統から切り離されること）する現象が連鎖的に発生して大停電を引き起こすことになる。

系統の周波数は、需要＞発電の場合には電気が不足して周波数が低下し、需要＜発電の場合には電気が余って周波数が上昇する動きとなる。

このような電気的特性から、日本では周波数の変動幅をおおむね $\pm 0.2 \sim \pm 0.3 \text{ Hz}$ の範囲に収まるように電力会社が制御している。

周波数調整のためには、瞬時に変動する需要に追従して、短時間で出力調整できる電源を確保しておく必要があり、主に火力発電機と水力発電機により調整を行っている。しかし、起動時間や出力変化率、出力変化幅の制約があり、吸収できる再生可能エネルギー電源出力にも限界がある。

つまり、再生可能エネルギー電源の導入量が増加すると、気象変動による出力変動幅が大きくなり、広域に分散設置した各再生可能エネルギー出力の平滑化効果を考慮しても、既存発電機による出力調整能力以上の変動が発生すると、需要と供給のバランスが崩れて周波数が適正値を超えて変動し、場合によっては大停電を引き起こすなど、電力供給に重大な影響を与える可能性がある。これが PV や風力発電などの変動電源が在来型電源を 100% 代替できない理由であり、導入可能量にはおのずと限界がある。

この限界に対して蓄電池による瞬時制御を実施し、短周期変動である周波数を制御することで、安定した電力供給が実現可能となる。

安定した電力供給のために、従来の調整力公募に加えて、2021 年 4 月よりエリアを超えた広域的な調整力の調達する需給調整市場が開設され、需給調整への蓄電池活用が期待される。

(2-1) 北海道電力の事例

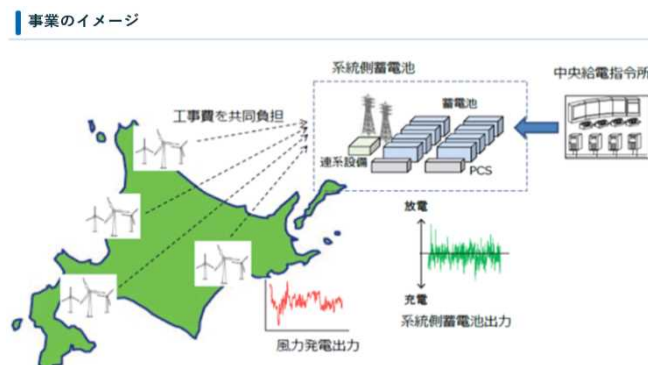


図 4-3 北海道電力の事例（北海道電力㈱HP より）

北海道電力での事例として、既に北海道電力㈱が系統側蓄電池を設置し、それに係る費用を共同負担することを前提とした風力発電事業者を募り、風力発電の導入拡大を進めている。

具体的には、系統側に蓄電池を設置し、設置した系統側蓄電池に係る費用を共同負担することを前提に系統側蓄電池による風力発電募集プロセスを 2017 年 3 月 28 日に開始している。

系統への影響を確認しながら段階的に風力発電の導入量を拡大していくため、Ⅰ期とⅡ期に分けて募集を行い、Ⅰ期募集では 60 万 kW の募集に対して、16.2 万 kW（の連系が決定した。なお、Ⅱ期募集として導入量 40 万 kW（Ⅰ期募集と合わせて計 100 万 kW）の連系を予定している。但しⅡ期募集については、Ⅰ期募集による系統側蓄電池導入後、1 年程度の実績を踏まえた評価、検討を行うとしている。

(2-2) 九州電力の事例

九州電力では離島での再生可能エネルギー導入拡大の取組みを実施している。

【離島における風力発電等の導入拡大実証事業の概要】

■実証離島（奄岐）の電力系統 ■蓄電池による周波数変動抑制のイメージ

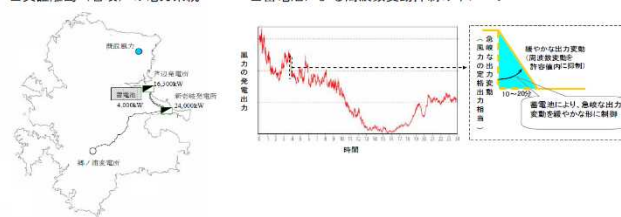


図 4-4 九州電力の事例（九州電力㈱HP より）

離島では、電力系統の規模が九州本土と比べて小さいため、出力変動が大きい風力・太陽光が連系されると、系統周波数の変動が大きくなり、系統の安定性に影響を与えやすくなるという特徴がある。

この対策として、大型蓄電池を 4 つの島に導入し、風力と太陽光発電の出力変動の系統への影響を緩和する「再生可能エネルギー導入拡大のための大規模蓄電池システム実証試験」に取り組んでいる。マイクログリッド（小規模電力網）に大型蓄電池を一括して接続し、複数の再エネ出力の変動を一括して緩和する。離島それぞれの出力は、奄岐島（長崎県）・4MW、対馬島（長崎県）・3.5MW、種子島（鹿児島県）・3MW、奄美大島（鹿児島県）・2MW であ

り、再生可能エネルギーの導入拡大を図るため、積極的に取り組んでいる。

(2-3) 仮想同期発電機概念に基づく連系用インバータ制御技術の開発事例

系統安定化に向けては、慣性力・同期化力を従来の回転式発電機と同等な機能を持つことが蓄電システム等のインバータ電源に望まれる、近年連携インバータに同等の機能を保持した仮想同期発電機（Virtual Synchronous Genetator）制御機能を持たせた蓄電システムの開発が進められている。高速に電力需給変動に対応する新制御方式を開発し、再生可能エネルギー電源を大量導入した電力系統やマイクログリッドの安定運用を実現することを目指している。

