

水素蓄電を活用したエネルギーマネジメント

美齊津宏幸・小谷野眞司・加納雅之*・古谷博秀**・前田哲彦**・河野匡志***

(*現・東京都環境公社環境技術部、**産業技術総合研究所、***日建設計総合研究所)

【要約】再生可能エネルギーの導入と水素利活用の推進を図るため、最適な電源構成を求めるシミュレータを開発して、導入可能性と経済性について検討した。これらの導入が進み難いと考えられる中小規模施設を対象にしたシミュレーションの結果、水素蓄電を有効に利用するには、需要電力量に対する再生可能エネルギーの導入比率が50%以上必要であることが明らかになった。

【目的】

エネルギー自給率を上げ、化石燃料依存を減らすために、再生可能エネルギー（再エネ）の導入と水素エネルギーの利活用が推進されている。出力変動が大きい再エネを効率よく需要に供給するためには、蓄電池の充放電と、水素製造と水素発電による“水素蓄電”をタイミング良く組み合わせる必要がある。そこで本研究では、再エネや水素蓄電の最適な組み合わせを求め、CO₂削減量や経済性の評価をするためのシミュレータを開発した。

【方法】

再エネで製造した水素（狭義のCO₂フリー水素）を用いたエネルギーマネジメント（エネマネ）の機器構成として、ここでは太陽電池（PV）、系統電源（Grid）、リチウムイオン蓄電池（LiB）、水素蓄電からなる電源で電力負荷（需要：Load）に供給する構成を基本構成とした（図1参照）。水素蓄電とは、水素電気分解装置（WE）で水素を製造し、その水素を用いて燃料電池（FC）で発電するシステムのことを指す。PVは業務用の自家使用を想定しており、法規的に逆潮流はできない。PVが需要を上回る余剰電力を発生した際には、LiB及び水素蓄電によりピークシフトをする。シミュレーションではCO₂排出量最小を目的関数とした線形計画法を用いて、需要と供給が一致するよう各構成機器の最適な入出力が計算される¹⁾²⁾。

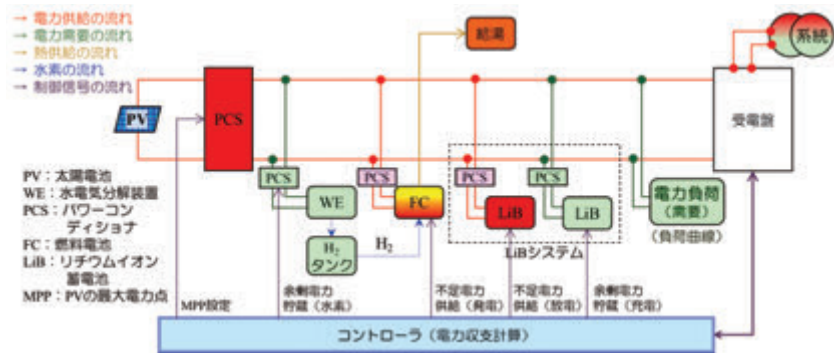


図1 水素蓄電エネマネシミュレーションの基本構成

【結果の概要】

(1) 施設ごとのエネマネシミュレーション

中小規模の事務所、病院、商業施設における建物の規模を想定して需要電力を算定し、施設ごとのエネマネシミュレーションを実施した。単位床面積あたりに消費するエネルギー原単位に延床面積を乗ずることで、需要電力の時間特性を算出した³⁾。各施設の延床面積、PV設置可能面積、PV定格出力を表1に示す。PV定格発電電力は、建物の規模からPV設置可能な屋上面積を求め、占有率50%、発電効率20%と設定することにより定めた。PVの発電電力は、産総研 福島再生可能エネルギー研究所の実測データに対し、実機の定格電力Pr1と建物の規模から求めた定格電力Pr2との比 $k = Pr2/Pr1$ を比例係数として乗じた値を用いた。シミュレーションでは、各季節（1月、8月、10月）の1週間においてCO₂排出量を最小にする各構成機器の入出力を求めた。事務所における1月の計算例を図2に示す。この例では、再エネ比率（再エネ電源の全電力量/全需要電力量）は17.1%、余剰電力比率（余剰電力量/全PV発電電力量）は7.6%であった。また、1週間における再エネ比率に対する電源比率、電気料金（各設備の使用電力量に比例した料金）、CO₂排出削減量の関係を求めた。事務所の1月における再エネ比率対電源構成比率の例を図3に、再エネ比率対電気料金・CO₂排出削減量の例を図4に示す。再エネ比

表1. 中小規模施設の基本構成

施設	延床面積 (m ²)	PV 設置可能面積 (m ²)	PV 定格出力 (kW)
事務所	20,000	2,000	400
病院	10,000	2,500	500
商業施設	10,000	5,000	1,000

率

率はPV設置率(PV設置面積/延床面積)の増減により調整した。図3より、再エネ比率30%まではピークシフトするのに有効な余剰電力は発生せず、水素蓄電が電源比率1%以上になるのは、再エネ比率概ね50%以上であった。図4より、再エネ比率に応じてCO₂排出削減量は増加するが電気料金も増加するため、再エネや水素蓄電普及のためには更なる設備の低価格化が必要であることが分かった。

