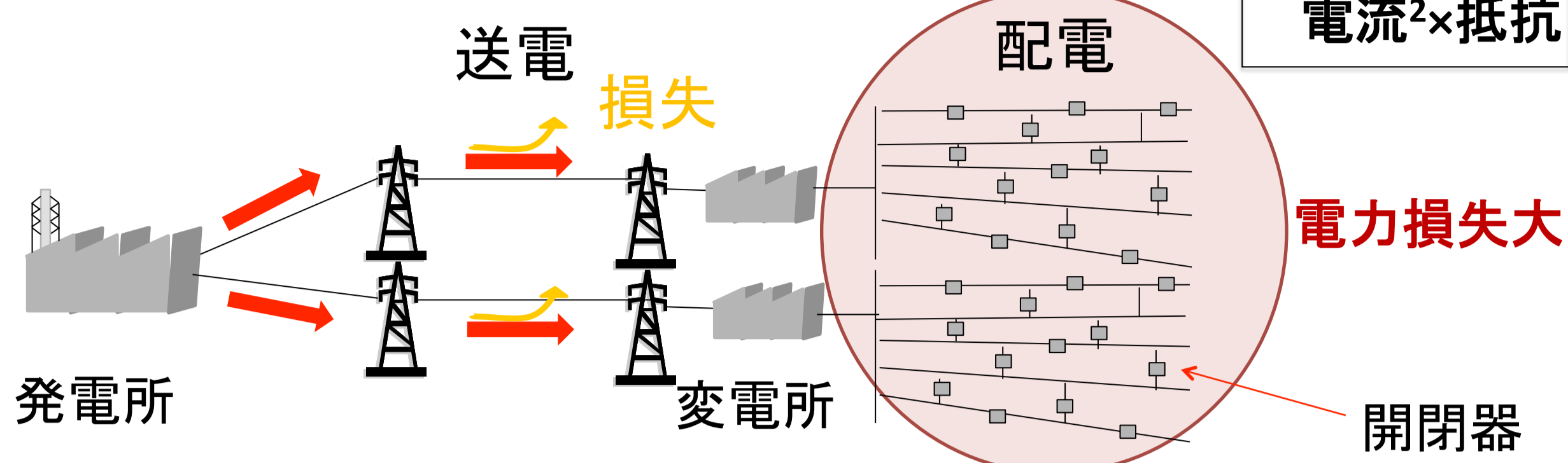


# ZDDを用いた開閉器制御による年間の配電損失最小化構成の決定

竹延祐二(早稲田大学先進理工学部 林研究室学部4年)\*, 安田宜仁(JST ERATO湊プロジェクト)

## 背景

1. 配電ネットワークの電力損失は大きい。

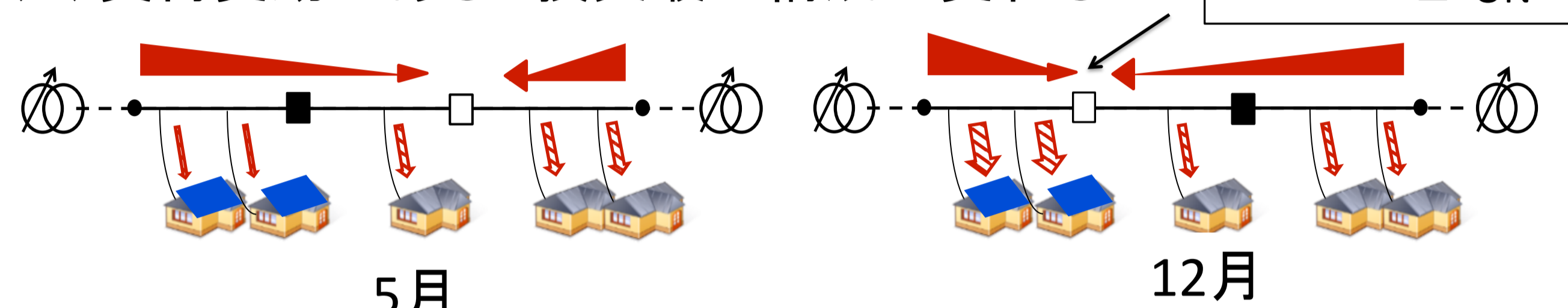


2. 従来配電ネットワークの開閉器構成を変更することによって損失を低減する研究が行われている。[井上ら 2012]