4-1-6 VPP 用蓄電システム

(1) 用途

VPP においては、蓄電システムは電力の充放電機能を有することから、系統側・需要家側の需給バランスを制御する機器として有力な機器である。一方、蓄電システムは、発電所で使用される大規模のものから、工場・ビルなどの産業用・業務用に使われる中規模のもの、小店舗や家庭向けの小規模のものまで、幅広い用途に応じた容量・出力・制御などの必要機能を満たす製品がこれまでに実用化されている。一例として、ビルや店舗の BCP 対策、電力需要のピークシフト・ピークカットや PV の自家消費などを主目的とした住宅用などの蓄電システムがあげられる。ここで VPP 用途を考えると、VPP を専用用途とするものではなく、前述したような用途に導入された蓄電システムを、需給調整市場の取引などの要件に適合して VPP 用途にも使用できるようにすることが重要である。また、蓄電システムを VPP に活用するためには、蓄電システムとともに通信関連のプラットフォームおよびお金のやり取りのベースとなる計量を含めたシステム整備が論点となる。

(2) 市場動向

このような背景のもと、VPP の実用化に向けて ERAB 検討会で ECHONET Lite による通信制御仕様の拡張、AC(アグリゲーション・コーディネータ)と RA(リソース・アグリゲータ)の役割や必要となるセキュリティ対策などの議論が進められ、実証実験の結果を踏まえた施策展開が進められている。一方、経済産業省では次世代技術を活用した新たな電力プラットフォームの在り方研究会をはじめとした研究会で、分散電源の導入が進むことを考慮に入れて、託送料金を含めた電力系統の運営・維持、スマートメーターの電力データを活用した新サービス構築、計量を含めた調整力市場での電力取引やブロックチェーンを用いた P2P 取引など、VPP にもかかわる要件に関する幅広い議論が進められている。これらの議論は、蓄電システムのみならず蓄電システムを系統に繋いで制御する EMS (エネルギーマネジメントシステム)、計量メーターなどとの関連が深く、今後の VPP への活用を目指す蓄電システムの開発にとっては非常に重要な要素の一つである。

一方、蓄電システムの普及のためにはコストダウンが必要不可欠であり、コストの大きな部分を占めるリチウムイオン電池の EV を含めた市場拡大効果も含め、施策展開が進められている。その中で、業務用や住宅用向けシステムを対象とした量産効果によるコストダウン施策においては、ハード・ソフトとともに必須機能とオプションでの追加機能を持つような標準仕様モデル開発が有効と考える。また、蓄電システムの一般社団法人 電気安全環境研究所(JET)による系統連系認証取得や ECHONET Lite などの通信関連の規格取得などに期間・

費用も必要となることもあり、なるべく長期に販売することによるコストダウン効果も期待されている。

また、上記の実証事業での検討結果も反映させる中で、検討会とともに需給調整市場（3次調整力②）が2021年4月に開設された。現行の制度設計は、系統の安定運用を優先する中で既存の発電機の活用実績による要件が多いことや、事前審査要件として、アグリゲータが供出する個々のリソースに関する情報（需要家リスト）の提出、応札・発動の際に選択するリソースの組合せに関する情報（パターン）の提出などの課題などがあり、取引量が小さいのが現状である。今後は、1次調整力や2次調整力の制度設計が進められているが、蓄電システム及びプラットフォーム構築を進める機器メーカーの立場から、関連規定などの策定においては下記について配慮いただくことで、需要側・系統側・アグリゲータにもメリットがあり、蓄電システムの普及を加速することに繋がると思われる。

(3) 今後の普及に向けて重要な検討項目

(3-1) 需給調整市場での活用用途に応じた EMS を含む蓄電システムの通信制御仕様の標準化

これまで容量市場では、スマートメーターの計量値を用いた kWh 単位での電力取引に関しては制度設計が進んでいるが、蓄電システムを用いた VPP のより大きなターゲットとして期待されている需給調整市場における kW、ΔkW 単位での取引については計量・制御に関する議論も急速に進んでいる段階である。

早い制御を必要とする周波数制御対応の一次調整力では、機器が自端制御することで対応可能であるが、二次調整力においては系統側と連携して高速制御する必要があり、通信環境を含めたシステムとしての検討が前提となる。したがって、中央給電システムに繋がることもあり、より高度なセキュリティ対策も必要となることが考えられる。

しかしながら、産業用の蓄電システムは周波数制御対応の専用機として導入される訳ではなく、BCP や容量市場対応での制御にも使用することで経済性が成立するものと思われ、通信制御及び蓄電システムの制御機能においては標準化すべき仕様として両立できるようにすることが望まれる。

また、系統連系認証関連の簡易化、認証後のファームアップによる新サービス機能対応なども論点に認証関連についても柔軟な対応検討を進めていただきたい。

(3-2) スマートメーターを含めた EMS と連携した蓄電システムでの電力取引関連の契約と計量の在り方

このような状況の中で、3-3 電力の自由化への貢献の項でも触れたように、2020年6月に成立した「強靱かつ持続可能な電気供給体制の確立を図るための電気事業法を改正する法律」の改正事項として、家庭用蓄電池等の分散型電源を更に活用するために電気計量制度の合理化を図る措置が盛り込まれた。新制度では、従来計量法に準拠した計量器の代替手段として、適切な計量機能を有する蓄電システム等の機器を用いるとともに事業者が需要家に対して計量関連の責任を分担して果たすことで、需要家リソースの活用を促進することを意図していた制度設計が検討を進め、2022年4月の施行に向けた制度設計が進んでいる。JEMAでも、太陽光発電や蓄電システムなどに使用する PCS を対象とした電力量計量の JEM 規格策定を進めた。

また、2024年にはスマートメーターのリプレースが始まることもあり、次世代スマートメーターについても制度検討が始まり、高圧・低圧スマートメーターについての仕様変更が計

画されている。

これらの検討においては、蓄電システムを VPP サービスに活用するには関連が深く、普及している機器の活用とともに必要となる新機能の開発考慮し、産官学を含めて幅広い連携を持ちながら進めることが重要である。

(3-3) 蓄電システムの健全性・長期性能評価関連

周波数制御対応では、蓄電システムから系統側に電気を流し、逆潮流できることを前提として、頻繁に充放電を繰り返す。リチウムイオン電池は、一般的に満充電に近い状態で充放電を繰り返すと正電極の劣化が加速し、充放電可能な容量が徐々に小さくなっていく。さらに、長期使用においては安全性についても担保することが重要であり、そのためには遠隔監視にて健全性をモニタリングしながらシステムの劣化状況を把握した中で適当な運転制御を行うことが重要である。