(2) エリアにおけるエネマネシミュレーション

事務所、病院、商業施設の各施設が1つのエリアに存在すると想定して、各施設でエネマネシミュレーションをした後に各機器の発電・需要電力量を集計した結果(エネマネ後集計)と、各施設の需要電力量を集計した後にエネマネシミュレーションした結果(集計後エネマネ)を比較した。余剰電力は、エネマネ後集計では1,900kWhであるのに対して集計後エネマネでは1,297kWhと少なくなり、余剰電力が発生した施設から発生しない施設へ電力融通されたことが確認された。

(3) まとめ

中小規模施設1棟あたりとエリアに対し、PV設置可能面積と、再エネ比率、余剰電力比率、電源構成、電気料金との関係性について、線形計画法を用いたエネマネシミュレータを開発して検討した。その結果、中規模オフィスビルの1週間程度の期間においては、再エネ比率30%程度まではピークシフトするのに有効な余剰電力が発生しないこと、その際の電気料金の上昇も1.2倍程度であること、水素蓄電を有効に利用するには再エネ比率50%以上は必要であること、エリアでは余剰電力が融通により少なくなるため、水素蓄電が有効になる再エネ比率は施設個別によるエネマネより高くなること、などが明らかになった。

【参考文献】

- 1) 小宮山涼一、大槻貴司、藤井康正：「再生可能エネルギー余剰電力の水素貯蔵を考慮に入れた最適電源構成の検討」、電学論B、Vol. 134、No. 10、pp. 885-895、2014
- 2) 周卓敏、前田哲彦、石田政義：「離島用再生可能エネルギー電源システムの容量計画と経済性評価」、電学論B、Vol. 133、No. 1、pp. 19-25、2013
- 3) 空気調和・衛生工学会編：「都市ガスコージェネレーションの計画・設計と運用」、丸善出版、pp. 256-279、2015

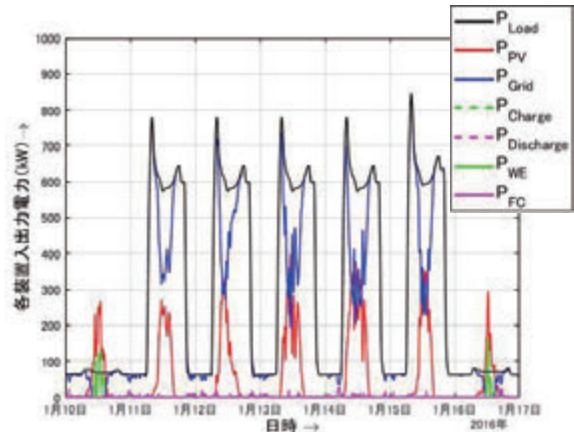


図2 エネマネシミュレーション例

事務所における2016年1月、1週間における需要電力とCO₂排出量が最小となる各構成機器の入出力電力。横軸は日時、縦軸は各機器の入出力電力。

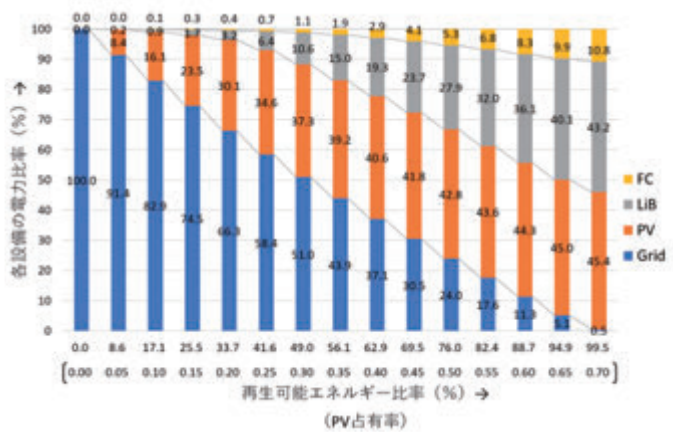


図3 再エネ比率に対する電源別構成比

横軸は事務所の延床面積に対するPV設置可能面積の比率(PV占有率)および再エネ比率、縦軸は各設備の需要電力に対する比率。再エネ比率はPV占有率から計算される。再エネ比率30%までピークシフトに有効な余剰電力は発生せず、水素蓄電が電源比率1%以上になるのは再エネ比率50%以上であった。

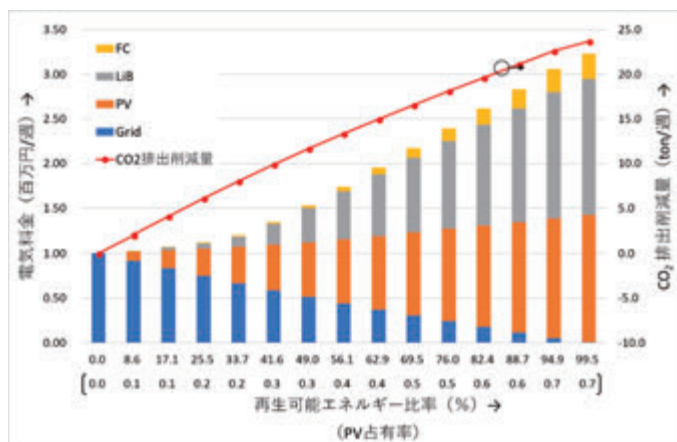


図4 再エネ比率に対する電気料金(棒グラフ)とCO₂排出削減量(折れ線グラフ)

横軸は図3と同じ、棒グラフの縦軸(左)は各構成機器の出力電力に対する電気料金、折れ線グラフの縦軸(右)はCO₂排出削減量。再エネ比率に応じてCO₂排出削減量は増加するが電気料金も増加する。