## 課題

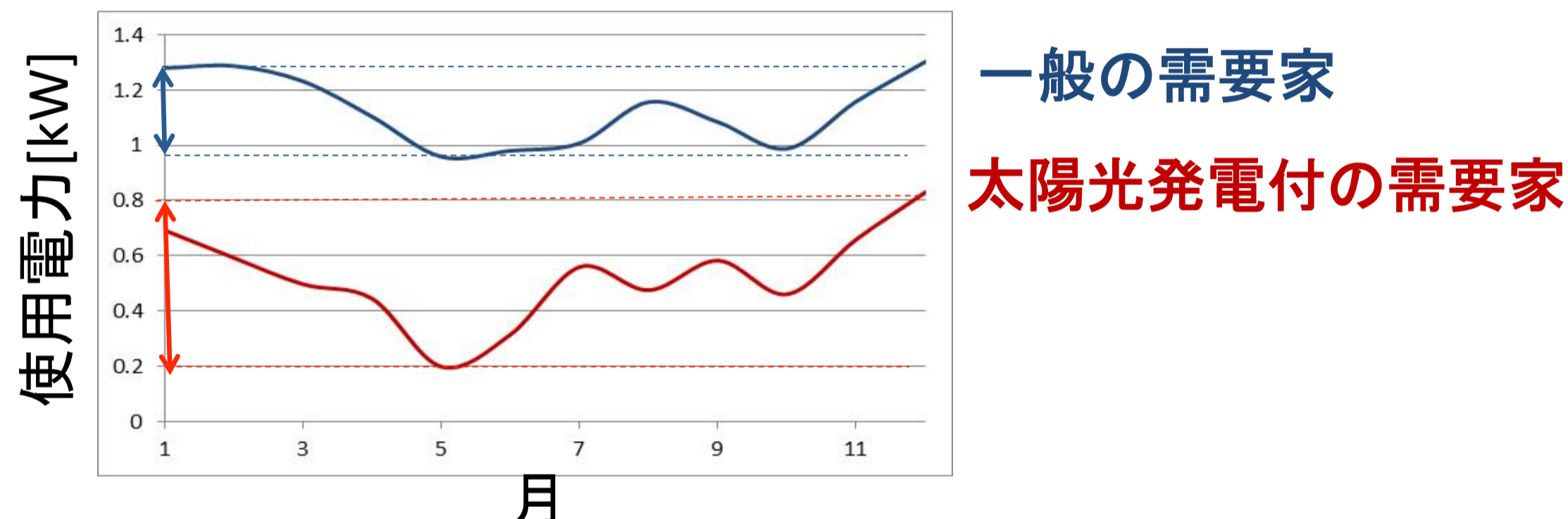
従来手法はある時刻の使用電力に応じた開閉器構成の決定であった。しかし、(1)使用電力は時々変化する(負荷変動がある)(2)開閉寿命の観点から頻繁な開閉器の切替えはできない。

