

# インターテックリサーチ レポート

No.26 2013.3

## デマンドレスポンスの基準

(EnerNOC 社の同名の白書より)

### 目次

はじめに .....	1
1. DR とそのベースラインの基礎 .....	2
1.1 DR プログラムの種類 .....	2
1.2 なぜベースラインが重要か .....	2
1.3 ベースラインの基礎 .....	4
1.4 ベースラインの基本 .....	5
2. ベースラインの種類 .....	6
2.1 ベースラインタイプ I .....	7
2.1.1 平均化法 ( Averaging Methods ) .....	7
2.1.2 回帰分析法 ( Regression ) .....	10
2.1.3 同等日採用法 .....	10
2.1.4 加重移動平均法 .....	10
2.2 最大ベース負荷 ( Maximum Base Load : MBL ) .....	11
2.3 DR イベント通知直前値をベースラインとする方法 .....	11
2.4 ベースラインタイプ II .....	12
ベースライン算出例 .....	13

Version 1.0 2013/3/3

チーフリサーチャー: 新谷 隆之  
インターテックリサーチ株式会社

〒261-0001

千葉県美浜区幸町 1-1-1-1419

TEL/FAX: 043-246-0340

E-mail: takayuki.shintani@itrco.jp

URL: <http://www.itrco.jp>

Blog: <http://www.itrco.jp/wordpress>

---

## まえがき

本報告書のタイトルに示す通り、本報告書は、EnerNOC 社が作成・公開している『デマンドレスポンスの基準 ( The Demand Response Baseline )』の抄訳である。

デマンドレスポンス( DR )で気がかりなことがあるとすれば、以下の 2 点ではなかろうか：

- DR イベントを通知しても需要家は、需要削減してくれるのか？
- どうすれば、需要家が削減した需要量を正確に見積もれるのか？

EnerNOC 社の白書は、この 2 番目の問題について考えたものである。

DR プログラムの設計者にとって、「どうすれば、需要家が削減した需要量を正確に見積もれるのか」は、当初から頭の痛い問題だった。

例えば、契約電力が 100kW で負荷率 100%、すなわち、24 時間コンスタントに 100kW 電力を使用するような需要家で、DR イベント発生期間中の電力使用検針値が毎時 80kWh なら、20%の負荷削減が行われていることが一目瞭然にわかる。しかし、そのように 24 時間一定して電気を使うような需要家はまず存在しない。通常、時刻によって電力使用量が変化し、かつ、同じように毎日電気を使う工場のような需要家であっても、その日の気温その他で需要パターンが変化するものである。したがって、DR イベント発生期間中、実際にどれだけ需要削減が行われたかの算定は、意外と難しく、これまでいろいろな方法が考案され、使われてきた。

2009 年、FERC は進展途上にある DR の M&V の基準に対して関心を示し、「DR の可能性に関する評価 ( National Assessment of Demand Response Potential )」の報告書で、以下のように述べている：

負荷削減量を計測するための標準的な実務規格ができると、系統運用者はもっと DR プログラムを利用するようになるだろう

その際、計測で最も問題となるのは、需要家ごとのベースライン、すなわち、もし DR イベントが発生していなければどれだけ電力を使用していたかという基準線である

NAESB は、FERC から DR の M&V 基準を定めるよう求められ、まず、卸売電力取引市場で使われている DR 関連の用語、DR プログラムの種類、およびそれらの DR プログラムでどのように M&V が行われているかを整理した。

こうして NAESB が定めたものが「DR の M&V」の実務規格 ( WEQ-013 ) である。

これは、卸売電力市場で使われている様々な DR プログラムで用いられている M&V の考え方、計測方法を類型化して、DR プログラムカテゴリーごとに、適用可能な需要削減量推定方法を標準化したものとなっている。

本報告書は、WEQ-013 を理解するための手助けとして、作成したものである。

---

## はじめに

DR 実行結果の計測と検証(M&V)は、需要家がどれほど DR 資源を提供したのかを明らかにするものである。その際、DR の「基準」があつてこそ、どれほど DR 資源が提供されたかを判断できるので、それは、電力系統にどれほどの価値を提供したかを決定する上で非常に重要な役割を担っている。更に、M&V の結果次第で DR プログラムに参加する需要家の数が左右されるといっても過言ではない。その意味でも、DR の M&V は非常に重要である。

現在、DR の M&V を行うための多くの方法が考え出されているが、「もし DR イベントがなかったら、需要家の負荷はどうなっていたか？」という DR の基準に関する根本的な質問に胸を張って答えられる実績評価法は、実はそれほど多くはない。

2009 年、FERC は進展途上にある DR の M&V の基準に対して関心を示し、「DR の可能性に関する評価 ( [National Assessment of Demand Response Potential](#) )」の報告書で、以下のように述べている：

- 負荷削減量を計測するための標準的な実務規格ができると、系統運用者はもっと DR プログラムを利用するようになるだろう
- その際、計測で最も問題となるのは、需要家ごとのベースライン、すなわち、もし DR イベントが発生していなければどれだけ電力を使用していたかという基準線である

NAESB は、FERC から DR の M&V 基準を定めるよう求められ、まず、卸売電力取引市場で使われている DR 関連の用語、DR プログラムの種類、およびそれらの DR プログラムでどのように M&V が行われているかを整理した。