初期性能とともに、運用後の健全性をモニタリングするうえでは、測定項目や計測手段を標準化することも重要であり、制御システム構築の際に併せて機能開発することが望ましい。

(3-4) 市場対応対策関連

フリッカ対策のような市場導入後、既存機器までを対象とする追加対策をなるべく不要とするための対策を、これからの普及を目指す蓄電システムにおいても織り込むことが有効である。そのためには、遠隔操作でのファームアップ適用範囲の拡大と標準化に関する検討が必要と思われる。

(3-5) サブグリッドでの自家消費実現によるレジリエンス

北海道で発生した地震に起因する広範囲でのブラックアウトの再発防止、台風による停電への対策として、レジリエンスへの貢献も蓄電システムにとって重要な項目である。PV の自立運転と蓄電システムの連携が一つのポイントであるが、住宅内での自家消費量では PV の発電量を吸収できないことも想定され、サブグリッドレベルでの需給一体型システムを実現することが今後ますます重要となる。

さらに、サブグリッド内の電力システムに EV も取り入れることが出来れば、レジリエンスとしての機能はより向上する。

このような新しいメリットの実現のためには、蓄電システムからの逆潮流とともに柔軟な計量方法を許容することが重要であり、機器による計量、簡易な計量器の計測値を通信プラットフォームで管理するための標準化についても、今後検討することが必要である。

4-1-7 地域マイクログリッド

(1) マイクログリッドとは

ある一定の地域内で複数の分散型電源と電力貯蔵装置を組み合わせ、地域内の複数の需要設備へ電力の安定供給を可能とする小規模な供給網をマイクログリッドと呼ぶ。

地域マイクログリッドとは、平常時は地域の再生可能エネルギーを有効活用しつつ、電力会社と繋がっている送配電ネットワークを通じて電力供給を受けるが、非常時には送配電ネットワークから切り離し、その地域の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エネルギーリソースと組み合わせて自立的に電力を供給するグリッドを指す。

地域マイクログリッド導入のメリットは、「災害時のエネルギー供給の確保によるレジリエ

ンスの向上」、「エネルギー利用の効率化」、「地域産業の活性化」が挙げられる。

(2) 用途

地域マイクログリッドは導入する地域により、「非都市部」と「都市部」に分類され、「非都市部」はさらに「郊外・半島部・山間部」と「離島」に分類される。

表 4-2 地域マイクログリッドの分類別特徴

特徴	非都市部	都市部
避難者数	少ない	多い
避難施設、災害拠点施設	少ない、点在	多い、病院あり、密集
主要な災害	地震、土砂、暴風（半島部、離島）	地震、浸水
主要な再生電源	太陽光、バイオマス（山間部）、 小水力（山間部） 風力（半島部、離島）	太陽光、バイオマス
電力需要	需要少ない	需要が多い、大規模あり
自家発電設備	少ない	多い
主要な配電系統	放射状	ループ状
解列点	少ない	多い、切替えあり
停電頻度	多い	少ない
停電長期化リスク	高い	低い
主要なガス供給方式 ※	LPガス	都市ガス（中圧管）

※非常時のガス発電利用

（資源エネルギー庁地域マイクログリッド構築の手引きより）

(2-1) 非都市部におけるマイクログリッド

郊外・半島・山間部では、災害発生時の送配電線事故による停電が長期化する恐れがあるため、一時的に電力供給を行える地域マイクログリッドは有効な手段となる。

非都市部は電力系統網の末端に位置するため、非常時の電力系統網との解列点が少なく地域マイクログリッドの発動が実施しやすい傾向がある。

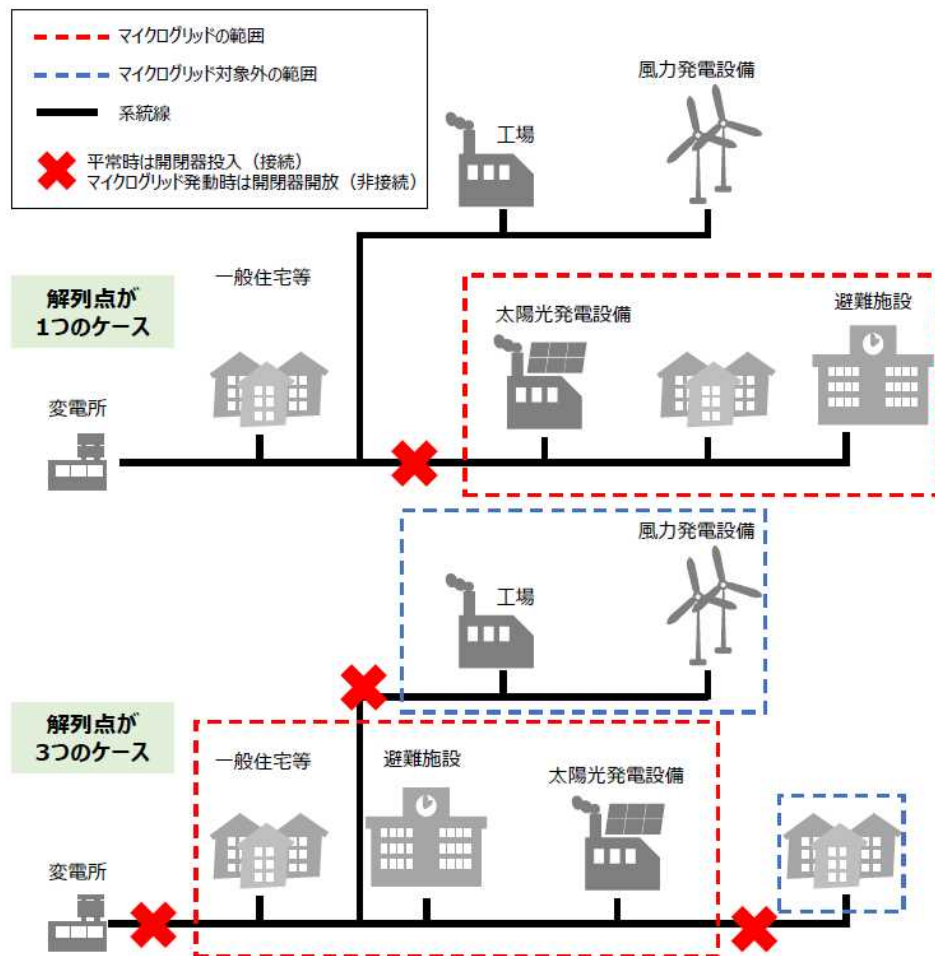


図 4-5 郊外・半島・山間部の地域マイクログリッド典型モデル
(資源エネルギー庁地域マイクログリッド構築の手引きより)