(1) 負荷変動があると損失最小構成が変わる



太陽光発電の導入が進むと負荷変動が大きくなり、損失最小構成もよりこれまで以上に変わる

一軒あたりの年間の使用電力



開閉器の構成 → 期間運用する  
従来法では、期間の損失最小構成を提示することはできない

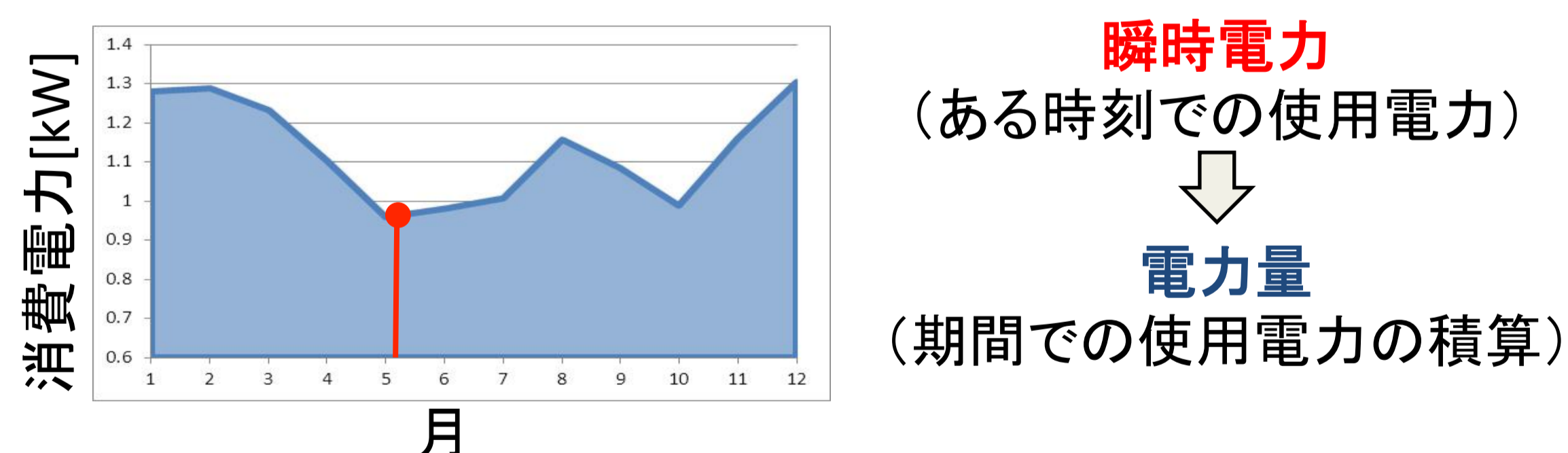
(2) 開閉器の寿命について

開閉器切替え時の摩擦によって開閉器寿命が短くなることから頻繁に開閉器を切替えることはできない(開閉器の寿命は2百回のオーダー)

## 目的

使用電力の時間変動を考慮した損失の算出と、開閉器切替え回数制約下での損失最小構成の決定。

➤ 使用電力の変動を考慮した損失の計算

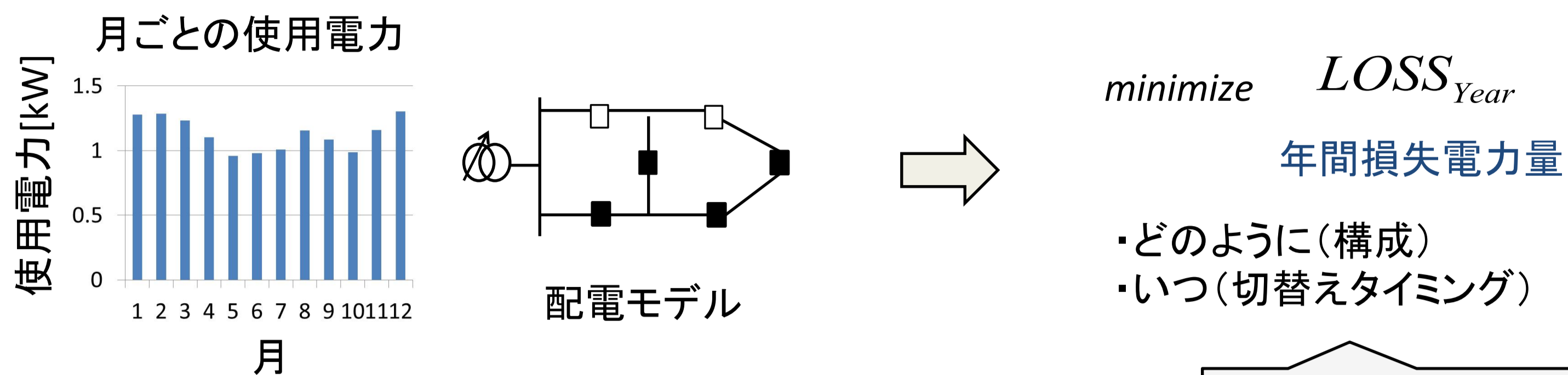


➤ 開閉器切替え回数制約下での損失最小構成の決定

- いつ → 何月に開閉器を変更するのか
- どのように → 構成(開閉器のon、offパターン)の決定

## 年間の損失最小化構成の決定手法

➤ 開閉器切替え回数の上限kに対する年間の損失最小化構成の決定



➤ 手順の流れ

for each  $s_i \in S$  do (S: 切替えタイミングの集合)

