

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26340113

研究課題名(和文) 再生可能エネルギー普及のための蓄電システムの導入・利用形態とその社会経済的影響

研究課題名(英文) Roles and impacts of energy storage system for further diffusion of renewable energy systems

研究代表者

阿部 直也 (Abe, Naoya)

東京工業大学・環境・社会理工学院・准教授

研究者番号：30323819

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：持続的社会的実現に向けて、再生可能エネルギーのさらなる普及を進める上で、再生可能エネルギーシステムが有する課題を解消・緩和する方策として、本研究では蓄電システムに着目した。特に、住宅における蓄電システムの普及状況に着目し、実際の利用者に対するアンケート調査やグループインタビューを行い、その導入動機により、認識しているメリット・デメリットを明らかにし、さらに蓄電システムの製造及び販売を行う企業の職員との研究会開催を通じて、今後の再生可能エネルギーの普及を見据えた蓄電システムの役割やその普及に向けた課題を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This study focused on the users' perception and attitude on residential energy storage system (ESS), which is assumed as the important and complementary system for further diffusion of renewable energy systems such as photovoltaic system. The purpose of this study is investigate and identify the ESS users' perception on ESS, subjectively recognized financial and other benefits and costs, and their needs and concerns on ESS, which could be important factors to be considered to come up with the measures to promote the further diffusion of ESS, which in turn contribute to the further diffusion of renewable energy systems. While those aspects are user-centric, this study also organized a study group, consisting of the staff from ESS manufacture, house-builders and PV related researchers to investigate the necessary elements to be considered for further diffusion of ESS from a view point of supplier and seller.

研究分野：環境政策

キーワード：蓄電システム 再生可能エネルギー

1. 研究開始当初の背景

我が国では、電力の安定供給、再生可能エネルギーのさらなる普及や電気料金の抑制、電気利用の際の選択肢の拡大や新たなビジネスチャンスの創出などのために、電力システムの変革が進行中である。また、再生可能エネルギーのさらなる普及は、持続的社會への移行という観点から特に重要である。一方で、再生可能エネルギーに関わる間欠性など課題へ対応することが、系統安定化という意味においても、分散型電力システムの実現という意味においても重要な課題となってきた。これらの課題へ対応するため、“蓄電”システムは、系統全体に対しては間欠性の緩和をもたらす、そして個々の電力消費者に対しては例えば太陽光発電システムとの組み合わせにより、電力消費のピークシフトや売電・買電のタイミングの選択肢を増やすなど、今後大きな役割を果たす可能性が高い。また、住宅用の蓄電システムを導入するための初期費用は依然として高いものの、技術開発や市場の拡大を通じて、本格的な普及期に入る可能性がある。しかしながら、家庭における蓄電システムの利用実態や、蓄電システムの利用者のライフステージに着目した導入動機、実際の利用に基づくメリット・デメリットの認識内容など、今後の住宅用蓄電システムの普及に関する課題などが明らかになっていなかった。さらに、今日の日本社会では、少子高齢化や地方の過疎化がますます進展しており、再生可能エネルギーの普及をすすめるためには、PVシステムや蓄電システムの普及を全国一律的に検討するのではなく、利用者の社会経済的条件、さらに地域特性を考慮することが従来以上に重要になってきている。また、電気自動車(EV)に代表されるように、蓄電システムの進化(小型、高容量化、低価格化)により、普及が進んでいる関連システムも存在するが、住宅用蓄電システムとそれらとの関係性について、技術的側面ではなく、利用者がどのように認識しているのか、必ずしも明らかではなかった。

2. 研究の目的

本研究は、蓄電システムが地域・家庭などに導入される際の社会経済的影響を定量的に分析・評価するとともに、蓄電システムを取り巻く不確実な諸条件を考慮に入れることで、望ましい蓄電システムの導入方策および維持管理方策を検討・提案することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究は、関連既存文献のレビュー、関係者へのアンケート・ヒアリング調査、移動する家庭用蓄電システムとみることができると電気自動車の普及について地域特性を考慮した普及要因の分析、アンケート調査の実施(Webベースの調査およびリースによる蓄電

