LIFE SOLUTIONS COMPANY

第 6 回 気候変動･省エネルギー行動会議
BECC JAPAN 2019
Behavior, Energy & Climate Change Conference

ライトニングセッションB2

省エネ部材の最適仕様抽出と情報提供方法の検討

Study on optimization of building insulation specifications and provision of the information

2019年08月23日

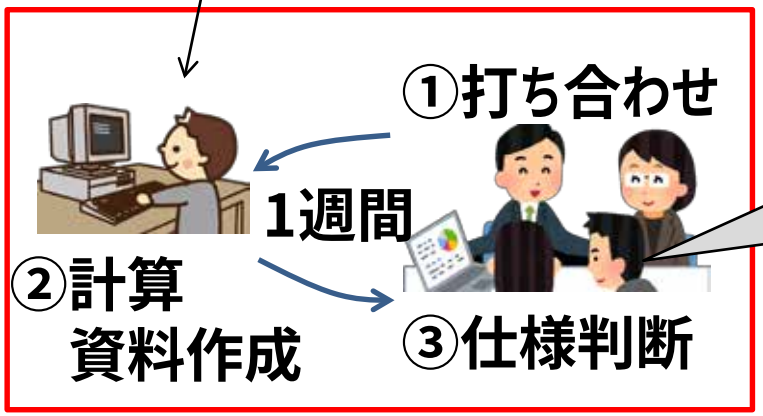
パナソニック株式会社　ライフソリューションズ社
技術本部　イノベーションセンター
岡市　敦雄

連名者：小林晋，富永隆一郎，福岡将

省エネ部材の仕様選択時に提供される情報量

一般的に，建築物の躯体性能を評価する温熱環境のシミュレーションは，部材仕様の膨大な組合せから任意の条件を複数選択して実施．

シミュレーション条件の入力や結果評価に必要な時間制約による限界

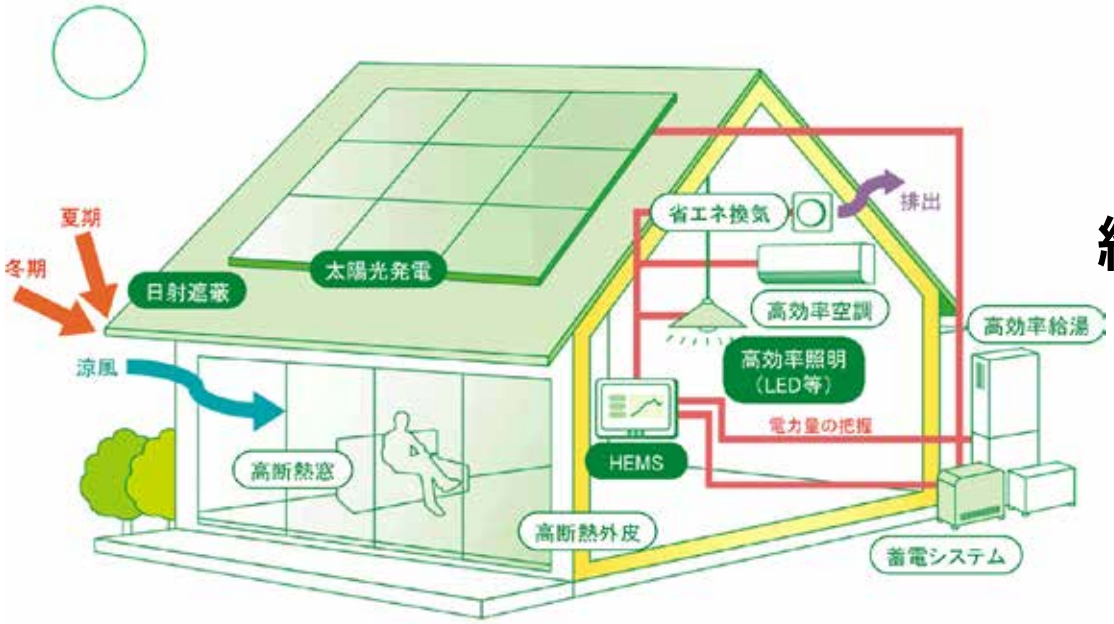


- **他**の仕様だとどのようになるの？
- **長い目で見たらおすすめは**変わるの？

■提示された複数条件の結果を考慮して打合せの中で意思決定

本取り組みの目的

生活を支える建物の温熱快適性やエネルギー消費に関わる部材の組合せ仕様を検討する場面で、省エネと費用の両面で最適な組合せ情報を提示すること.