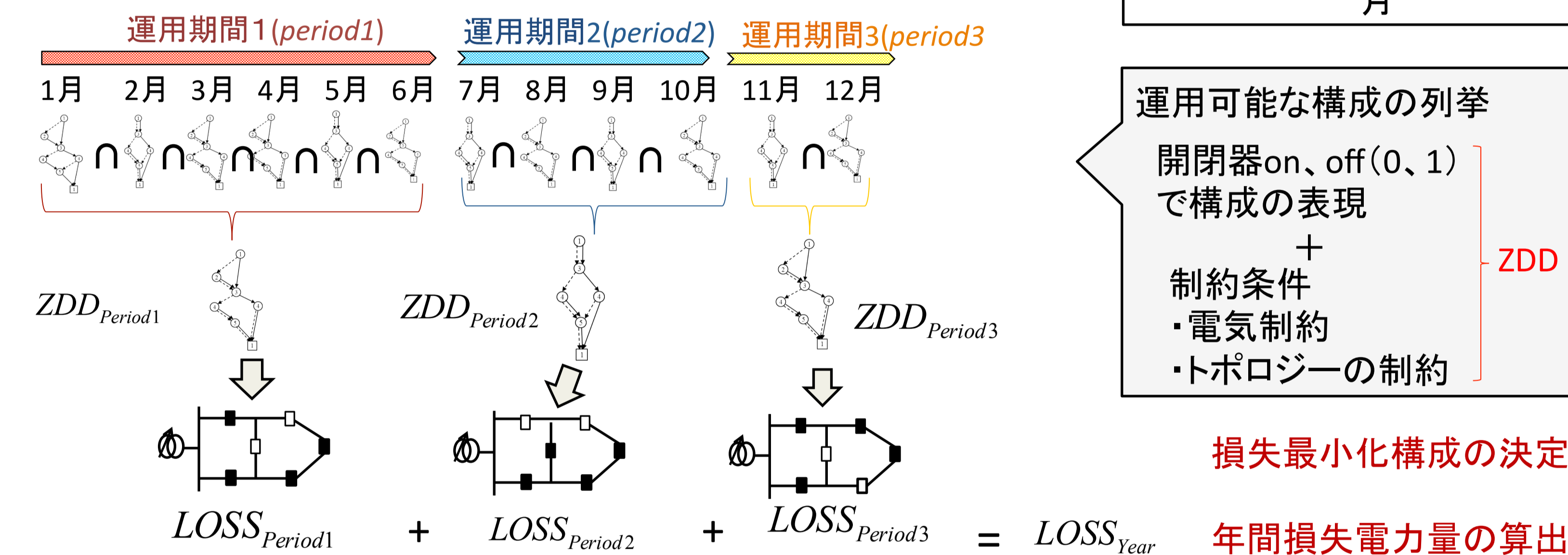
- 期間ごとの運用可能な構成をZDDで列挙[井上ら 2012] (トポロジー制約、電気的制約)
- それぞれの期間のZDDでダイクストラ法の適用 (損失電力量による損失最小構成の決定)

end for

(2) 年間損失電力量が最小となるタイミング(いつ)切替えるかの決定

➤ 手順の詳細(開閉器切替え回数の上限が2回するとき)

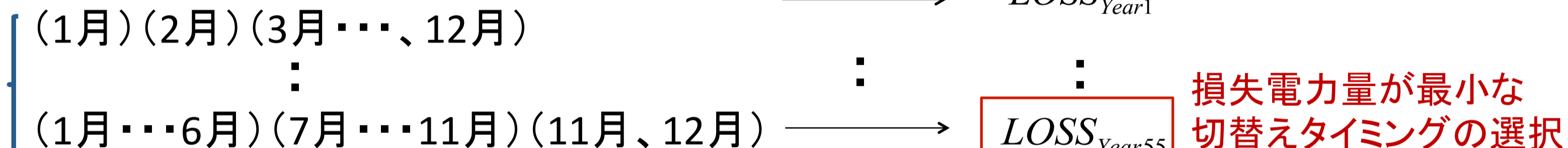
- 切替えタイミングが与えられたときの損失最小構成の決定 (どのように切替えるか)



(2) 年間損失電力量が最小となるタイミングの決定 (いつ開閉器を切替えるか)

切替回数kのとき切替えタイミング  $month-1 C_k$  通り

上限回数が2回の時、切替タイミングは55通り



➤ 課題(切替え回数の上限k)

