

一般論文

太陽光発電の自己託送に対応した エネルギー管理システム 「ENERGYMATE-Factory」の開発

Development of “ENERGYMATE” Corresponding
to Self Consignment of Power

貞利章文 A. Sadatoshi	角田広樹 H. Sumida
竹原輝巳 T. Takehara	井尻有策 Y. Ijiri
藤原基伸 M. Fujiwara	

概要

企業における環境経営への取組みが加速する中、太陽光発電の自家消費が温暖化対策や再エネ比率向上に有効な対策として注目を集めている。しかし、普及拡大に際しては、休日など軽負荷時に生じる余剰電力の活用や、設置スペース確保の課題がある。そこで、当社ではこれらの課題を解決するために、太陽光発電の余剰電力を離れた自社の拠点に託送できる自己託送に対応したエネルギー管理システム「ENERGYMATE^(*)-Factory」を開発した。また、同システムを実際に自家消費PVを保有する当社研修施設に導入し、別の自社工場へ余剰電力を自己託送する実運用を開始した。

本稿では「ENERGYMATE-Factory」の概要や特徴、並びに、当社施設における実運用状況について紹介する。

Synopsis

In environmental management investments of enterprises are accelerating, solar power generation in captive consumption attracting attention as effective measures of global warming and improvement of rate of renewable energy. However, in expanding of use of this, there are challenges such as securing space for placement and generation of surplus power during low power load. Hence, to solve this challenges, we have developed the energy management system “ENERGYMATE-Factory” which is self-consignment of power : enables transfer of surplus power generated by solar power to one's own distant buildings. Furthermore, by actually installing this system to our training facility which has captive use PV, we have begun a practical self-consignment of surplus power to our other factory.

This document will introduce you the overview and the features of “ENERGYMATE-Factory”, together with its current operational state in our facility.

1. はじめに

近年、地球環境に対する危機意識の高まりを背景に、SDGsやESG投資といった環境経営への取組みが加速している。中でも、発電方法や発電場所の特定、持続性の観点から、再生可能エネルギーを自家発電して自家消費することの評価が高まっており、太陽光発電の自家消費市場に注目が集まっている。

一方で、太陽光発電による自家消費を実現するには、設置スペースの確保や軽負荷時に余剰電力が発生するといった課題がある。当社ではこれらの課題を解決する手段として自己託送に着目した。自己託送は、太陽光発電の余剰電力を離れた自社の拠点に託送できるため、さらなる再エネ比率の向上、CO₂排出量削減、コスト削減につなげることができる。また、敷地が狭

く発電設備を設置できなくても遊休地など土地の広いサテライト拠点を活用した託送にも期待できる。

当社は、この太陽光発電による自己託送の完全自動運用を実現した、エネルギー管理システム「ENERGYMATE-Factory」を開発した。

自己託送制度を活用するには30分毎の余剰電力を予測し、託送電力の計画値を事前に通知する必要があり、また実際の託送電力は計画値と同時同量となるように調整制御を行う必要がある。不安定な太陽光発電を使う場合、出力変動抑制のために蓄電池等の調整電力の併設が有効であるが、経済的合理性を考えると導入は容易ではない。

本システムはこれらの課題に対応するため、高度な予測機能や制御を用いて不安定な太陽光発電設備のみでも自己託送運用を可能にする製品を開発した。さらに、自己託送の運用には多様なオペレーションや制御が求められるが、これらの自動化を実現し、運用労力の低減も図っている。

また、当社では「日新アカデミー研修センター」（以降、研修センター）に「ENERGYMATE-Factory」を導入し、軽負荷時に生じる太陽光発電の余剰電力を隣接する本社工場へ自己託送しており、実運用において同時同量の自動制御、CO₂排出量削減効果を評価している。

2. システム概要

自己託送対応「ENERGYMATE-Factory」は気象庁の気象情報を用いて需要予測、発電量予測を行う。この予測には住友電気工業株式会社のエネルギーマネジメントシステム「sEMSA^(*)」を活用している。需要予測、発電量予測から余剰電力を予測し、余剰電力からインバランス（電力の供給量と需要量の差分）の発生量を考慮した託送計画を立案する。立案した託送計画は電力広域的運営推進機関（OCCTO）に提出する。提出した託送計画とおりに託送が行われるように、同時同量監視制御を行う（図1）。