本白書は、適切に DR の M&V の基準を適用するため、NAESB で行われた DR 関連用語の定義、DR M&V に関する議論と提言を紹介するものである。

本書は、DR の基礎的な入門書ではなく、DR の M&V に使うベースラインの考え方・あり方に関して突っ込んだ議論をするためのたたき台を提供するものである。

なお、ここで議論されているベースラインの考え方は、大口商工業顧客 ( C&I customers ) に適用されるものであり、一般家庭の DR プログラムと、そのベースラインは対象外なので、注意されたい。

本書は、以下の 3 つパートから構成されている。

- 1 章：** DR プログラムにおけるベースラインの役割および DR イベントのタイミングを整理して、基本的なベースラインの例を示す
- 2 章：** FERC が定義した 5 種類のベースラインの考え方を紹介する
- 3 章：** DR のベースラインのあり方について徹底的な議論を行い、いくつかの提言を行う  
※この翻訳版では、3 章を割愛している。

本書の作成を通じて、我々は、良いベースライン設計には正確性、単純性、完全性の 3 つが重要であるとの認識に達した。結論から言うと、FERC が定義した 5 種類のベースラインのどれをとっても完ぺきなものはないが、これら 3 つのバランスが取れているベースラインは、明らかにバランスの取れていないベースラインより良いということが言える。

## 1. DR とそのベースラインの基礎

### 1.1 DR プログラムの種類

DR とは、電気料金をダイナミックに変化させることで、料金の高い時間帯の電力消費量を減らすように消費者を仕向けたり、あらかじめ DR イベント発生時に電力消費を削減する見返りとして奨励金を渡しておくことで、DR イベント発生時、消費者が使う電力を通常使う電力量より削減させたりする試みである。

現在、卸売電力市場で使われている DR プログラムにも、様々な種類がある。ピーク時の負荷削減のためにピーク時間帯の電気料金をダイナミックに変更するものだけでなく、いくつかの電力会社の DR プログラムでは、電力会社が直接顧客と削減計画を立て、計画に則って粛々と需要削減が実行される。さらに、DR アグリゲーターが仲介役として介在し、DR に協力する消費者を集めるとともに、消費者の電力削減に責任を持つタイプのものである。このタイプの DR プログラムは、( 系統運用者や電力会社等 ) DR プログラム主催者から見ると、DR 資源調達と電源調達の違いはほとんどないが、DR アグリゲーターと需要家間では、需要家ごとに ( 直接制御やダイナミックプライシング等 ) 異なる DR プログラムが採用されている可能性もある。

DR プログラムにはいくつかのインセンティブ制度があるが、制度ばかりではなくその目的も異なっている。

インセンティブ制度には、大きく、①DR 資源として提供可能なキャパシティ ( 電力 : kW ) に対して対価を払う制度と、②DR 資源として実際に提供するエネルギー ( 電力量 : kWh ) に対して対価を払う制度がある。

①は、電力需要の急騰や、発電機トラブルなどで系統が逼迫し、そのままでは停電が起きかねない場合に備えて、いつでも協力できるよう需要家にスタンバイしてもらう目的で実施するものである。

これに対して、②は、発電事業者から電力調達を行う代わりに、DR イベント期間中に、DR 資源を調達する ( すなわち負荷を削減する ) 目的で実施するものである。

インセンティブ型の DR プログラムでは、需要家の参加を促すため、このような支払いを行う。

ダイナミックプライシングを採用した価格変動型 DR プログラムも、DR 資源を調達する目的で実施される DR プログラムではあるが、調達した DR 資源に対応する対価を支払うのではなく、オフピーク時間帯の電気料金を下げる ( その代わりに、クリティカルピーク時間帯の電気料金を飛躍的に高く設定する ) ことをインセンティブとしている点で②とは異なった DR プログラムといえることができる。

### 1.2 なぜベースラインが重要か

消費者がどれほど負荷削減に協力してくれるかが DR プログラムにとって肝要である。そのためには、負荷削減量を正確に計測できる信頼できるシステムが求められる。この理由から、DR の M&V は、どのような DR プログラムであっても必須要素となっている。ベースラインは、DR イベント期間中にどれほど負荷削減ができたかを計測する主要ツールなのである。