離島も基本的には郊外・半島・山間部と同様に災害発生時の孤立が長期化する恐れがあり、かつ離島ゆえに台風等による罹災リスクも高い地域である。

しかし、小規模な離島では、島全体の地域マイクログリッドが運用しやすい環境でもあり、導入事例も複数存在している。

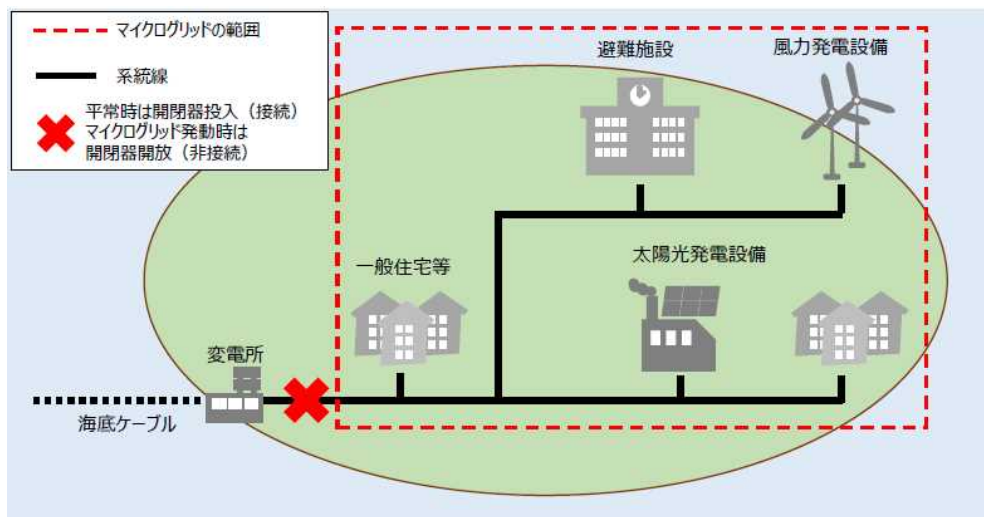


図 4-6 離島全域の地域マイクログリッド典型モデル

(資源エネルギー庁地域マイクログリッド構築の手引きより)

(2-2) 都市部におけるマイクログリッド

都市部では一時的な住民の避難を想定した施設への電力供給を目的とした地域マイクログリッドを構築する場合がある。

都市部の地域マイクログリッドは、停電発生時に自立運用に必要な系統からの切り離し箇所（解列点）が多数存在するため、地域マイクログリッド発動時および通常電力への復帰時の作業工程が煩雑になる傾向がある。また需要家数も多く、非常時の電力供給設備や需給調整設備の規模も大きくなることが特徴である。

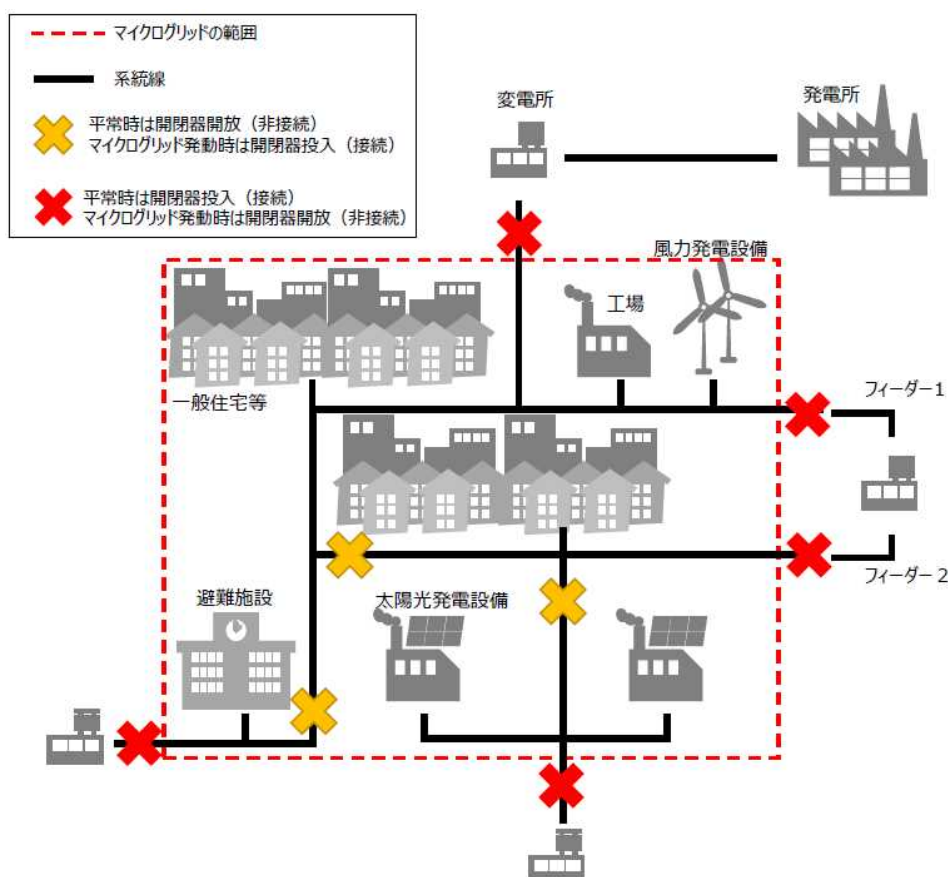


図 4-7 都市部の地域マイクログリッド典型モデル

(資源エネルギー庁地域マイクログリッド構築の手引きより)