ZDDの交差回数は

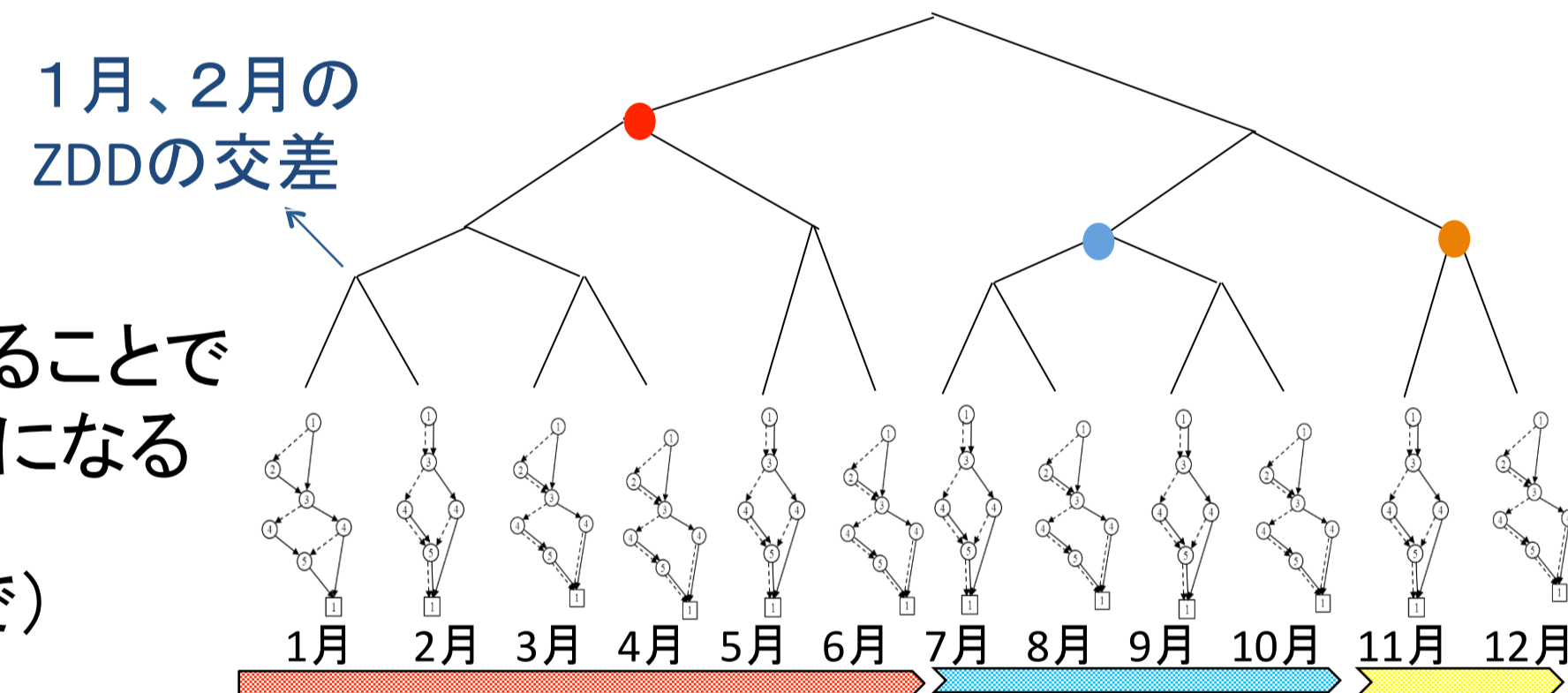
$$n C_k \times n$$

➤ 工夫

交差演算したZDDを再利用することで効率的に計算することが可能になる

$$n + n C_k \times [k \log n] \text{ (最大)}$$

効率的な交差演算による計算時間の削減



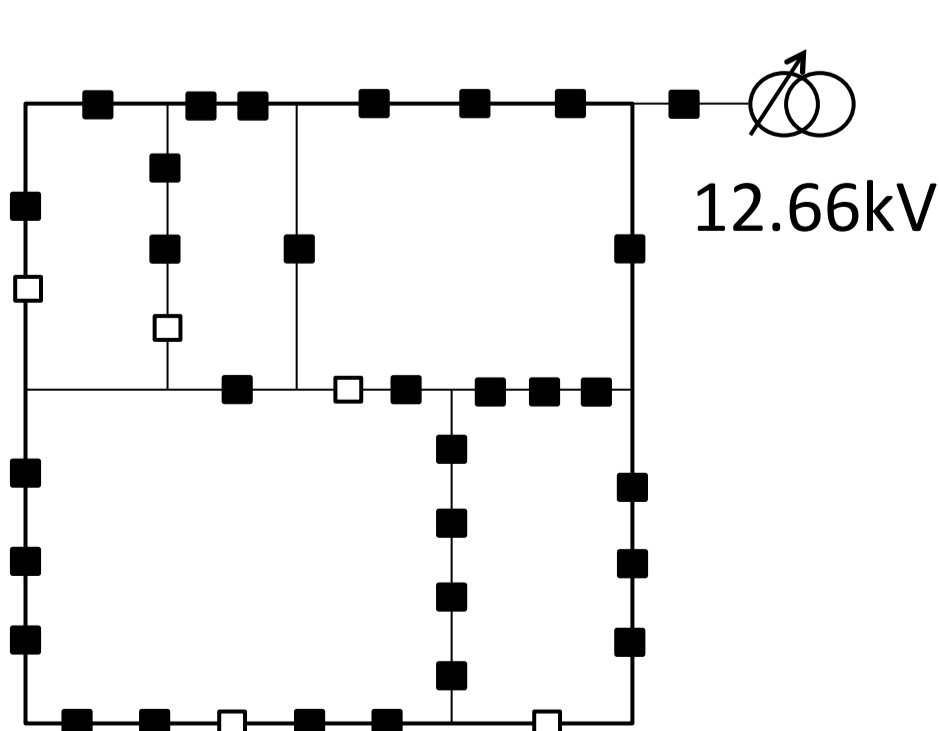
## 本研究の意義

- 省エネルギー社会への貢献と二酸化炭素排出削減が期待できる
- 今後の太陽光発電の大量導入を見据えて、電力損失削減の観点から運用構成や運用計画の提示ができる
- 電力会社のヒアリングに基づき得られた課題(開閉器の寿命)から、従来の損失最小化の研究を現実の運用に近づけた
- 多数のZDDの交差演算を避け効率的な演算を可能にした