出典：経済産業省　**資源エネルギー庁　省エネポータルサイト**
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/housing/index03.html

断熱材　**窓**　**庇**

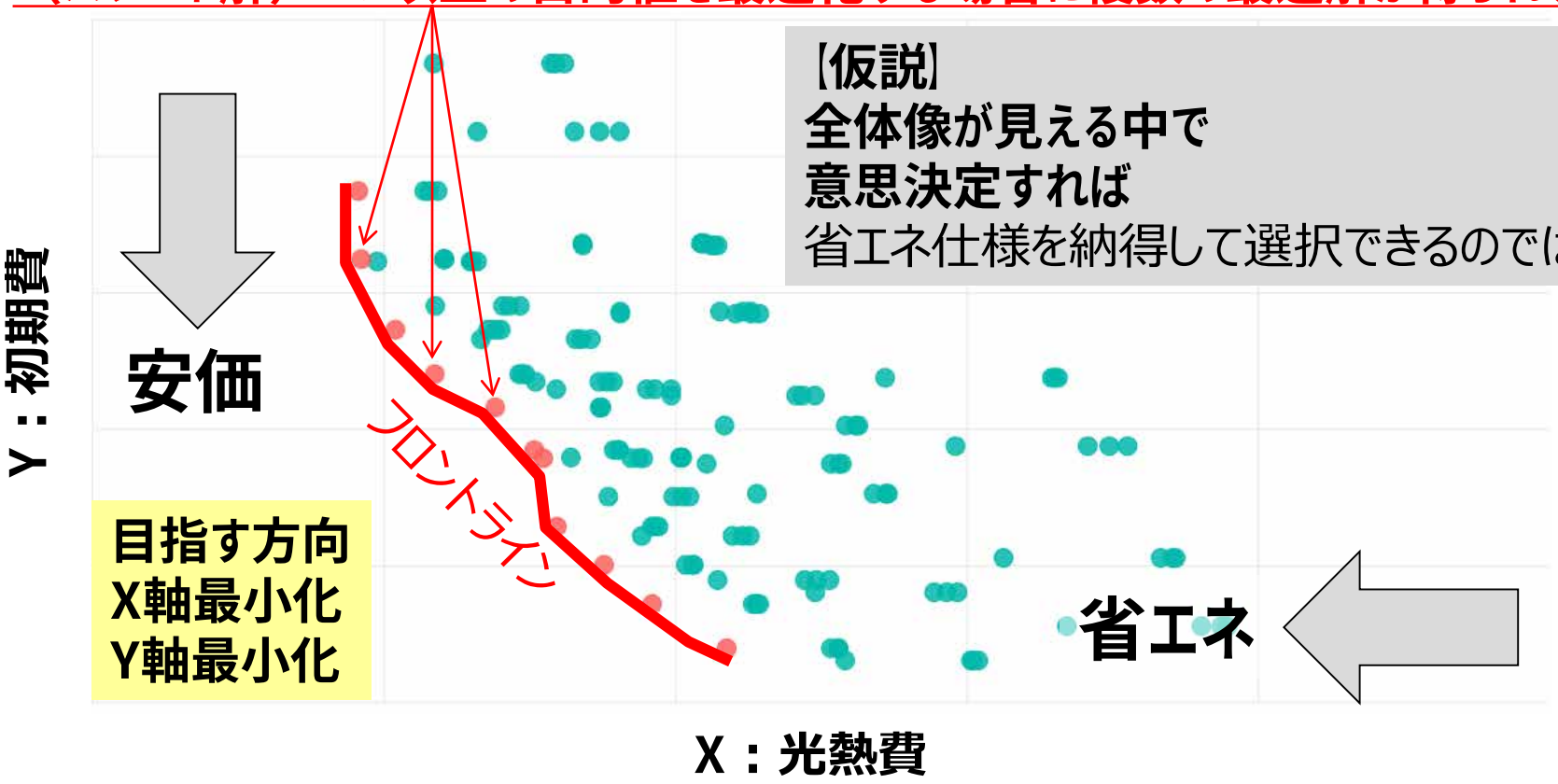
納得して自分に合った仕様を選択

Panasonic

省エネと費用の両面で最適な組合せ情報のイメージ

省エネと費用の両面で最適な組合せを求める場合，省エネ性を高めると一般に初期費が上がるため最適組合せは一つに定まらずパレート解が得られる．