4-2 性能・安全性（産業用）

小規模の産業・業務用蓄電システムは、学校、役所、保健所など一般住民に近接した施設に太陽光発電システム設備と併用した普及拡大が進んでいる。このため、蓄電システムには経済性が求められるとともに、システムとしての信頼性、安全性の確保が必須である。各メーカーともJIS規格に準拠し、蓄電システムの安全性・信頼性をより高いレベルで確保している。

海外で発生したりチウムイオン蓄電池によるエネルギー貯蔵装置での火災事故例も教訓に、蓄電システムメーカーは各種リチウムイオン蓄電池特性、使用環境、システム制御、建物の倒壊による非常時を考慮するなど、総合的により高度なシステム設計、製造、品質管理が重要である。

なお、蓄電システムの安全性・信頼性に関するIEC(国際)及びJIS(日本)規格については、前項「3-7-3 性能基準と安全基準」で詳細に記述しており、参照されたい。

5. 適正処理

5-1 適正処理（住宅用）

定置用リチウムイオン蓄電システムは、2012年3月30日より受付が始まった「平成23年度定置用リチウムイオン蓄電池導入促進対策事業費補助金」とともに本格普及が始まったと言えるため、使用済みの蓄電システムは、補助金の処分制限期間（6年）を背景として、2018年以降から廃棄要請が出始め、発売から10年を過ぎた2022年以降に発生量が徐々に増加し、2030年頃までに急増するものと見込まれている。この補助金は補助対象の要件として、「使用済み蓄電池システムの廃棄方法について、所定の表示がなされていること」が定められており、現在蓄電システムメーカーは、この要件に沿って個社対応をしているところである。

現在、定置用リチウムイオン蓄電システムは、廃棄回収方法について定める法規制（例：使用済品の回収をメーカーに義務付ける「資源の有効な利用の促進に関する法律」等）の対象外であり、各社での対応ならびに業界での回収スキーム検討は自主取組として行われているが、今後の大量廃棄時代を見据え、業界として共同の回収スキーム構築も検討している。共同の回収スキームを構築することのメリットとして、運送費や処理費用等の低減の可能性があることと回収スキームの存在をユーザーや処理業者等、社会全体に示すことにより、使用済品の処理に対する不安・懸念が払拭され、蓄電システム普及の後押しも期待される。共同の回収スキームの効率的な団体運営を行うためには、廃棄台数の推移を見ながら団体の最適な設立タイミングでの投資判断が必要であり、業界団体としての廃棄台数の集計運用を開始している。

また、機器の取扱いや適正な処理の観点から啓発活動を行い、使用後蓄電システムの退蔵や不法投棄など不適切な処理による安全上・環境上の懸念を生じさせないようにする点も重要と考える。今後、海外メーカー製の蓄電システムが日本市場に多数参入するものと想定されるが、国内メーカーと同等の適正な廃棄処理の体制づくり、安全性確保がメーカーの責務と考える。

表5 定置用リチウムイオン蓄電システムの廃棄量

集計年度	廃棄台数
2018年度	171台
2019年度	360台
2020年度	158台

※) 一般社団法人 日本電機工業会の会員各社から報告を受けた内容を元に作成

※) 協力会社 11社：(株)NF プロッサムテクノロジーズ、エーパワ―(株)、オムロン ソーシャルソリューションズ(株)、京セラ(株)、(株)GS ユアサ、シャープ(株)、ダイセーブラ電機(株)、(株)東芝、ニチコン(株)、パナソニック(株)、(株)村田製作所

5-2 適正処理（産業用）

現在、産業用定置用リチウムイオン蓄電システムにおいても、住宅用同様の使用済後の回収は、各社での対応ならびに業界での回収スキーム検討が自主取組で行われている。産業用蓄電システムにおいても各メーカーが広域認定取得等を用いて遵守対応できる体制を整え、その後共同で回収出来る団体等の設立を検討する計画となっている。

今後、設備使用者や処理業者など関係者への啓発活動の強化と、不法投棄、不適切な処理がなされないような仕組みの構築が必要である。

5-3 業界の取り組み

使用済みのリチウムイオン蓄電池を回収・リサイクルする際に人体への危害・健康障害と物的損害を防ぎ、安全性を向上させることを目的に、JEMA蓄電システム業務専門委員会及び一般社団法人 電池工業会（BAJ）の再資源化委員会の共同で2016年3月に「リチウムイオン蓄電池 リサイクルマニュアル作成ガイドライン」を制定し、適時改訂を行っている。

このガイドラインを参考に、各社が安全確保を徹底し、リチウムイオン蓄電池の解体、回収・リサイクルの際に事故が発生しないことを切に願っている。

6. 提言

6-1 住宅用蓄電システム普及における課題

6-1-1 卒 FIT ユーザーの太陽光発電の継続

再生可能エネルギーの大量導入に向けて重要な取り組みの一つは、2019年以降に発生し始めた卒 FIT ユーザーの発電の継続である。これは FIT という支援制度に基づく 10 年間の買取りが終了するに過ぎず、その後も 10 年、20 年と長きにわたって自立的な電源として発電していくことが期待されている。一般に、太陽光パネルは 20～30 年間、またはそれ以上発電し続けることが可能であり、住宅に設置されたパネルは家屋を改築・解体するまで設備が維持されて稼働し続けることが期待される。

太陽光パネルの寿命と電力を変換する PCS の寿命には大きな差がある。長期にわたり発電を継続するためには、PCS の交換が必要であり、設置ユーザーに発電の継続を促す提案が必要である。

卒 FIT ユーザーにマルチ PCS を用いた蓄電システムを導入すれば、PV の PCS も新しいものとなるため、PV の発電継続が可能となり、有効な施策となり得る。