## 数値計算結果

➤ シミュレーションモデル

開閉器数32個

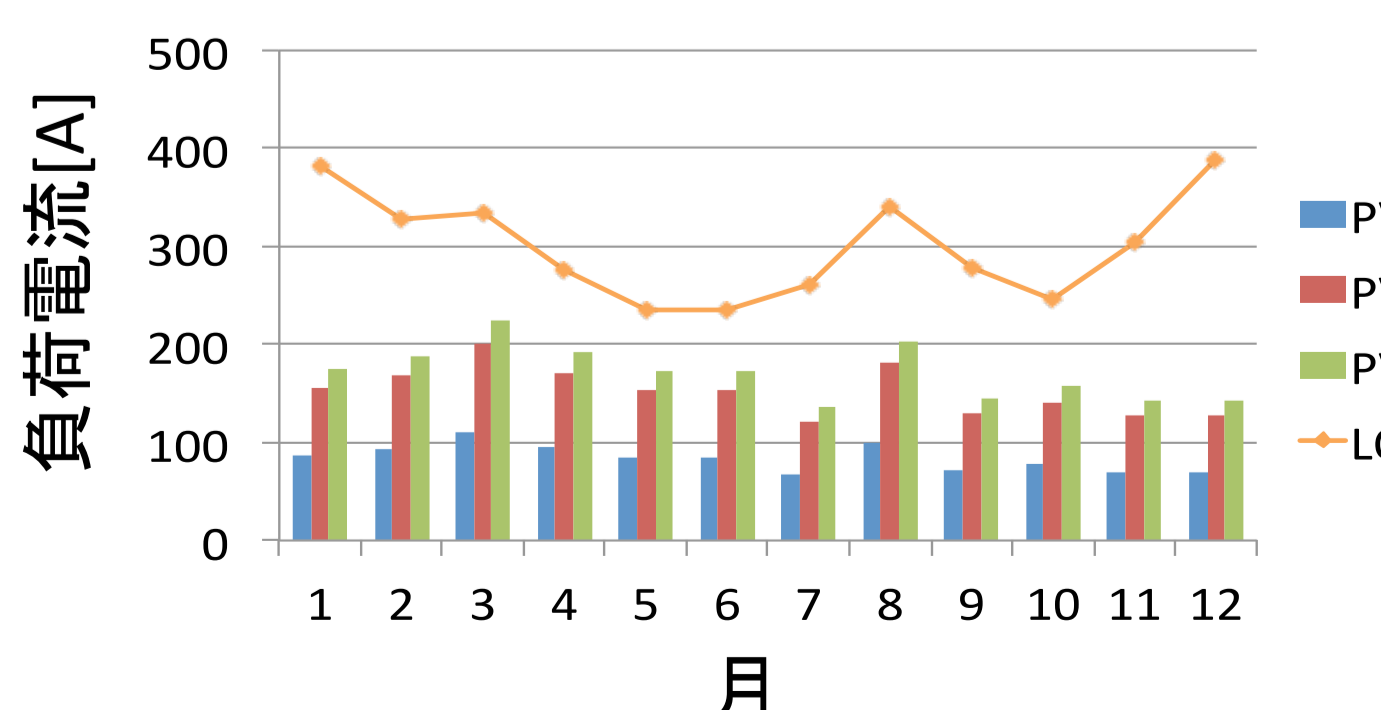


➤ シミュレーション条件

太陽光発電(PV)導入区間を全体の40、50、60[%]導入