（パレート解）2つ以上の目的値を最適化する場合に複数の最適解が得られる



【仮説】
全体像が見える中で
意思決定すれば
省エネ仕様を納得して選択できるのでは？

情報提示に必要な仕組みと課題

部材仕様の全組合せから絞り込んだ最適な提案仕様の位置付けを提示して，躯体性能の高い仕様を納得して選択していただくことを狙う．

事前計算結果のDB

課題
- 評価条件の入力作業
- 組合せ数の増加による計算時間
- 計算結果の分析評価作業

取り組み
- 評価条件入力の自動化
- 最適化計算の高速化
- DBから分析結果を高速で提示

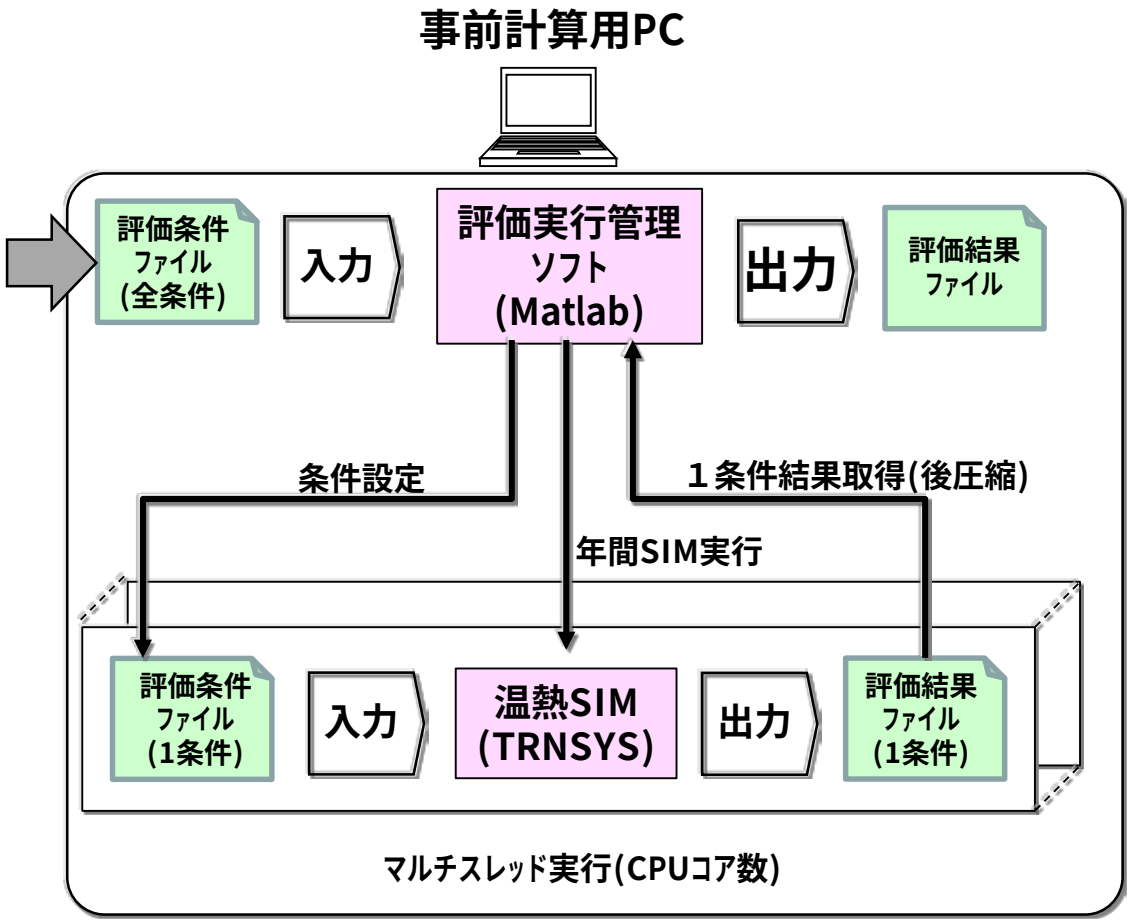
評価条件入力の自動化

地域や建物タイプ，部材仕様等の計算条件をTRNSYS（非定常エネルギーシミュレーション）に自動入力し，計算結果を取得する仕組みを構築．

入力条件の組合せ：3888通り

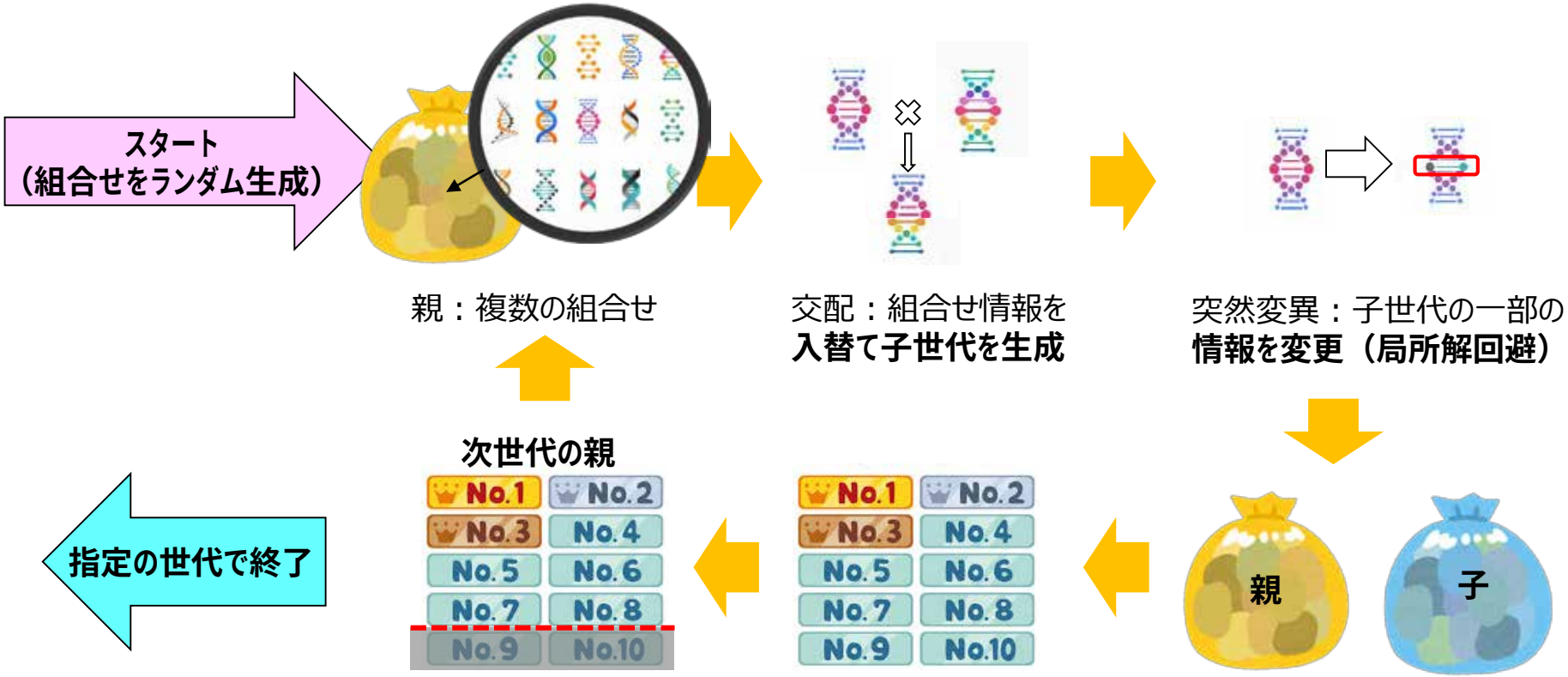
項目		条件
環境条件	建物配置	9
	開口方向	4
建築物仕様	外皮断熱性	6
	窓･サッシ部材	3
	窓･サッシサイズ	3
	庇	2