ところで、ベースラインとは、DR イベントがなかったら顧客がどれほど電力を消費していたかという推定値である。

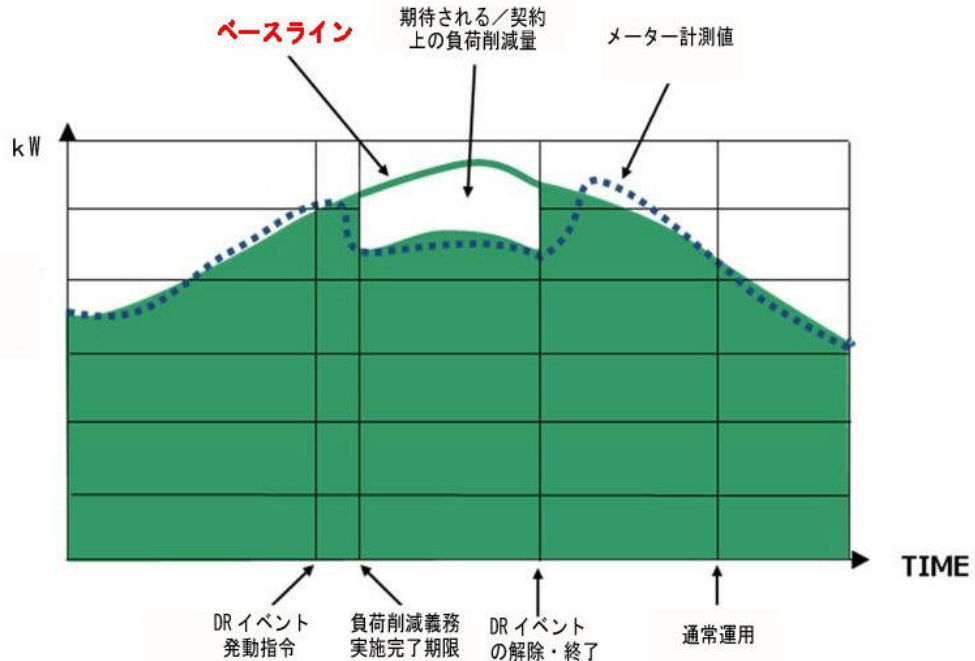


図 . 1 ベースラインの基本的な考え方

上図でなだらかな緑色の山の稜線をなすのがベースラインで、もし DR イベントが発生しなければ、このような需要カーブなただろうという予測値の集まりである。これに対して、図の下に記載されているように「DR イベント発動指令」が出されると、顧客は「負荷削減義務実施完了期限」までに DR プログラム契約で約束しただけ負荷を削減。「DR イベントの解除・終了」通知を受けて、通常の電力使用状態に戻る。図中、青の点線がインターバルメーター（一定時間間隔ごとの電力使用量を計測・記憶できるメーター）による負荷の計測値で、この計測値を元にして、DR イベント期間、この顧客は契約どおり負荷を削減したかどうか判定することになる。

この図にある通り、一般に DR イベント期間中も負荷は一定ではないので、インターバルメーターで計測する時間区分ごとに [ ベースライン - 契約上の負荷削減量 ] と実際のメーター計測値を比較することで、顧客が約束通り需要削減しているかどうか判定することになる。

DR プログラムによっては、削減義務違反の場合、達成しなかった削減量に応じたペナルティが科せられるので、顧客にとっても、DR プログラムの運用者にとっても、ベースラインを正確に予想することが非常に重要である。

それにもかかわらず、ベースラインとは、事実ではない ( counter-factual ) 理論的な値、推定値に過ぎないのである。したがって、消費者、DR アグリゲーター、電力会社、系統運用者等、利害関係者すべてに納得のいくベースラインの考え方が求められる。

推定値に完璧なものはいないが、現在卸売電力市場の複数の DR プログラムで採用されているベースラインを比較検討してみると、他の DR プログラムのベースラインより優れたものや、特定の顧客タイプ向けの特定の DR プログラムのベースラインとしては非常によくできたものが見受けられた。弊社の経験では、ベースラインの考え方を

評価する上で、正確性、単純性、完全性のバランスが取れているかどうか非常に重要であることが分かっている。

**正確性**：顧客が実際に提供した DR 資源量 ( 負荷削減量 ) が、それ以上でも、それ以下でもなく、正確に認識されるのがベストである。したがって、ベースロード算定ロジックは、入手可能なデータに基づいて、もし DR イベントが発生しなかった場合の負荷の予測値をできるだけ正確にはじき出す必要がある。

**単純性**：ベースラインは、エンドユーザを含め、すべての利害関係者が容易に理解でき、負荷削減量の計算が簡単で、ベースラインの生成も容易に行える単純なものではない。更に、事前にどれだけ負荷削減できそうか、あるいは DR イベント期間中、実際にどれくらい負荷削減できているか簡単に計算できなければならない。

**完全性**：ベースライン算定ロジックには、顧客がわざと不規則な負荷を作り出すことでベースラインが歪曲されないこと。更には、それによって実際以上の DR 資源を提供したような過大評価にならない完全性が求められる。

ベースライン算定に関する不正が入り込まないように、正確性・完全性に気を使わずに非常に複雑で使いづらいものになり、逆に、単純過ぎると、市場参加者が自分に有利なベースラインとなるような不正を許すことになるので、これら 3 つの特性のバランスをとることが重要である。

### 1.3 ベースラインの基礎

需要家の業種その他により多くの種類のベースラインが存在しえるが、NAESB がその整理を行い、FERC によってオーソライズされた基本構造が既に存在する。DR 実行結果の計測と検証 ( M&V ) に関して、どのようにベースラインを作り、どう適用したらよいか既に決められているのである。

図 2 には、NAESB 作成した DR イベントに係わる種々のタイムフレームが示されているが、まず最初に、通知には 2 つのタイプがあることに注目して欲しい。

1 つは、DR を利用しなければならない事象が起きる、あるいは起きそうながあらかじめ予想できた場合で、電力会社あるいは系統運用者は顧客や DR アグリゲーターに事前通告を行う。

もう 1 つは、DR を利用しなければならない事態の発生が確実となった場合で、電力会社あるいは系統運用者は必要となった時点で DR イベントの開始を通告する。

負荷削減に関して、DR イベントは、3 つのフェーズから構成されている：

**フェーズ 1 ( 起動期間 )**：DR イベントが始まり、需要家側では負荷削減を開始。DR プログラムによっては、需要家毎に負荷削減量が指定されるので、指定された負荷削減量に達するまでが起動期間である。

**フェーズ 2 ( 負荷削減維持期間 )**：DR プログラムによっては、DR イベント通知後定められた時間内に指定された負荷削減量を実現し、以降、解除指令が届くまで、その負荷削減量を維持しなければならない。その期間が負荷削減維持期間である。