また、卒 FIT ユーザーは高齢化が進んでおり、住宅の大規模改修は難しい場合もあるため、シンプルに機器を追加設置するような取り組みの推進の検討が必要である。

さらに、投資回収が済んだ再生可能エネルギーを活用した新たなビジネスモデルが自立化の先駆けとなって、ポスト FIT へと継続的な新規投資が生まれる事業環境が醸成されることも期待される。

6-1-2 系統制約解消への取り組み

2021 年 10 月に閣議決定された「第 6 次エネルギー基本計画」では、2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、野心的な見通しとして再生可能エネルギー 36～38%（2030 年度）の目標が設定された。一方で、再生可能エネルギーの発電量を減らすための「出力制御（出力抑制）」が 2018 年に九州電力で初めて実施され、他電力でも行われる可能性があり、系統制約が顕在化しつつある。2050 年のカーボンニュートラルに向けた今後さらなる再生可能エネ

ルギーの普及拡大にはこの課題への対応が必要である。卒 FIT の太陽光発電設備の取り扱いとして、「固定価格買取制度（FIT 制度）による買取期間が終了した電源については、法律に基づく買取義務はなくなるため、電気自動車や蓄電池と組み合わせるなどして自家消費すること、小売電気事業者やアグリゲータに対し、相対・自由契約で余剰電力を売電することが基本」との方針が資源エネルギー庁により示されている。自由契約による余剰電力の買取りなど新規ビジネスの創出は、卒 FIT 後の発電維持のモチベーションとして非常に重要であるが、系統への負荷を軽減はしない。

余剰電力を買い取る側は、できる限り市場価格が高い時間に約束された電力量で購入したいと考えるため、今後は余剰電力を買い取るようなビジネスを促しつつ、長期的には、PV を VPP 等で制御可能な電源にして、必要な時に買い取るような仕組みにしていくことが重要である。

また、九州本土における太陽光に対する制御実施日の合計は、2020 年度末までに計 160 回となった。こうした再エネの出力制御量を減らすためにも、蓄電池を設置し余剰電力を蓄電し、夜に使うような自家消費型の活用を推進することが、出力制御される電力を減らすことに貢献できると考える。

VPP 等で制御可能な PV の必要性は、新規に PV を設置する場合にも同じである。現状は、PV の新規設置ユーザーで蓄電システムを併設するのは数%程度となっているが、今後、制度の見直し、技術開発による性能向上、コストダウン、VPP の普及等によって、PV システムへの蓄電システムの併設を 100%に近づけることで、再生可能エネルギーの大量導入が進むことが期待される。

6-1-3 蓄電池電力を逆潮流するための制度整備

コストダウンのチャレンジとして、業界では PCS のマルチ化を進めてきた。マルチ型の PCS は PV の電力を AC に変換することなく蓄電池へ充電可能であり、自家消費を推進する場合に効率よくエネルギーを活用することができる。

さらに、PV に蓄電池を同時設置する場合に、従来は、PV 用の PCS と、蓄電池用の PCS が各 1 台必要だったものが、1 台で対応可能となるため、システムとしてのトータルコスト、設置コストが安くなりコストダウンに大きく貢献する。

しかしながら、直流側で太陽電池の電力と蓄電池の電力を合成し、その電力を変換して系統へ出力するため、電力を区別できないという課題がある。

蓄電システム（単機能、マルチ、V2H システムも含む）を使用した電力の逆潮流の試験法は制定されたので、電力会社等の活用や制度設計が待たれる。

また、企業を中心に再生可能エネルギーの活用が増えてきているため、家庭の PV で発電した電力の価値を企業へ転売するなどが考えられる。売電された電力は売電用の電力メーターで計量可能であるが、家庭で自家消費した場合の環境価値についても計測し、流通できれば、再生可能エネルギーの価値が向上する。

これら仕組みを、追加コストが発生しない、簡易な方法で実現することによって、再生可能エネルギーの安定化、普及拡大に貢献できる。2022 年 4 月から施行される「特定計量制度」の活用が期待される。

6-1-4 コストの低減

現状、蓄電システムは経済効果に対して購入価格が割高なので、停電時の備えなどの付加

価値を重視するユーザー層が中心であるが、今後の市場拡大を加速するためには、購入価格の低減と電力環境の変化によって、蓄電システムにも一定の経済効果が見込まれることが必須である。

購入価格の低減には、商品そのものの原価低減と諸外国に比べて割高な流通コストの低減の2つの要素がある。商品原価は、①市場規模が拡大し生産量の増大による量産効果、②主要部材であるリチウムイオン蓄電池が電気自動車などの生産量増大によってコストダウンされること、さらには、③設置工事が簡単な機種開発でトータルコストの低減、④電気自動車で活用したリユース電池の二次利用、⑤現在、開発期間の長期化要因の一つとなっている系統連系認証取得期間の短期化、⑥昨今の原材料不足による材料価格の高騰などの要因がある。

一方、流通コストは、①販売チャネル構造の適正化・多様化、②新築住宅や新設 PV との同時設置比率の増大化、さらには、③PPA（電力販売契約）や TPO（第三者所有）スキームでの活用などが期待される。

また、ユーザーにとって、絶対的な金額の小さい、小容量の蓄電池システムの導入推進や、将来、電池の低コスト化に伴って容量が拡充できる仕組み作り、蓄電池の追加導入、蓄電池のサイクル性能向上によるライフサイクルコストの低減などの取り組みも重要である。

2020 年度には経済産業省 資源エネルギー庁 新エネルギーシステム課 主催の定置用蓄電システム普及拡大検討会が開催され、家庭用蓄電システムの課題と対応策が整理された。日本電機工業会では①蓄電システムの性能、品質に関する評価方法の統一、②性能表示の導入についての検討を進めている。また、施工方法の合理化に向けた検討も実施中である。