所要時間：6時間



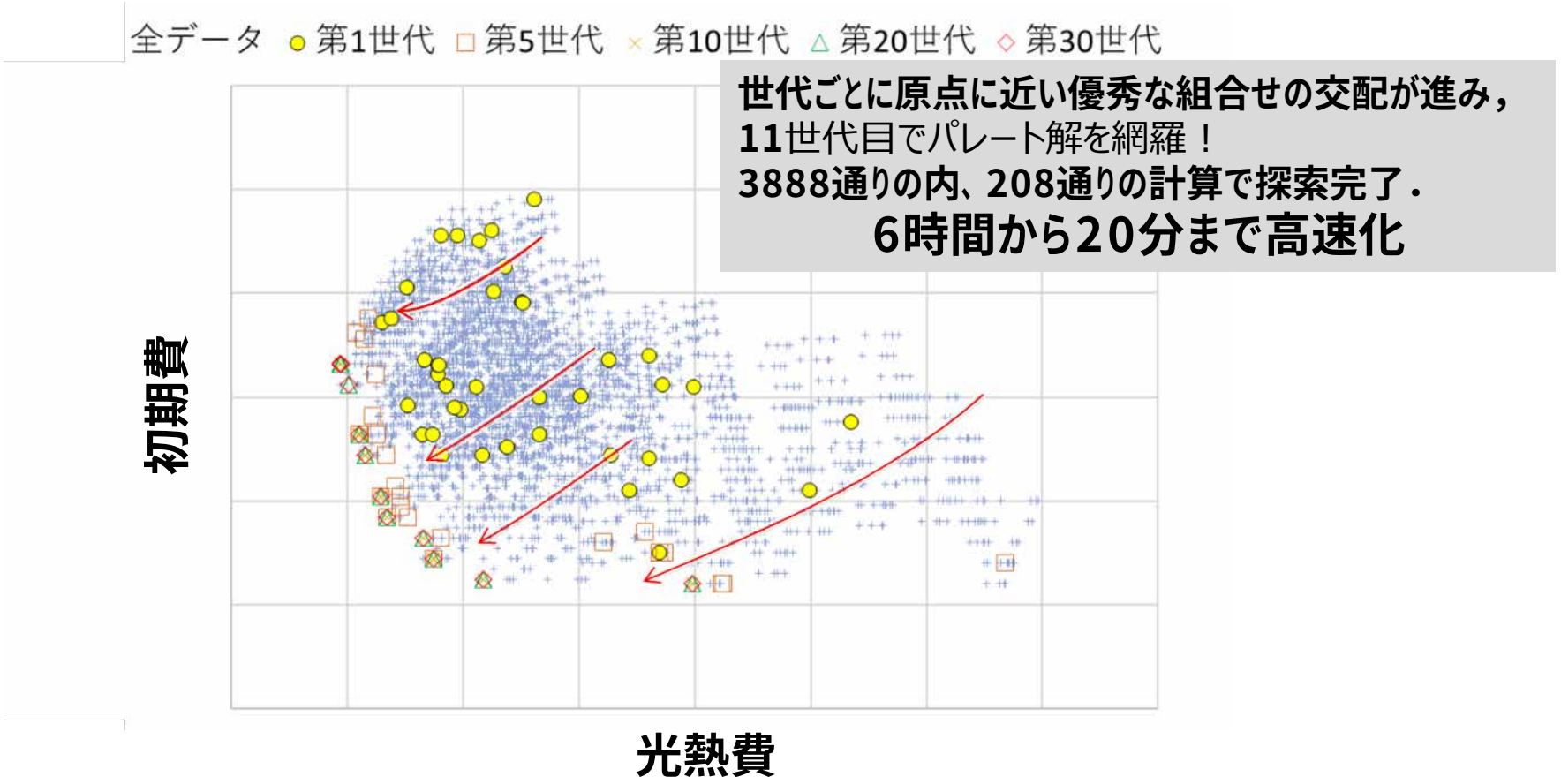
最適化計算プロセスの高速化：遺伝的アルゴリズム

優秀な組合せの掛け合わせ行い，不要な組合せを極力排除する手法．
評価軸に沿ってランキングを行い評価すべき組合せを生成する．



最適化計算プロセスの高速化：結果

光熱費と初期費の2条件でのパレート解（最適仕様）抽出に遺伝的アルゴリズムを用いて高速化性能を評価．　➡　20倍近くの高速化の可能性を確認．



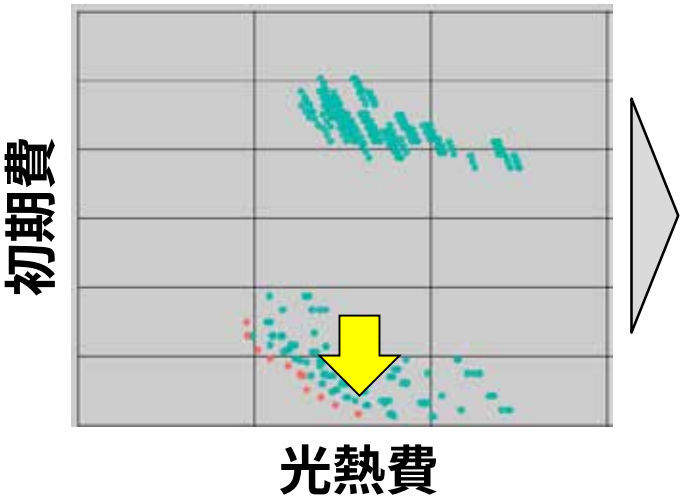
世代ごとに原点に近い優秀な組合せの交配が進み，
11世代目でパレート解を網羅！
3888通りの内、208通りの計算で探索完了．
6時間から20分まで高速化