同時同量監視制御機能は託送実績が託送計画を超えそうな場合は託送抑制制御にて、太陽光発電やコージェネレーションシステム（CGS）の発電量抑制制御、及び蓄電池への充電制御を行う。一方で、託送実績が託送計画まで達しない場合は託送促進制御にてCGS出力増加制御、及び蓄電池からの放電制御を行う。

自己託送対応「ENERGYMATE-Factory」は余剰電力の予測、託送計画の立案から提出、同時同量制御までをシステムで自動で行うことを特徴としており、設備管理者が常に電力を監視する必要はない（図2）。

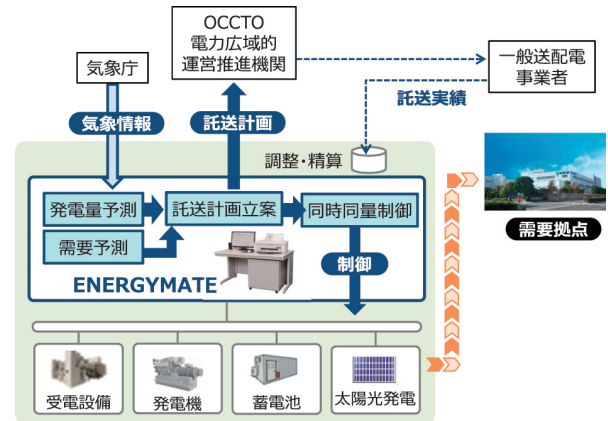


図1 システム構成

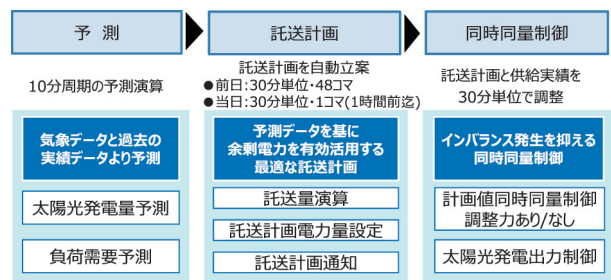


図2 機能構成

2.1 発電量予測

気象予測情報、現在の気象情報、過去の発電電力量実績、パネルの設置条件などから10分周期で48時間先までの太陽光発電量を予測する。

2.2 需要予測

気象予測情報、現在の気象情報、過去の負荷需要実績、操業計画などから10分周期で48時間先までの負荷需要を予測する。太陽光発電予測、負荷需要予測のいずれも、10分周期のきめ細やかな演算を行うことで、予測誤差を低減している。

2.3 託送計画立案

太陽光発電予測から負荷需要予測を差し引くことで余剰電力の予測が立てられる。余剰電力の予測からインバランスの発生量を考慮した託送計画を立案する。

太陽光発電の余剰電力のみで自己託送を行う場合、発電量が天候に大きく左右されるため、インバランスが発生し易い。予測よりも発電量が大きくなる場合には、発電量の抑制制御を行うことでインバランスの発生を抑制できるが、予測よりも発電量が小さくなる場合には、発電量を調整することが出来ず、全てインバランスとなってしまふ。このため、余剰電力の予測からインバランスを低減させるため

の調整パラメータを掛けることで余剰電力の予測よりも低めに託送計画を立案する（図3）。

託送計画の立案は計画の単位である30分毎に行い、直近の太陽光発電予測、負荷需要予測にて託送計画を立案することで予測精度を高め、インバランスの発生量を抑制する。

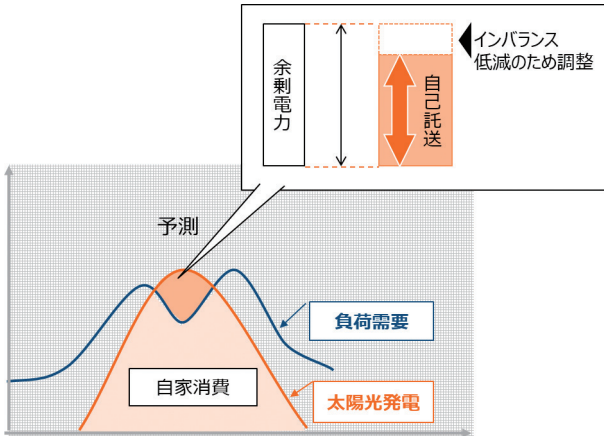


図3 託送計画の立案

2. 4 託送計画の提出

託送計画を立案する度にその託送計画をOCCTOに提出する。託送計画は「年間」「月間」「週間」「翌日」「当日」の計画があり、それぞれの提出期限までに自動で提出する。「当日」計画の提出期限である1時間前まで託送計画の立案、提出を行うことで精度向上を図っている。