システムの実際の利用者に対する調査(それぞれ1回)、フォーカスグループによる聞き取り調査、蓄電システムに関わる実務者との研究会の開催、収集したデータ・情報の分析という段階を踏んで実施された。

4. 研究成果

本研究では、再生可能エネルギーシステムと蓄電システムに関する網羅的な既存研究のレビューや地域ごとに再生可能エネルギーの普及方策やその制約が異なるという前提のもと、特に人口減少や過疎化が進行している地域における再生可能エネルギーの普及方策を検討し、蓄電システムとの併設・併用の可能性を検討した。その結果、住宅や敷地面積の大小が重要になること、主な居住者が高齢者かあるいは共働きの若い世帯とでは電力消費パターンが異なることから、少子化・高齢化が進む地域では、都市部と異なるアプローチによる再生可能エネルギーの普及とそのための蓄電システムの普及が必要であることを確認したい。

その後、より具体的な情報を得るため、自宅に太陽光発電(PV)システムを設置している利用者が、どれほど蓄電システムを併設・併用しているか把握することも目的に、webベースの調査を行った。調査は、インテリサーチ社と協議の上、同社に委託して実施した。調査期間は、2014年12月22日(月)から2014年12月25日(木)の4日間であり、“再生可能エネルギーと蓄電システムの導入・利用形態に関する調査”と題したWEBベース調査であった。本アンケート調査の主目的は以下の2点を明らかにすることであった。

- 目的1. 家庭用蓄電池を設置しておらず、PVを利用している消費者の家庭用蓄電システムに対する設置意向。
- 目的2. PV、家庭用蓄電システム、電気料金メニューの利用目的、利用状況、利用満足度。

具体的には、アンケート調査は、株式会社インテリサーチに委託した。調査項目は、主に以下の6つのカテゴリーであった。

- 質問項目1. アンケート回答者の住宅・世帯属性に関する質問
- 質問項目2. 電力消費量、電気料金メニューに関する質問
- 質問項目3. PVの利用状況に関する質問
- 質問項目4. PVの導入予定、好みに関する質問
- 質問項目5. 家庭用蓄電システムの利用状況に関する質問
- 質問項目6. 家庭用蓄電システムの導入予定、好みに関する質問

既存研究のレビューやインタビュー調査の結果より作成したアンケート項目をWebベースの調査により実施した(よって、結果の解

積には一定の留保が必要である。本アンケート調査の対象は登録者(モニター)であった。本調査の回答を求めたモニター数は 2,703、有効回答数は 1,119(回答率: 41.4%)であった。回答者 1,119 名のうち、PV のみを設置していた人が 863 名、蓄電システムのみを設置している人が 83 名、PV・蓄電池を両方とも設置している人が 173 名であった(図 1)。本調査では、a) 株式会社 インテージリサーチに登録している、b) 戸建て住宅に居住している、c) 家庭用蓄電池または PV を設置している、という条件によって回答者をスクリーニングしているため、無作為抽出が適切に実施されているとは言い切れない。特に、日本において、システム価格が高額な家庭用蓄電システムと PV の普及率は依然として低いと考えられ、これらの条件が回答者の属性と関係性があるとことを否定できない留意が必要である。

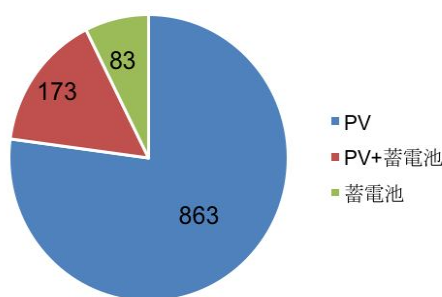


図 1. 回答者の PV および蓄電システム設置状況 (有効回答数 n=1,119)