フェーズ 3 ( 回復期間 ) : 負荷削減の必要な期間が終了し、需要家が通常負荷に戻るまでが回復期間である。

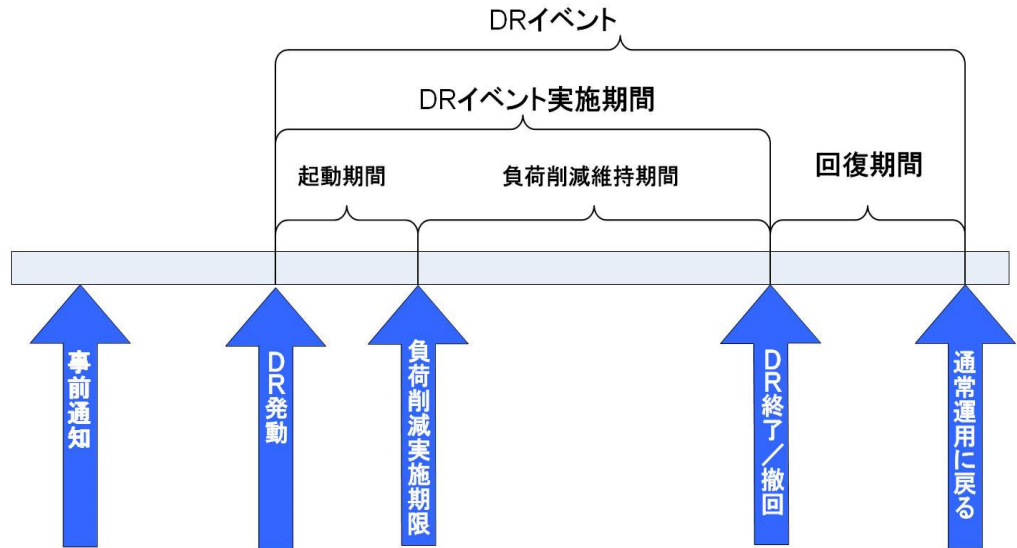


図.2 DR イベントのタイミング

#### 1.4 ベースラインの基本

以下では、図.3 を用いて、DR プログラムの実績評価法を例で示す。

まず、需要家は、DR プログラムに登録する際、電気の使い方や負荷削減の仕方を DR サービス提供者と協議して、DR イベント時に提供できる DR 資源量を定める。過去の電力需要実績などから需要家のベースライン ( 図.3 の青線 ) を定め、協議で定めた負荷削減量をもとにセカンドライン ( 図.3 の紫線 ) を引く。

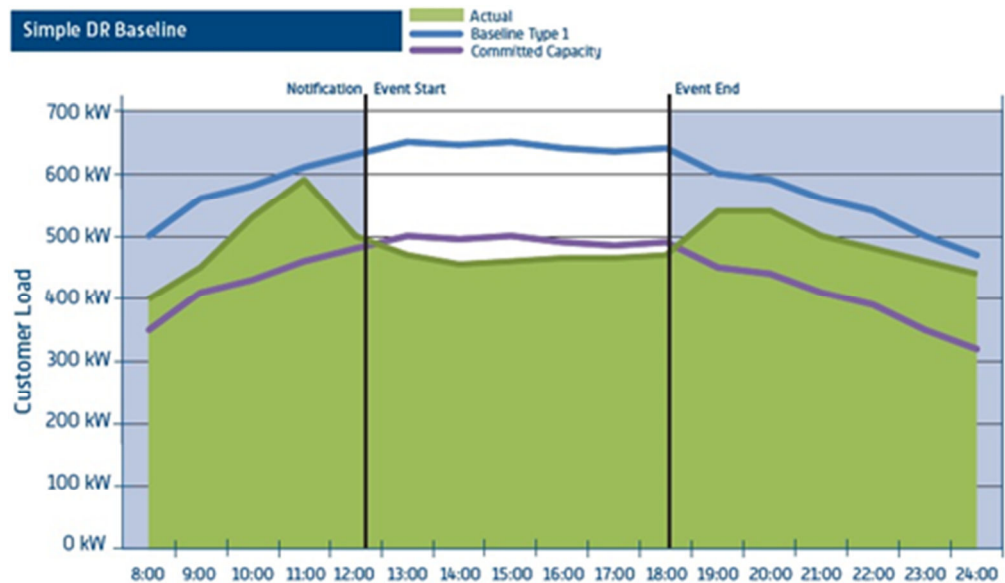


図.3 DR ベースラインの例

図.3 の例では、DR イベント開始が午前 11:00 で、需要家は、負荷削減を開始。12 時が約束した負荷削減量を実行するタイムリミットである。

負荷削減実績は、実際にメーターで計測した値 ( 図.3 の緑線 ) とセカンドラインの比較により追跡することができる。

この例では、DR イベント期間中、実際のメーター計測値が一貫して約束した負荷削減量 ( セカンドライン ) 未満だったので、負荷削減義務を見事にクリアしていることがわかる。

## 2 . ベースラインの種類

米国各地の卸売市場・リアルタイム市場で実施されている DR プログラムを調べてみると、顧客が DR イベントに対して期待通り負荷削減を実施したかどうか計測と検証 ( M&V ) を行うため、実に様々なベースライン ( 基準 ) を採用していることが分かった。それらに共通していることと言えば、唯 1 つ。どのベースラインも完全ではないということだ。ベースラインは、予測値でしかないからである。

ところで、DR プログラムといっても、DR イベントを発動する条件や、頻度、通知のタイミング、継続時間などいろいろなものがあるので、DR プログラムのタイプによって、適切なベースライン、すなわち、もっともらしい予測値の考え方が異なっても仕方がない。NAESB では、卸売市場・リアルタイム市場で実施されている DR プログラムが採用しているベースラインの考え方を整理し、5 種類のベースラインに類型化した。