6-2 住宅用蓄電システム普及に向けた施策

「再生可能エネルギー」の増加で大規模電源の稼働率は低下したものの、供給義務履行のため、今まで通りの調整電源として「余分な電源」を持つ必要がある。

つまり、太陽光発電（PV）は悪天候時や夜間に発電できないため、火力発電所等の大規模電源は、いつでも使えるようにスタンバイし続けなければならないが、そのための投資を十分に回収できないということが、日本に先んじて電力システム改革を進めてきた諸外国において現実に経験され、自由化された電力市場で電源投資が回収できない「ミッシングマネー問題」と呼ばれている。日本においてもミッシングマネー問題の顕在化が想定され、その対策として容量市場が導入されるが、2021 年度の入札結果は北海道、九州エリアは 5,242 円/kW、北海道、九州エリア以外は 3,495 円/kW と 2020 年度の約 3 分の 1 となり、投資予見性を持つには厳しい結果となった。

集中制御型から分散型へ世界が移行する中で、再生可能エネルギーを活用した分散型エネルギーを組み込んだ系統の構築について世界の競争がこれから始まる。

日本は、長きにわたり住宅用の PV を推進してきた。その資産として、システムの設置件数は 2020 年度末時点で 260 万件を超え、それを実現した設置工事網、それを維持しているメンテナンス網等が構築されており、住宅用の PV 設備による発電量は世界的にも高い水準にある。

これら資産を有効に活用し更に規模を拡大する中で、PV システムに蓄電池を併設することにより VPP 等で制御可能な分散電源として電力網に組み込み、CO₂削減に寄与する世界に先駆けた新しい電力網の構築を推進することを提案する。

特に、新しい施策展開として、下記の 3 つのカテゴリーについて重点的に取組むことで、世界をリードする蓄電池産業の構築が可能となり、再生可能エネルギーを組み込んだエネル

ギーネットワークの構築に貢献できるものとする。

◆買取期間終了後の PV をアップグレードする蓄電池の導入推進

- ①蓄電システムの長期運用が可能な製品・保証/メンテナンス等の仕組み作り
- ②長期運用によるライフサイクルコスト・安全性を考慮した蓄電池価値評価
- ③容量のバリエーションを許容する目標コスト算出方法の再検討
- ④原材料価格とリンクした目標コスト算出
- ⑤FIT 制度早期卒業を促す施策の検討（賦課金負担の軽減）

◆既築住宅向けの蓄電システムの普及促進

- ⑤住宅性能に依存しない、電力の自給率を主とした価値評価
- ⑥マルチ PCS、EV 用 PCS の提案・普及推進
- ⑦自家消費を促す仕組み作り
自家消費分の環境価値評価、時間帯別料金の設計、
自家消費率に応じたインセンティブの設計 等
- ⑧国土強靱化の一環として災害に強い住宅設備への投資促進施策

◆新築住宅向けの蓄電システムの普及促進

- ⑨蓄電池の施工簡易化/共通化を見据えた住宅設計
- ⑩PV と蓄電システムの併設導入支援（自家消費率向上へのインセンティブ）

6-3 産業用蓄電システム普及における課題

6-3-1 補助金における蓄電システムの価格要件緩和

VPP 及び ZEH 関連の住宅用蓄電システムに関する補助金は容量ベースの kWh 単価が基準となっているのに対し、環境省「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金」等の、産業用の蓄電システムに関する補助金は、電気の供給能力の維持を目的とした容量市場、需給調整市場を対象にしているため出力ベースの kW 単位が基準となっている。

しかし、これらの市場における kW、ΔkW 単位での取引は検討が進められている段階であり、本格導入には至っていない。

一方、産業用分野の現状は、自家消費や BCP、ピークシフト等の蓄電容量が必要な分野の要求が多いが、補助金は kW 単位となっており、PCS 容量に対し大容量の蓄電池を導入すると kW 単価が補助金要件を満たさなくなるため、市場の要求を満たす大容量の蓄電システムの構築が難しい状況となっている。

再生可能エネルギーを安定的に活用するためには蓄電池が不可欠なため、用途に応じて出力ベースと容量ベースを選択できる補助金とすることで蓄電システムの導入促進に繋がる。

6-3-2 蓄電池の優位性を高める補助金要件

環境省「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金」では、蓄電池への充電は原則として再生可能エネルギーからのみ認められている。

蓄電システムの用途のひとつであるピークシフトでは、ピークシフトに必要な電力を予め充電しておく必要があるが、補助金の要件である再生可能エネルギーからの充電だけでは必要な電力を賄えず十分な能力を発揮することができない場合がある。

また、充電不足による蓄電池の寿命短縮にも繋がる恐れがあるためシステム設計上の課題となっている。系統からの充電も可能とすることで電力活用の幅が広がりシステム設計の自由度が上がるため蓄電システムの普及拡大に繋がる。

6-3-3 消防法に関する適正化

リチウムイオン電池は鉛蓄電池に比べ、エネルギー密度が高い、高入出力が可能、サイクル使用に適している等の特徴があり、電力の需給調整や自家消費、ピークシフト等のシステムに適した蓄電池である。

しかしながら、リチウムイオン電池の電解液は第四類（引火性液体）の危険物に該当するため、電解液の総量が指定数量以上となる大規模なシステムでは、消防法の危険物の取扱いに関する規制がかかる。例えば収納の条件として、収納する箱には出入口以外の開口部を有しないこととなっている。

しかし、4,800Ah・セル以上の蓄電池設備は火災予防条例に示されるキュービクル式蓄電池設備適合品に納められているため、この条例キュービクルを収納箱として認めることにより保管用の専用箱が不要となり、コスト低減に繋がる。

また、条例キュービクルに収納されたものは電解液量を合算せず、それぞれを指定数量未満の危険物として扱い、キュービクル間の保有距離が不要となれば、設置面積の縮小が可能となりコストの低減が図れ、蓄電システムの普及拡大に繋がる。

6-4 産業用蓄電システム普及に向けた施策

6-4-1 事業環境整備

2022 年度より導入が予定されている FIP 制度や、再エネのノンファーム接続への移行が進むと、発電した電気を卸市場価格が高い時間帯に売電するような動きが活発になると想定される。このような際に必要となる蓄電池に対してインセンティブが享受可能な制度や事業環境の整備が必要と考える。