アンケート調査の回答結果を 6 つの質問項目別にまとめると、以下の通りとなった。

質問項目 1. アンケート回答者の住宅・世帯属性に関する質問(回答者数 n=1,119)

本アンケート調査では、戸建て住宅に住んでおり PV システムまたは家庭用蓄電池を設置していることを条件に対象者のスクリーニングを行ったため、回答者の属性には偏りが見受けられた。特に、世帯構成に関しては、単身者世帯に属する回答者が全体の 1 割に満たず、単身者世帯以外の世帯構成に関しては日中に誰も在宅していないという回答が 2 割弱に留まった。オール電化住宅に居住している回答者の割合は、全国平均である約 1 割よりも多かったが、約 3 割と半数を下回った結果になった。

質問項目 2. 電力消費量、電気料金メニューに関する質問 (回答者数 n=1,119) :

月間電力消費量について、回答者の 3 分の 1 が把握していなかった。また、把握している回答者の電力消費量を集計したところ、著しい偏りはなく、広く分散していた。これに対し、月間電力料金に対する回答では、把握していないという回答者が全体の 1 割に留まり、ほとんどの回答者が 4,000 円~16,000 円を支払っているという結果になった。回答者

の半数以上が従量電灯以外の電気料金メニューを利用しており、電気料金メニューについてまったく知らなかったと答えた回答者は全体の 3 割弱であった。

質問項目 3. PV システムの利用状況に関する質問 (回答者数 n=1,036)

回答者世帯における PV システム設置の目的は電気料金の削減が最も多く、全体の 6 割強が設置している PV システムに対して満足しているという回答であった。不満があると答えた回答者は全体の 1 割弱で、期待していたよりも発電しないという理由が主であった。また、日中の電力消費に関して節電等を意識しているか聞いたところ、7 割以上の回答者が節電等を実施しているということだった。また、現在売電契約をしていないという回答者が若干名確認された。

質問項目 4. PV システムを設置しておらず、家庭用蓄電システムのみを設置している回答者(n=83)

PV システムの認知や設置予定について質問したところ、ほとんどの回答者が、PV システムについて多少なりとも知っているが、“よく知らない”と答えた回答者が対象者の 2 割ほど確認された。その理由として、家庭用蓄電システムを主体的に導入した者と、本アンケート調査に回答した者が別々である可能性が想定された。PV システムの設置予定について聞いたところ、“設置するつもりはない”と答えた回答者がほとんどであった。理由を尋ねたところ、“高齢で投資回収できない”、“日照がない”といった答えがあり、蓄電システムが非常時用の機器と認識されているのに対して、PV システムは非常時用としてよりも投資によって利益をえる機器であると認識されていることが伺えた。また、購入に関わる主体の年齢やライフステージにより家計の購入品・サービスの優先順位が異なり、また支出可能額が変動することも重要な要素であることが確認された。

質問項目 5. 家庭用蓄電システムの利用状況に関する質問 (回答者数 n=256)

設置している蓄電池のタイプを把握していた 7 割の回答者のうち、リチウムイオン電池を設置していると答えた回答者は約 7 割で、残りの 3 割が鉛蓄電池を設置しているとの回答であった。設置目的については電気料金の削減と並んで、非常用電源として利用するためという回答が多く、実際、非常時用として所有している、PV 電力を自家消費するために使用している、という回答がそれぞれ全体のおよそ 4 割と 2 割であった。

質問項目 6 家庭用蓄電システムの導入予定、好みに関する質問 (回答者数 n= 863)

家庭用蓄電システムを知っているという回答者は全体の 7 割以上いたものの、設置する

つもりはないとした回答者が4割以上いることが判明した。また、設置するつもりがあると答えた回答者に設置理由を尋ねたところ、半数以上が電力料金を削減するためであり、蓄電池の収益性に対する注目の高さが伺えた。非常用電源としてや、電力の自給自足をすることを設置理由にした回答者はそれぞれ全体の半数弱となった。