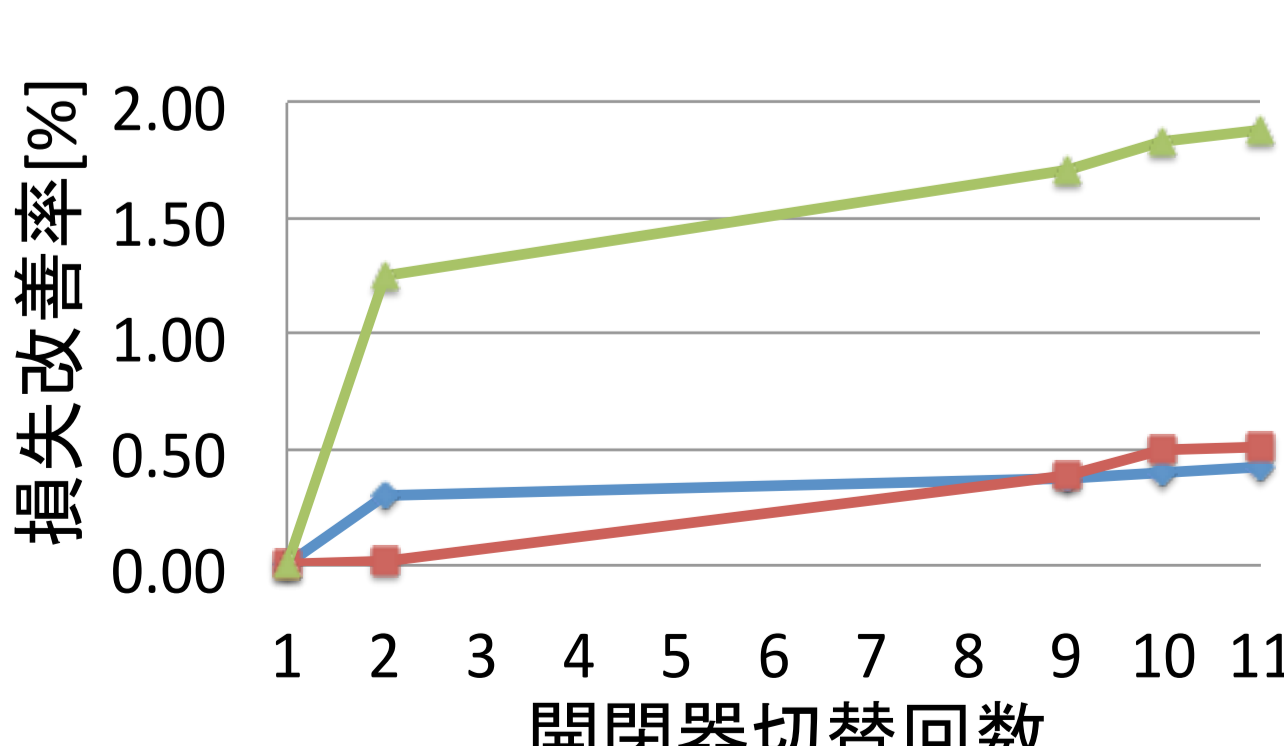
➤ 使用負荷波形

各月の需要家と太陽光発電(PV)の総負荷波形

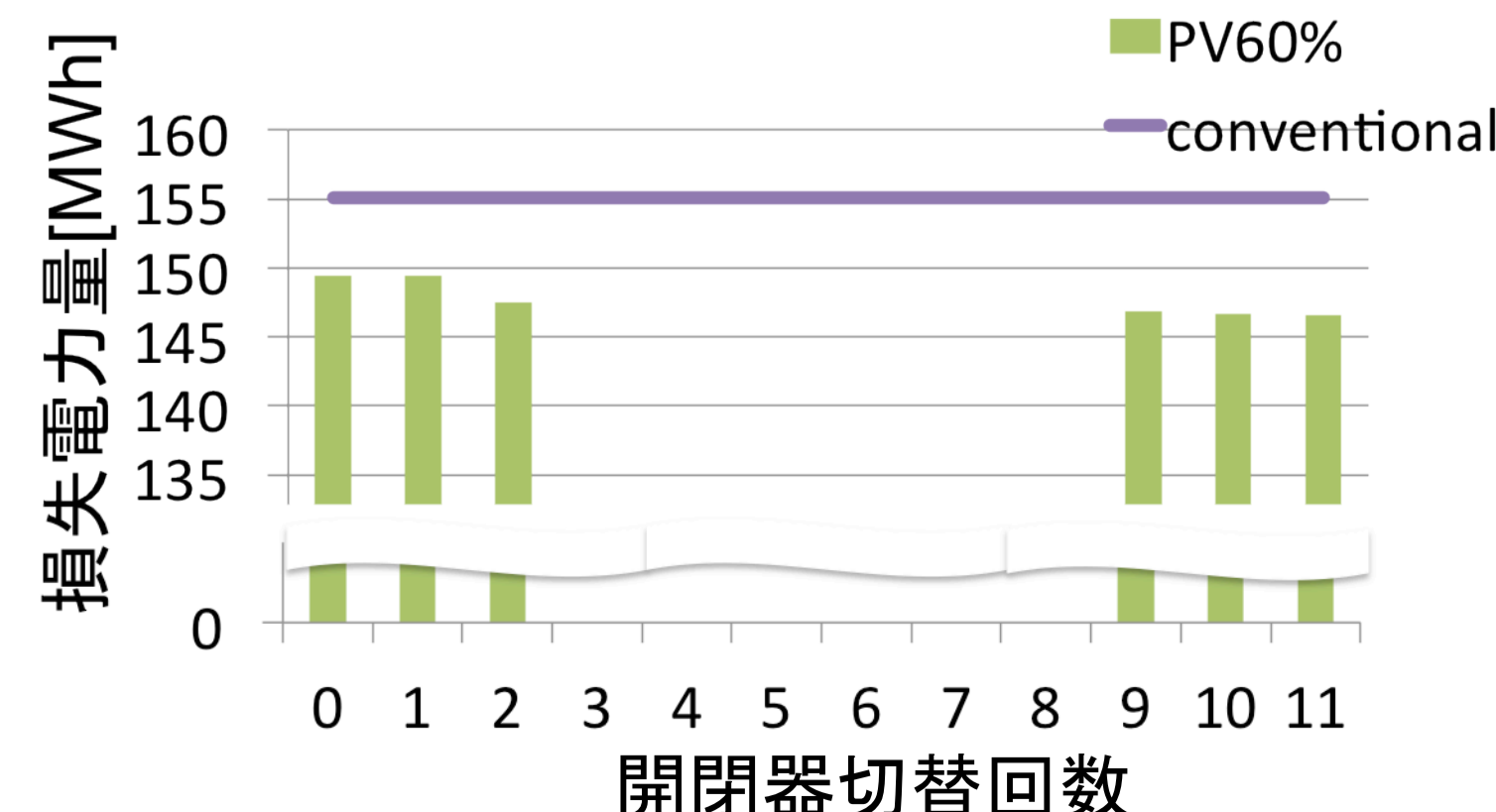


➤ 数値計算結果

開閉器切替え回数と損失改善率



従来法と提案手法の比較



考察

- 太陽光発電の導入が増加すると開閉器切替えによる損失改善率は大きくなる
- 開閉器の切替え回数を増やすと損失は小さくなる
- 期間の損失最小構成を決定できたことによって、従来法よりも損失が小さくなる構成の決定が可能