Pythonライブラリ「DEAP」のNSGAIIを利用

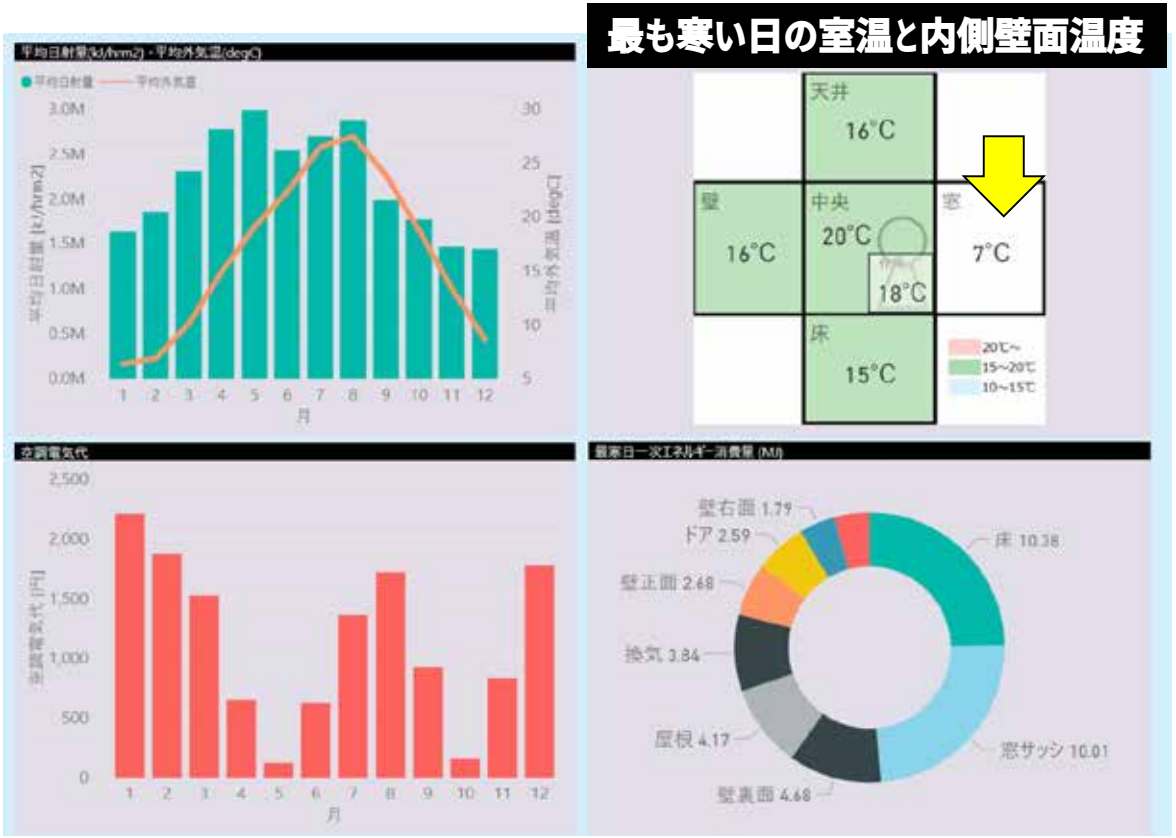
DBから分析結果を高速で提示

BIツールを用いて評価結果群から任意の条件の詳細結果を高速描画する仕組みを構築，1分以内で詳細情報から課題の有無も判断可能．

① 組合せ毎の位置づけ表示



② 選択した組合せの詳細結果表示

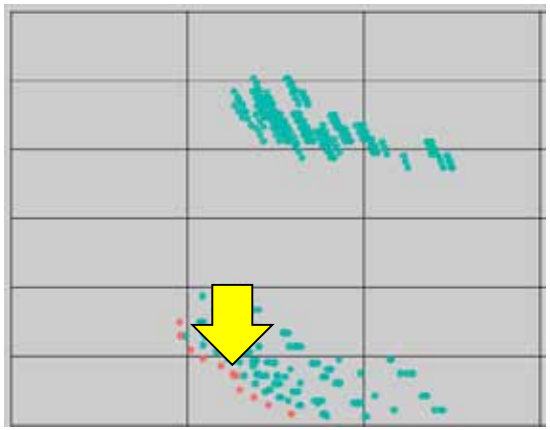


冬の寒い日の窓の温度が低く，快適性と結露が気になる！