上記の結果より、PVシステムおよび家庭用蓄電システムに対する利用者の認識や課題が明らかとなり、いずれのシステムについても、その導入費用と得られる便益との関係性（すなわち収益性）に関心が集中していることが確認された。

これらの結果を踏まえて、予想されたことではあるが、今後の蓄電システムの普及のためには、初期投資を抑えつつ、利用者に対して経済的便益を付与することが重要であることが伺える。特に蓄電システムは、物理的に動作が生じる機器ではなく、またその存在自体が地味な機器であるため、所有することよりも、蓄電システムがもたらすサービスを利用できることが重要であるとの考えに至った。そこで、家庭用蓄電システムのリースビジネスを行っている企業へのヒアリング調査を行った。その後、同企業と連携し、同社の家庭用蓄電システム・リース事業の顧客にアンケート調査を行い、蓄電システムのさらなる普及のための一つの方策となりうるリース事業の意義の確認も含めて、蓄電システムの実際の利用者の動機、認識しているメリット・デメリットの把握を行い、今後の普及方策を考察することとした。

具体的には、アンケート調査票を当該企業の顧客500名に郵送配布した。2016年11月中旬から2016年12月中旬まで約1ヶ月間を回収期間として、郵送により回答を回収した。有効回答数は315(有効回答率:63%)であった。なお、当該企業と連携し、調査を実施する際、NDAの締結や研究倫理審査などの手続きが想定以上に複雑となり、長い時間を要した。その結果、当初の研究期間内に調査を完了し、取りまとめる事が出来なかったため、規程に沿って1年間、研究期間を延長した。

調査項目の中、蓄電システム・リースサービス全体に対する満足度は、以下の通りであった。

満足感を得ている回答者は、全回答者のうち約70%と高い割合であった。その理由を尋ねたところ、「電気料金の支払い削減」を指摘する回答者が多く占めた。続いて、満足度をもたらす理由として「非常時の安心」、「最新の機器を利用する満足感」が続いた。総じて、利用者は蓄電システムを前向きに捉えていることが確認された。

一方で、不満足の原因を尋ねたところ、蓄電システムの容量不足に関するもの、蓄電シ

ステムの導入による効果に関するもの等があった。

以上より、電気料金の削減がリースによる蓄電システム利用者にとっても、依然としてもっとも関心の集まる項目であることが伺えた。

また、調査票に設けた自由記述欄には、以下のような指摘があった。

リース期間終了後の不安や懸念、契約の延長希望

蓄電池の寿命や劣化に対する疑問や懸念

非常時における蓄電システムの利用方法に関する不安

蓄電池の容量不足

リースによる家庭用蓄電システムの利用者の意向や指摘を踏まえると、今後、蓄電システムをさらに普及させるためには、上記のような指摘事項に対処していくことが重要であることが明らかになった。

蓄電システムの普及を進めるためには、利用者のみならず、その生産や販売に関わる主体（企業）がどのように蓄電システムを認識し、その普及（販売促進）のためにどのような方策が望まれているのか、把握することも重要である。そこで、本研究では、蓄電システムの製造企業および蓄電システムを併設・付加する住宅販売企業のスタッフと共に研究会を2017年度に計3回開催し（11月、12月、3月、2018年4月に別途1回開催）、同システムを顧客に販売する側から見た課題の抽出や今後の普及を促す主要な論点の抽出を行った。その結果、今後、以下のような点が明らかになった。

蓄電システムが社会に提供する複数の価値を消費者や社会が積極的に認知することになること。特に、蓄電という機能により、消費者（利用者）に柔軟性と選択肢が増えることが重要であり、それらの点について理解が進むことが重要である。

蓄電システムが他のシステムと融合し、社会を豊かにするシステム、例えば電気自動車（EV）との連携（V2H）、あるいはバーチャルパワープラント（VPP）のような新たな仕組みが今後増えていく可能性がある。そうした、他のシステムとの接続や融合のための接点（のりしろ）を確保しておくことが重要である。この場合、蓄電システムの所有主体と利用主体の分離が進む可能性が高い。