- **ベースラインタイプ I : Baseline Type I**

過去のインターバルメーターのデータ ( たとえば 1 時間ごとに計測されたもの ) をもとにベースラインを計算するタイプ。天候情報を加味して調整する場合もある。

- **最大ベース負荷 : Maximum Base Load ( MBL )**

DR プログラムのルールとして、DR イベント期間中、顧客は負荷を一定レベル以下に抑えることが義務付けられている場合に有効なベースラインで、過去の DR イベントで当該顧客がキープできたフラットでコンスタントな値をベースラインとする。

- **DR イベント開始前後のメーター値 : Meter Before / Meter After ( MB/MA )**

事前通知を行う暇がないアンシラリーサービス用 DR プログラム等に用いられるベースラインで、DR イベント開始前後のメーター値 ( 計測値 ) をベースラインとするタイプ。

- **ベースラインタイプ II : Baseline Type II**

インターバルメーターが付いていず、時間区分ごとの電力使用量計測が不可能な顧客に関して、同じタイプの顧客の負荷カーブの統計データをもとにして、想定ベースラインを生成するもの。

- **発電タイプ : Metering Generator Output ( MGO )**

ベースラインは全期間 0 で、DR イベント期間中、顧客が保有する緊急バックアップ発電機の発電量が DR 資源提供実績として計測される。



最後のベースラインタイプは、通常のデマンドレスポンスの対象となる負荷削減量を計測するものではなく、オンサイト発電機を保有する顧客が提供する電力を計測するものなので、以降では、これを除く 4 つのベースラインタイプそれぞれについて、更に詳しく説明する。

## 2.1 ベースラインタイプ I

ベースラインタイプ I は、インターバルメーターで計測された過去のデータに基づいてベースラインを決定するもので、現在、もっとも多く DR プログラムで採用されている。このタイプのベースライン計算法として、**平均化法、回帰分析法、同等日採用法および加重移動平均法**がある。

まず、これらの計算法に共通する、ベースラインタイプ I の特性を示す。

- ベースラインのグラフ形状は、図. 1 でしめしたように、時間区分ごとに変化した曲線になる。
- DR プログラムを適用する 個々の顧客サイトのメーター計測データを利用する。
- あまり古いデータを使うと季節変動その他の影響を受けるので、比較的 DR イベントの直前に計測されたメーターデータを使う。
- 電力使用量は、季節の他にも、天候や曜日によって影響を受ける。そこで、過去に計測されたメーターデータをそのまま利用するのではなく、天候や曜日による調整が行われることがある。

次に、ベースラインタイプ I の 4 つのバリエーションそれぞれの詳細を示す。

### 2.1.1 平均化法 ( Averaging Methods )

ベースラインタイプ I の中でも最も広く使用されているもので、個々の時間区分ごとに、直近の過去のメーター計測値を平均化して需要予測値とし、ベースラインを形成する方法。実際に平均化法を適用するにあたって、「High X of Y」という手法が採用されている。

#### 【「High X of Y」手法】

この手法は、DR イベント直近の Y 日間のうち、電力使用量の高かった X 日分のデータをベースラインの計算に採用するものである。

「High X of Y」手法は、全米の卸売市場向け DR プログラムのベースライン決定手法としてあまねく採用されている。例えば、PJM は「High 4 of 5」、カナダのオンタリオ州では「High 15 of 20」、カリフォルニア州では「High 10 of 10」が採用されている。

ここで、X と Y には、以下の考え方が採用されている。

#### ☑ ルックバック期間

「High X of Y」手法でベースラインを決定するにあたって、DR イベントに先立って過去のメーター計測値を参照する期間「Y」のことをルックバック期間という。あまり過去に遡りすぎるのは、DR イベント当日の負荷を予測するのに適さないので注意が必要である。

#### ☑ 排除ルール

「High X of Y」手法でベースラインを決定するにあたって、「Y」の期間内であっても、DR イベント日とは特徴的に異なる日の計測データを排除しないと、適切な負荷予測ができない。

一般に、DR イベント日となるのは、ウィークデイなので、負荷パターンの異なる

祝祭日や週末の土曜日、日曜日は、「Y」期間内にあっても、ベースライン算定対象日から除外される。多くの DR プログラムでは、北米電力信頼性協議会 ( NERC ) がオフピーク日として定めた休日標準を、除外ルールを適用する日としている。また、過去に DR イベントが発動された日が「Y」期間内に含まれていた場合、その日も除外する。

この基礎的な排除ルールに加えて、定休日などあらかじめ負荷の低いことが分かっている日も除外する。「Y」期間内で、NERC の定めたオフピーク日でなくても、同じ時間区間の他の日の平均負荷より極端に低い負荷実績値は、平均値を不当に押し下げてしまうからである。

過去データの中で、DR イベント実施日、休日、週末に加えて、例えば、過去のある日の特定時間帯の負荷が、「Y」期間内の平均の負荷の Z% 以下ならば、そのデータはベースライン算定に使わないというような閾値の考え方がベースラインタイプ I 決定にあたって PJM 等で採用されているが、欠点として、ベースラインの算定処理が複雑になってしまうことがあげられる。

#### ❑ X と Y の関係

「Y」期間が定まったら、その中から、DR イベント当日に近いと予想される日を「X」日分選択する。ただし、X 日分のデータ選択は、DR プログラムの性質に基づいて決定しなければならない。