2. 5 同時同量監視制御機能

同時同量監視制御機能とは提出した託送計画に対して託送電力が同時同量となるように分散電源、及び負荷制御を行う機能である。太陽光発電電力の抑制制御、CGSなどの自家発電設備の出力制御、蓄電池の放電/充電制御、負荷の投入/解放制御を制御対象とする。

2. 5. 1 託送抑制制御

計画を提出した30分単位内で早期に託送実績が託送計画を超えそうと判断した場合に託送抑制制御を行う（図4）。判断条件は下記式となる。

$$\text{託送実績} \geq \text{託送計画} - \text{託送調整電力}$$

託送調整電力とは託送抑制制御指令から制御対象が制御完了するまでの時間がかかる場合に、託送計画に達するよりも早く制御を行うための設定値である。

託送抑制制御では制御の優先順位に従い、蓄電池の充電制御、CGSの出力抑制制御、太陽光発電電力の抑制制御、負荷の投入制御を行う。制御の優先順位は変更可能である。

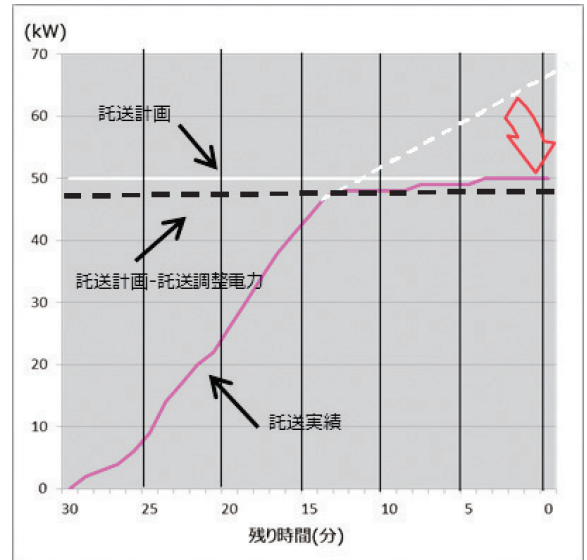


図4 託送抑制制御

2. 5. 2 託送促進制御

計画を提出した30分単位内で託送実績が託送計画に到達しないと判断した場合に託送促進制御を行う（図5）。判断条件は下記式になる。

$$\text{託送実績} \leq \text{託送促進ライン}$$

託送促進ラインとは残り時間に対する託送実績の閾値であり、閾値を下回ると計画到達が難しいと判断する。

託送促進制御では制御の優先順位に従い、蓄電池の放電制御、CGSの出力抑制増加制御、負荷の解放制御を行う。託送抑制制御と託送促進制御ではそれぞれの制御対象を別々に登録可能である。

託送促進制御中に託送抑制制御の条件を満たした場合は託送抑制制御に移行し、残りの時間は託送実績が託送計画を超えないように制御を行う。

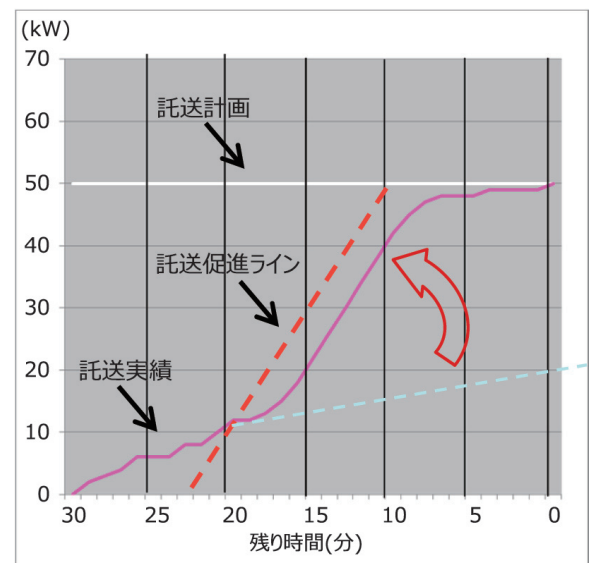


図5 託送促進制御

2. 6 自己託送結果の運用データ表示

設備管理者の電力管理業務を支援する目的で、運用グラフ（図6）、データの二次利用可能な帳票出力（図7）を行う機能を開発した。計画と実績の視覚的判断を可能とし、データの二次加工による分析にも活用できる。