技術開発および市場の拡大をつうじて、蓄電システムの低価格化が不可欠であるが、そのトレンドは続いており、今後さらに価格は低下すると思われる。

以上のように、本研究では、蓄電システムの利用者およびその製造・販売を担当する主

体の立場より、今後の蓄電システムの普及を促す課題や要因の抽出を行った。その結果をまとめ、今後の普及シナリオを大きくまとめると以下の2通りとなった。

- 1) 蓄電システムの価格低下および太陽光発電システムの価格低下、さらに、固定価格買取制度による余剰電力の買取価格の低下およびその期間終了により、PVシステムから得られる電力の自家消費が重要となり、その自家消費を経済的側面から最大限のメリットを得るため、蓄電システムの普及が積極的に進む。電力小売部門の自由化による選択肢の増加も消費者(利用者)に選択肢を提供し、蓄電システムの利用から得られるメリットが家庭によって変わりうる。主に、経済的要因がドライビングフォースとなるシナリオである。
- 2) 蓄電システムの小型化および「見えない化」「気付かない化」が進み、消費者や利用者が同システムの利用を意識することなく、消費電力の最適化や電力支払い金額の最適化(最小化)などが行われるようになり、かつ、蓄電システムを所有することと、蓄電システムを利用することの境界が意識されない社会となる。実際、現在においても、蓄電システムの利用により、どれほどの経済的メリットを享受しているのか、把握していないあるいは理解していない人は少なからずおり、このシナリオに沿って普及が進むことはあり得る。この場合、最適化サービスを提供する主体、すなわち事業体が重要な意思決定主体となる。よって、蓄電システムを実際に設置する主体は、個人ではなく、企業側になる可能性が高い。いわば、蓄電システムの社会システムへの埋め込み化シナリオである。この普及シナリオでは、蓄電システムの所有と利用の分離が進む社会の進展を想定しており、いわゆるシェアリング経済の一翼を担うことになる。この場合には、蓄電システムの利用に伴う故障や事故に関わる費用や責任について、それらの境界の明確化が不可欠となる。

なお、本研究の成果に基づきまとめた論文を Journal of Energy Storage に投稿し、本報告書作成時点において、査読者の指摘事項に対応し修正中である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

石田純也, 阿部直也, Andante Hadi Pandyaswargo. 気温と傾斜に着目した非政策的要因の電気自動車普及に対する影響, 第29回環境情報

科学 学術研究論文発表会, 環境情報科学 別冊 学術研究論文集 29, No. 29, pp. 135-140, Nov. 2015. (査読あり)

〔学会発表〕(計1件)

石尾淳一郎, 阿部直也. 人口減少地域における再生可能エネルギー導入の在り方に関する研究, 環境経済・政策学会 2014年大会, 2014.

〔図書〕(計1件)

Naoya Abe, Junichirou Ishio, Teppei Katatani, Toshihiro Mukai (2015), Consumer Perceptions and Acceptance of PV systems with Energy Storage, Chapter 12 of Solar Energy Storage, Bent Sorensen (Editor), Academic Press, An imprint of Elsevier, pp.273-288

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)
なし

取得状況(計0件)
なし

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.ide.titech.ac.jp/~nabe/wp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阿部直也(ABE, Naoya)
東京工業大学
環境・社会理工学院 准教授
研究者番号: 30323819

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

石尾淳一郎(ISHIO, Junichirou)
東京工業大学 理工学研究科 国際開発工学専攻 博士課程(当時)

片谷鉄平(KATATANI, Teppei)
東京工業大学 理工学研究科 国際開発工学専攻 修士課程(当時)

石田純也(ISHIDA, Junya)
東京工業大学 理工学研究科 国際開発工学専攻 修士課程(当時)