例えば、緊急 DR プログラムでは、ハリケーンのような異常気象による需要増大が予想される場合にのみ DR イベントを発動する。しかしながら、直近の過去データで、同等の DR イベントが発生した日が「Y」期間内に存在することは、まずない。したがって、緊急 DR プログラムにおいては、不用意に「Y」期間内の「X」日分の過去のメーター計測データを未調整のままベースライン算定に使用してしまうと、当日の負荷予測を過小評価し、顧客の負荷削減努力を正当に評価できない結果となる。これを避けるため、多くの DR プログラムでは、ベースライン算定にあたって、過去の「X」日分のメーター計測データのうち、最低負荷のデータを排除するルールを適用している。

一方、オンサイト発電設備を有する大口顧客は、いわゆる高負荷日のピーク時間帯には自家発を稼働させるためピークが立たない。したがって、そのような顧客向けの DR プログラムは、夏冬のピークより、春と秋の中程度の負荷ピークをとらえるため、「High X of Y」法ではなく、「Middle X of Y」と呼ばれる方法によりベースラインが算定される。

「High X of Y」法および「Middle X of Y」法のバリエーションとして、「ベースライン調整」の考え方がある。

#### ❑ ベースライン調整

前述の通り、「X」日としては、DR イベントと似た日を選ぶのが基本である。しかしながら、そもそも DR イベントが発生するのは、通常範囲で需要がおさまらないことに起因することが多い。CPP のようなピーク需要削減を目的とする DR プログラムや、発電機の故障などをトリガーとする緊急 DR プログラムがその好例で、その背景には想定範囲外の事態が関係している。ということは、「Y」の期間をいくら長くしても、DR イベントに似た「X」日というのは存在しない可能性がある。そこで、「High X of Y」ベースラインの調節が必要となってくる。

ベースライン調整では、過去のメーター計測データではなく、DR イベント日のメーター計測データに基づいて調節が行われる。どのように調整するかについては、

①調整を行うために使用される時間枠、②調整値を絶対値指定するのか増分割合を

指定するのか、③調整値の上限を設けるか否か、④調整方向として±どちらもありとするか、増加する方向の調整だけにすることを検討しなければならない。

#### ① 時間枠

ほとんどのベースライン調整は、DR イベントを実施する以前の 2~4 時間の時間枠のメーター計測値を使用する。

ベースライン調整が必要かどうかを見極めるには 1 時間以上必要であり、4 時間以上になると DR イベントと同一条件下にあると考えにくいからである。この時間枠内のメーター計測値を、同一時間帯の負荷予測値と比較することで、適切な調整量が決定される。

ただ、このベースライン調整時間枠の運用については、注意が必要である。例えば、DR イベントを 12:00 に開始するというのを 11:00 に顧客に事前通知する DR プログラムの場合、ベースライン調整計算に使用する時間枠が 4 時間なら、8:00~11:00 にするべきである。

DR イベント開始直近の 9:00~12:00 のデータを用いて調整計算を行う方が正確なベースラインが計算できる気がするが、DR イベント実施の通告を受けた顧客が、11:00~12:00 の間、不正な負荷調整を行うことで、調整量の計算値が不正確となる可能性があるからである。

#### ② 絶対値指定と増分割合指定

ベースライン調整法として、絶対値 ( kW ) を用いる方法と、予測値に対する増分 ( % ) を用いる方法がある。

例えば、DR イベント前日のメーター計測値が、ベースラインの 30% 増しならば、DR イベント当日のベースライン調整法として、本来予測していたベースラインの 130% とするのが、増分割増。その代わりに、前日の実需 ( kW ) とベースラインの差を計算し、「下駄をはかせる」のが絶対値によるベースライン調整である。  
※EnerNOC の経験では、調整時間枠内の負荷が非常に低い場合、増分割増法は非常に不安定で誇張された結果を生む。従って、絶対値指定の使用を勧めている。

#### ③ 上限値設定の有無

DR プログラムの中には、過大な調整になってしまわないよう、上限値を設けているものがある。例えば、100kW のベースラインを持つ顧客の負荷が、DR イベント通知直前 130kW だったとする。調整量に上限値を設けない場合、絶対値指定の調整値計算では、30kW を調整と考える。しかし、ある DR プログラムで負荷調整の上限を 20% と決めていたとすると、調整値は  $30\text{kW} \times 20\% = 6\text{kW}$  に制限される。

#### ④ ベースラインの調整方向

ベースラインの調整方向として、増加も減少も考える方式と、増加しか考えない方式がある。

DR イベントを発動するかどうかは、当日の状況によるが、その状況としてはベースラインを増加させる方向に変化している場合もあれば、減少させる方向の場合もある。したがって、調整値として増加・減少両方を考慮する方式の方が、ベースライン計算が正確になると考えられる。

しかしながら、増減両方向の調整方式は、場合によっては、意図せず有害な結果を招く場合がある。

例えば、DR イベント当日、DR イベント開始直前に定常業務が終了してしまった顧客は、生産ラインを止めて負荷削減するかもしれない。生産ラインを止めた後のメーター計測値をもとにベースラインの調整値を計算してしまうと、その顧