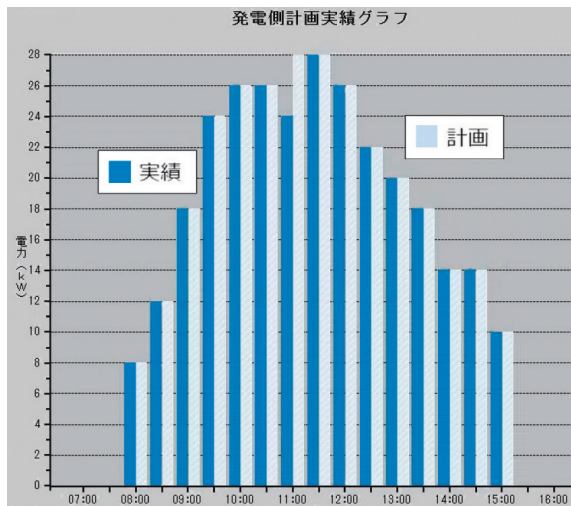


図6 自己託送運用管理グラフ

月報9

帳票日付: 2020年 5月

	需要計画		需要計画	需要実績		需要実績	発電計画
	前半	後半	合計	前半	後半	合計	前半
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1日	53	53	106	47	40	87	53
2日	101	105	206	107	111	218	101
3日	19	13	32	22	22	44	19
4日	22	24	46	0	0	0	22
5日	79	74	153	100	104	204	79
6日	0	0	0	0	0	0	0
7日	103	103	206	138	134	270	103
8日	77	78	155	90	89	179	77
9日	4	0	4	0	0	0	4
10日	0	0	0	9	5	14	0

図7 自己託送実績の帳票表示

3. 特徴

3. 1 太陽光発電のみでの自己託送

一般的に太陽光発電は発電量が不確定なため託送計画の立案が難しく、蓄電池や発電機といった調整電源が必要とされている。当社では調整電源が無い環境でも計画値同時同量となるように、太陽光発電量を制御する。当社の自己託送アルゴリズムでは、事前の太陽光発電予測に対して、計画の託送電力を発電予測より抑えることで天候等により急に太陽光発電量が低下するリスクを想定した運用を可能とした。

3. 2 計画提出、同時同量制御の自動化

自己託送では、送配電網における電力の安定託送を維持するために計画値同時同量が求められる。つまり、予め送配電網に流す逆潮流電力を予測し、電力広域

的運営推進機関に対して30分単位で託送計画を提出するとともに、計画値同時同量となるように逆潮流電力量を調整する必要がある。当社が開発した自己託送対応「ENERGYMATE-Factory」では、託送計画の立案、提出から計画値同時同量制御までの完全自動化を実現した。

また、設備の点検などで停電する必要がある場合は停電日のスケジュール入力により自己託送を行わないように設定することができる。停電日では自己託送を行わない計画を自動で提出し、余剰電力が発生を抑制するため設備管理者の作業負担が軽減された（図8）。

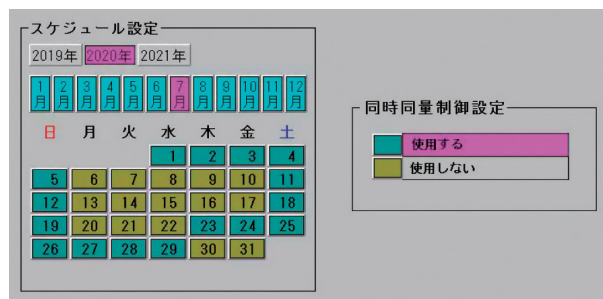


図8 託送実施日のスケジュール登録

4. 研修センターの実証評価

当社では2019年11月より研修センターで太陽光発電の余剰電力を自己託送する検証実験を行ってきた（図9）。

自己託送状況をモニタリング画面（図10）にて30分単位内の託送状況に応じて太陽光発電電力の抑制制御が自動で行われ、同時同量が実現できていることが確認できた。

1日の託送電力と太陽光発電電力の関係（図11）を見ても、30分単位内で託送実績が託送計画に到達した以降の時間は太陽光発電電力の抑制制御により、太陽光発電電力を自家消費にのみ利用している結果となっている。