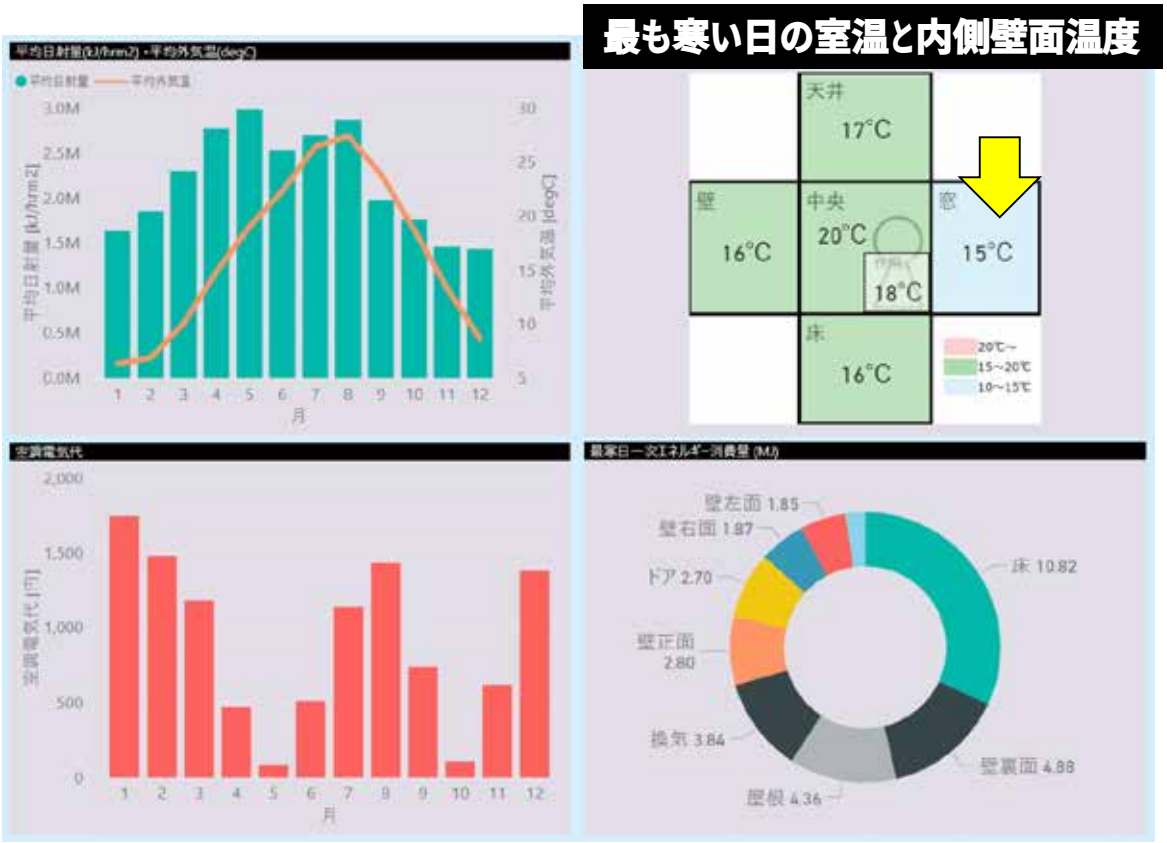
DBから分析結果を高速で提示

パレートフロントを中心に検討することで，気になる窓の内側の温度低下が解決可能で，かつ初期費が抑えられる組合せが容易に見つかる．

① 組合せ毎の位置づけ表示



② 選択した組合せの詳細結果表示

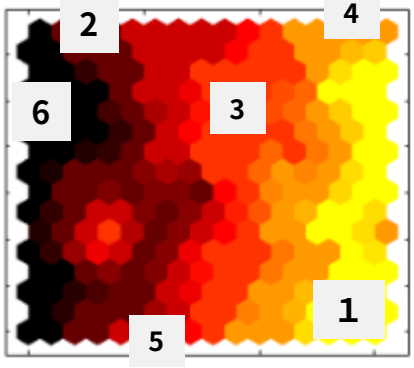


自己組織化マップ（SOM）による計算結果の見える化と分類

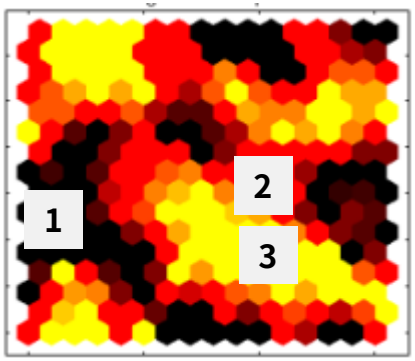