事業環境が整備されることにより、再エネ発電設備と蓄電設備の導入が促進され、需給調整市場における調整力（ΔkW）の提供、余剰電力が発生している市場価格が安い時間帯に蓄電池に充電を行うことでの余剰電力の抑制、無効電力の供給による系統電圧の調整等の系統安定化が図れる好循環が生まれるものと思われる。

6-4-2 消防法

産業用蓄電池については大型になると危険物としての扱いとなるが、導入に際しては各地の各消防本部や消防署への届出や申請が必要となる。そのため各地での個別の判断となり、仕様の個別調整や確認等で導入までに時間を要することもある。

統一的な指針や通達によって、今後の重要な位置づけが期待できる産業用蓄電池が円滑に設置できるようになることを期待する。

また、上記住宅用および産業用の領域での共通事項として、下記の取り組みも重要と考える。これら取り組みによってユーザー便益を向上させることが重要である。

- ・ HEMS/BEMS 導入による電力価値の向上の仕組み
- ・ 蓄電システムの電力を逆潮流するためのルール作り
- ・ TPO、PPA など新しいビジネスモデルの構築

蓄電システムの導入台数目標

今後の蓄電システムの導入台数目標を以下に示す。

【蓄電システム導入台数目標】

	年間出荷台数	期末累計台数
2020 年度	12.7 万台	49 万台
2021 年度	12.0 万台	61 万台
2022 年度	15.0 万台	76 万台
2023 年度	19.0 万台	95 万台
2024 年度	21.0 万台	116 万台
2025 年度	24.0 万台	140 万台
2026 年度	27.0 万台	167 万台
2027 年度	30.0 万台	197 万台
2028 年度	32.0 万台	229 万台
2029 年度	34.0 万台	263 万台
2030 年度	35.0 万台	298 万台

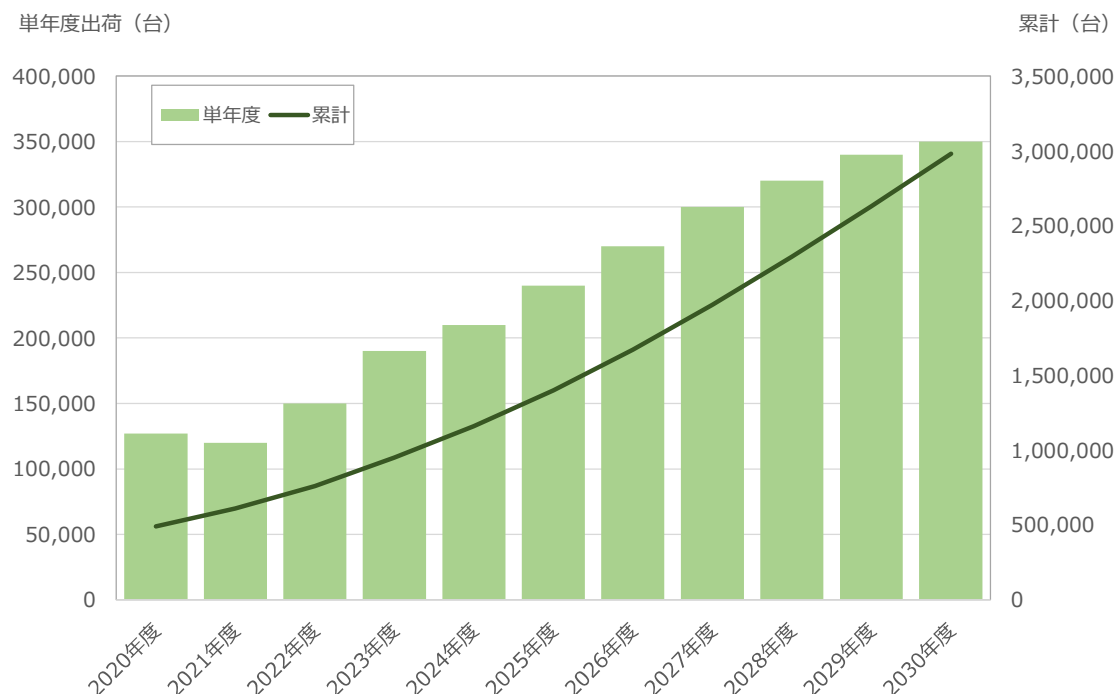


図 6-1 JEMA 蓄電システム導入台数目標

【略語】

BCP (Business Continuity Plan) : 事業継続計画
DR (Demand Response) : デイマンドリスポンス
EMS (Energy Management System) : エネルギーマネージメントシステム
ESG (Environment Social Governance) : 環境・社会・企業統治
EV (Electric Vehicle) : 電気自動車
EVPS (Electric Vehicle Power System) : 車両の充放電をコントロールする装置
FCV (Fuel Cell Vehicle) : 燃料電池自動車
FIT (Feed-in Tariff) : 固定価格買取制度
HEMS (Home Energy Management System) : ホームエネルギーマネージメントシステム
IoT (Internet of Things) : モノのインターネット
LIB (Lithium Ion Battery) : リチウムイオン電池
PCS (Power Conversion System) : パワーコンディショナ
PPA (Power Purchase Agreement) : 電力会社と発電者の間で締結する電力販売契約
PHV (Plug-in Hybrid Vehicle) : プラグインハイブリッド自動車
PV (Photovoltaics) : 太陽光発電
SOH (State of Health) : 電池の劣化状態
TPO (Third-Party Ownership) : 第三者所有
V2H (Vehicle to Home) : 自動車から家への電気供給
V2G (Vehicle to Grid) : 自動車からグリッド（電力網）への電力供給
VPP (Virtual Power Plant) : バーチャルパワープラント
ZEB (Zero Energy Building) : ネット・ゼロ・エネルギー・ビル
ZEH (Zero Energy House) : ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス

JEMA 蓄電システムビジョン（Ver. 7）

2022 年 3 月

発行所 一般社団法人 日本電機工業会
〒102-0082 東京都千代田区一番町 17 番地 4
電話 03-3556-5884

本書の記事、データの無断転載、コピーを禁ず。

重 202107(2022.03)
産 7216