



スマート化における局所最適と全体最適

栗原 郁夫 一般社団法人
日本エレクトロヒートセンター 理事

スマートという言葉が色々な所で使われてきている。スマートフォンの人気はもとより、スマートグリッドが一般紙で取り上げられるようになり、スマートシティ、スマートコミュニティといった概念にまで拡張してきている。低炭素社会の構築に向けて、都市そのものを低炭素型に変えていくスマートコミュニティにおいて、わが国では横浜市や豊田市など4つの地点で実証が始まっている。ここでは、電力のスマートグリッド化をはじめ、ビルや交通、上下水道などの社会インフラの一体的スマート化が意図されている。エネルギー利用の局面に重点が置かれ、再生可能エネルギー、電気自動車、エネルギーマネジメントが共通的な要素となっている。特に再生可能エネルギーについては、地産地消を目指している。

エネルギー利用の最適化となると、実際にはある広がりを持った単位で実現することになる。最も小さな単位は利用機器そのものの効率化であり、LED照明やヒートポンプの利用である。このレベルでは個々の機器の効率化分がそのまま全体としての効率化に直結する。次は、家庭やビルなどのレベルでの最適化である。これに対してはHEMSやBEMSがある。ここでは、需要家側での個別最適化は、もはや社会全体での最適化とは必ずしも一致しない。例えば、ニーズのままにピーク時に大量に電力を消費することは、社会全体からは稼働率の悪いピーク電源の増加となり最適とは言えない。

需要家サイドでもエネルギーを発生することができるようになると局所最適と全体最適の差がより鮮明になる。太陽光発電の余剰電力は、現在は電力会社が買い取り、系統が吸収する形になっているが、これは全体最適の考え方に合致する。仮に、家庭内でエネルギー面のみから最適化しようとするれば、余剰分は基本的には蓄電池で貯蔵することになり、貯蔵損失とコストの増加をもたらす。一方、コストも含めて局所最適化をすると、余剰電力はおそらく抑制することになり、せっかくのCO₂フリー電力の無駄になる。

局所最適化の結果が全体最適となるのは、局所が独立している場合である。この場合、それぞれを最適化すれば全体としても最適である。しかし局所が相互に関連を持つ場合、局所最適化は必ずしも全体最適に結びつかない。エネルギーでは電力のように広域になるほど需要家の多様性が高まり、またわずかな損失・コストで輸送できるものは局所最適化と全体最適化とに違いが出る。電気でも電圧制御のように地域性の高いものは局所最適化でも十分である。また熱のように輸送にかなりの損失が伴うものでは全体最適化は局所最適化によってほぼ達成できる。

局所最適と全体最適の議論は、エネルギー損失など1つの局面のみであればそれほど複雑ではないが、実際の社会では価値観やニーズが多様であり平均的な意味での全体最適が必ずしもベストとはいえない。これには多目的最適化といった概念が有効と考える。多目的最適化では、トレードオフの関係にある目的に対してパレート解が与えられる。パレート解上の点は多様なニーズに応えるものである。

社会活動の複合体であるコミュニティにおいて、局所と全体の関係は個々の対象によって様々である。スマートコミュニティの構築にあたっては、単にすべてをコミュニティ内で局所最適化を図るといったことではなく、対象によって局所最適化と全体最適化を調和させることが重要と考える。