客のベースラインが下方修正され、本来、DR イベント期間に当該顧客が使ったであろう負荷を示すべきベースラインとの乖離が生じる。

このようなケースが起こりうるので、DR プログラムを設計するにあたって、調整値計算に利用する時間枠の決定には熟慮が必要である。

### 2.1.2 回帰分析法 ( Regression )

ベースラインタイプ I の 2 番目のバリエーションは回帰分析法で定めるものである。このベースラインは、それまでの負荷パターン、天候、曜日 ( 土日・祝日が、普通の日か ) 等に基づいて当該顧客の負荷を予測するために回帰分析を使用して構築するものである。

負荷に影響する多くの変数を考慮に入れる回帰分析法は、ベースラインの構築方法の中で、最も正確なものかもしれない。過去 10 年にわたって、多数のグループが、回帰分析法で作成したベースラインと、「High X of Y」手法で作成したものとと比較研究を行っている。結果はいろいろあり、正確性において優劣付けがたいというのが現在、大方の見方となっている。ただし、リアルタイムにベースラインを計算する必要性を考え併せた場合、負荷データだけでなく、天候や曜日データなど多種類のデータから複雑な計算を経て計算される回帰分析法は、手間がかかりすぎる。正確性を追求するあまり、ベースライン計算の簡潔さ、わかりやすさが犠牲になっている面があり、総合的にみた場合、ベースライン作成手法として「High X of Y」手法の方に分があるようである。

### 2.1.3 同等日採用法

もう 1 つのベースラインタイプ I のバリエーションは、同等日のメーター計測値からベースラインを決定する方法である。

この手法では、状況が DR イベント日と最も似ている一日を見つけ、その日の負荷データを、実施しようとしている DR イベント日のベースラインとして採用する。この手法でも、過去のメーター計測値が使用されるが、平均化手法と異なり、複数日の同一時間区分のデータを平均してベースラインとするのではなく、選定された日のメーター計測値がそのままベースラインとなる。

この手法でのベースラインには 2 つの問題がある :

- 1) 負荷削減目標を達成しているかどうかの判断に、そのようなベースラインを用いてよいのか ?
- 2) ベースラインとして採用する同等日の選択基準が定かではないので、同等日自身の正当性の評価が困難。

### 2.1.4 加重移動平均法

ベースラインタイプ I 最後のバリエーションである加重移動平均法でも、ベースライン計算に過去のメーター計測値を利用するが、DR イベント発動日に近いデータの重みを増すことによって、なるべく DR イベント当日に近いベースラインを得ようとするものになっている。

一般的には、多数のデータから平均値を計算する方が、少数のデータから平均をとるより、平均値としての信頼性が増すと考えられる。しかし、電力使用量が季節間で変動する顧客に対して、年間を通したメーター計測データから時間区分ごとの平均値を計算し、それをもってベースラインとするのは得策ではない。例えば、夏季は閉鎖されているスキー場で、冬の間だけ、平日休日を問わず毎日スキーリフトを 10 時間作動させスキー場軽視顧客のベースラインを考えれば、自明であろう。

## 2.2 最大ベース負荷 ( Maximum Base Load : MBL )

5 種類のベースライン類型の第 2 番目である最大ベース負荷は、顧客が DR 資源として負荷削減に協力できる能力に基づいたベースライン決定法である。米国東部の地域送電機関 ( RTO ) である PJM では、この最大ベース負荷を、Firm サービスレベルと呼んでいる。MBL 手法では、まず、1 つ以上の過去の最大負荷を洗い出す。複数の最大負荷を選んだ場合は、その平均をとって、そこから、顧客がコミットした負荷削減量を差し引いたものを最大ベース負荷とする。他のベースラインタイプ I 手法では、電力削減量が指定されるのに対して MBL 手法では、顧客は DR イベント期間中、最大ベース負荷レベル以下に電力使用を抑えなければならない。

最大ベース負荷の特徴は以下のとおりである：

- DR イベント期間中のベースラインは一定値となる。
- 個々の顧客サイトのメーター計測データと系統のデータを利用する。
- 1 年前のメーター計測データを使用する。

また、他の手法と違い、DR イベント期間前、顧客の負荷が最大ベース負荷以下になっている場合、顧客は何もする必要がない。

最大ベース負荷手法を採用している事例として、ニューヨーク系統運用者 ( NYISO ) の SCR ( Special Case Resources ) プログラムで採用されている ACL ( Average Coincident Load )、および PJM の ELPR ( Emergency Load Response Program ) で FSL ( Firm Service Level ) の 1 つとなっている PLC ( Peak Load Contribution ) がある。

両手法とも、前年ピーク負荷を記録した時間区分を洗い出し、その時間区分の負荷 ( 最大負荷 ) を、その顧客の今年度の DR イベント時間帯に関するベースライン、すなわち最大ベース負荷としている。

### ※システムピークとの関連

MBL ベースライン手法には、システムピークに連動させる方式と、連動させない方式がある。

システムピーク連動方式では、最大ベース負荷として、系統全体がピークを記録した時間帯の、個々の顧客のメーター計測値を用いるのに対して、システムピークと連動させない方式では、純粋に個々の顧客の前年ピークデータを用いる。そのため、後者では、最大ベース負荷の時間帯は顧客によって異なり、他の同一 DR プログラムの顧客と一致しないことがありうる。

## 2.3 DR イベント通知直前値をベースラインとする方法

5 種類のベースライン類型の 3 番目は、DR イベント発動直前のメーター計測値をもとにベースラインを決定する方法で、主にアンシラリーサービス型 DR プログラムのベースライン策定に適用されるものである。アンシラリーサービス用 DR プログラムでは、そもそも事前通知などできず、系統の時々刻々の状況に応じて必要な DR 資源を調達しなければならない。そのため、ベースライン計算の考え方も、ユニークなものとなっている。