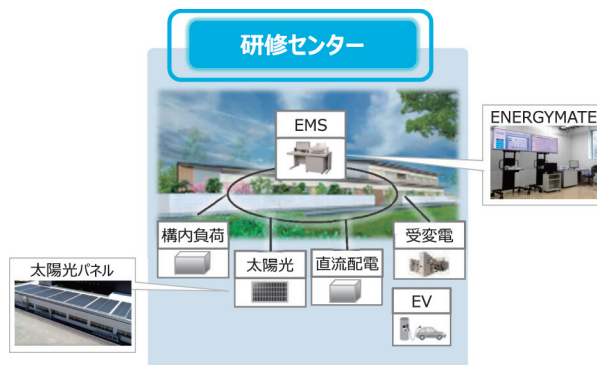


図9 研修センターの設備構成

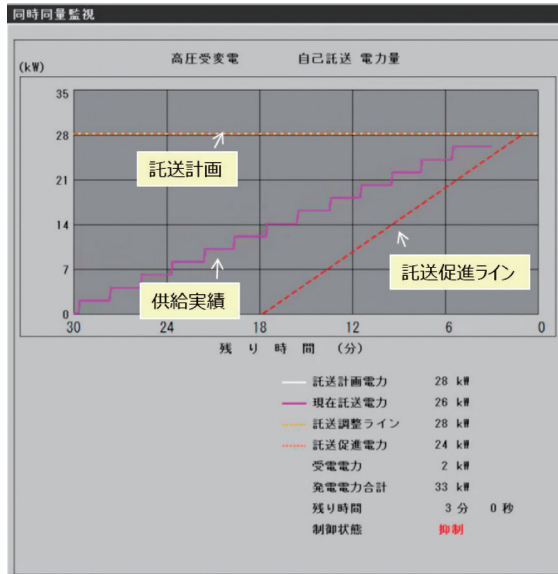


図10 自己託送モニタリング画面

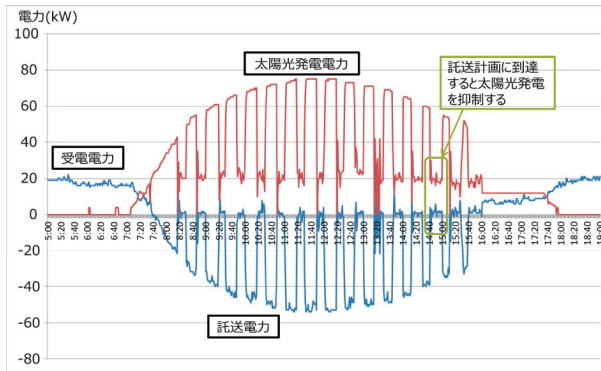


図11 自己託送実績

5. あとがき

当社では電力の安定的な供給、省エネ、省コスト、CO₂排出量削減などの課題を解決するためのソリューションを「SPSS^(*) (Smart Power Supply Systems: スマート電力供給システム)」と称して事業を推進している。エネルギー利用の多様化が進む中で、さまざまなソリューションを実現していくためには、エネルギーと情報を融合しながらエネルギー利用の最適化を創出していくエネルギーマネジメント技術がますます重要になる。当社が開発したエネルギー管理システム「ENERGYMATE-Factory」はこれまで、需給調整力として活用が期待されるVPP事業や、今回開発した自己託送、またエネルギーの地産地消や地域マイクログリッドにも適用拡大しており、一般需要家向けだけでなく地域グリッド、系統連系といった面的な活用への展開を図っている。

今後も「ENERGYMATE-Factory」を中心として、エネルギー課題を解決するためのさまざまなソリューションを提供していく所存である。

参考文献

- (1) 藤原基伸 他:「分散型電源を統合管理するエネルギー管理システム「ENERGYMATE-Factory」の開発」、日新電機技報Vol.62 No. 3, pp.76-81 (2017.10)
- (2) 竹内雅靖 他:「太陽光発電自己託送システムの開発」、令和2年電気学会全国大会、7-40、p63

(*)「ENERGYMATE」は、日新電機㈱の登録商標です。

(*)「sEMSA」は、住友電気工業㈱の登録商標です。

(*)「SPSS」は、日新電機㈱の登録商標です。

執筆者紹介



貞利 章文 Akifumi Sadatoshi
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
システム開発部



角田 広樹 Hiroki Sumida
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
システム開発部長



竹原 輝巳 Terumi Takehara
研究開発本部
技術開発推進センター 主幹



井尻 有策 Yusaku Ijiri
電力・環境システム事業本部
システムエンジニアリング部
SPSS推進技術部 グループ長



藤原 基伸 Motonobu Fujiwara
電力・環境システム事業本部
システムエンジニアリング部
SPSS推進技術部長