本手法のベースライン計算の特徴は以下のとおりである：

- ベースラインは一定値である

- 個々の顧客のメーター計測値を利用する
- 過去のメーター計測値といっても、DR イベント直近のデータのみを利用する

## 2.4 ベースラインタイプII

ベースラインタイプIIも、5種類のベースラインタイプの1つであるが、他のベースライン算定法と違い、対象顧客の過去のメーターデータを用いず、統計的なサンプリングデータをもとにベースラインを作成するものである。

過去のメーター計測値がないので、代わりにデータが利用可能な、似たような顧客のメーター計測データをもとにしてベースラインを作成する。

一般家庭と異なり、商工業顧客ではすでにインターバルメーターが設置されていることが多いので、ベースライタイプII手法によるベースライン作成はあまり行われな

## ベースライン算出例

図.4 は、架空の会社 TechBiz 社の電力使用データである。これを用いて、「High X of Y」手法でどのようにベースラインを決定するか紹介しよう。

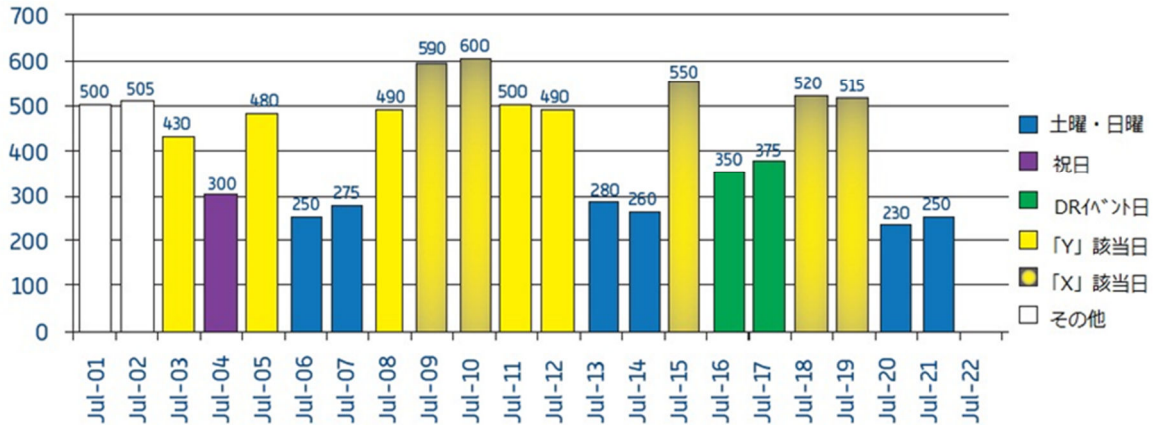


図.4 「High x of Y」手法によるベースライン計算例

### 【TechBiz 社 7 月 22 日のベースライン計算例】

TechBiz 社は、オフィスビルと小規模の製造工程を持つ商用顧客である。電力使用パターンは、他の多くの商用顧客同様で、従業員が働きだす朝に電力利用が増え、従業員が帰宅する夕方になると電力利用が減少する。また、週末働く人はあまりいないので電力利用も非常に低くなっている。

同社は「High 5 of 10」手法でベースラインを計算する DR プログラムに参加しており、7 月 22 日(水)に DR イベントが実施されることが事前通知された。では、同社の 7 月 22 日のベースラインはどのようになるだろうか？

図.4 は、TechBiz 社の過去の電力使用量に関するメーター計測値で、棒グラフのバーは、正午から午後 8 時までの平均負荷 (kW) である。

「High 5 of 10」だと、7 月 21 日以前の 10 日分のメーター計測値からベースラインを計算することになるが、除外ルールがあり、10 日間と言っても、7 月 12 日から 7 月 21 日の直近 10 日間のメーターデータからベースラインを作る訳ではない。

土日 ( グラフ上青色のバー )、祝日 ( 紫色のバー ) と、以前の DR イベント発動日 ( 緑色のバー ) のデータを除く、最も 7 月 22 日に近い日 ( グラフ上黄色のバー 10 本 ) が、ベースライン計算の対処となる。

それら 10 日分のデータのうち、負荷の高い日を 5 日選ぶと、7 月 9 日、10 日、15 日、18 日および 19 日 ( 影付きの黄色のバー ) となる。平均化手法でベースラインを計算する場合は、この 5 日間の平均を、7 月 22 日のベースラインとする。

ただし、この説明では、正午から午後 8 時までの 8 時間の平均負荷を用いて、DR イベント期間中一定となるベースライン計算しか行っていない。

本来、メーターデータ計測間隔が 1 時間なら、DR イベント期間が 13-16 時の 4 時間の場合、13-14 時、14-15 時、15-16 時の 3 区分に分けてベースラインを計算する必要がある。30 分単位に計測する場合は、13:00-13:30、13:30-14:00、14:00-14:30、14:30-15:00、15:00-15:30、15:30-16:00 の 6 区分に分けてベースラインを計算しなければならない。

それも、TechBiz 社だけでなく、同じ DR プログラムに参加しているすべての顧客に対して、DR イベント実施前にベースライン計算が完了している必要があるため、ベースラインの事前計算に当たっては、相当なコンピューティングパワーが必要となる。

また、計算手法として、平均化手法なら、それぞれの平均をとるだけだが、回帰分析手法となると、更に大きなコンピューティングパワーが必要である。

以上、もう一つの DR 標準である「DR M&V」のコアとなる部分を紹介した。

終わり