表に示す4次元の評価条件の組合せを2次元情報に写像して低次元化．
類似の組合せが近接するように配置されることを確認．

項目		条件
建築物仕様	外皮断熱性	6
	窓･サッシ部材	3
	窓･サッシサイズ	3
	庇	2

外皮断熱性

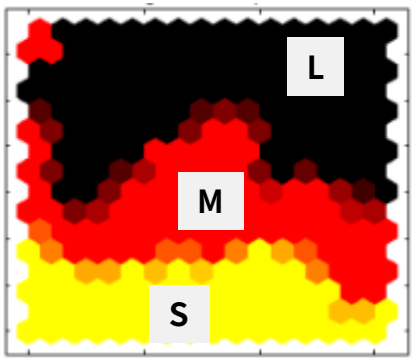


窓サッシ断熱性

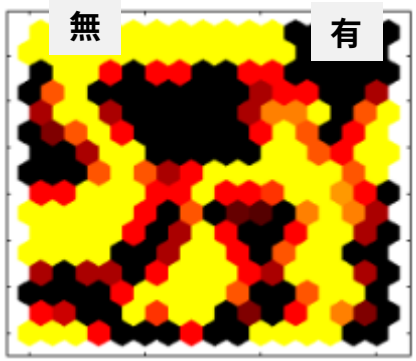


注：性能の高い条件ほど数字が大きい

窓サッシサイズ



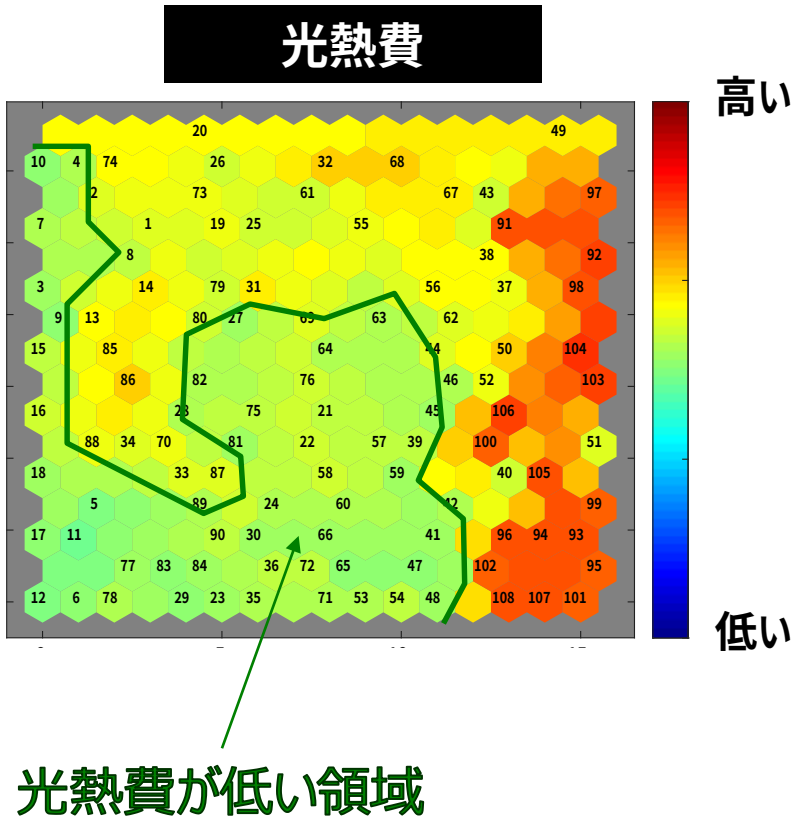
庇

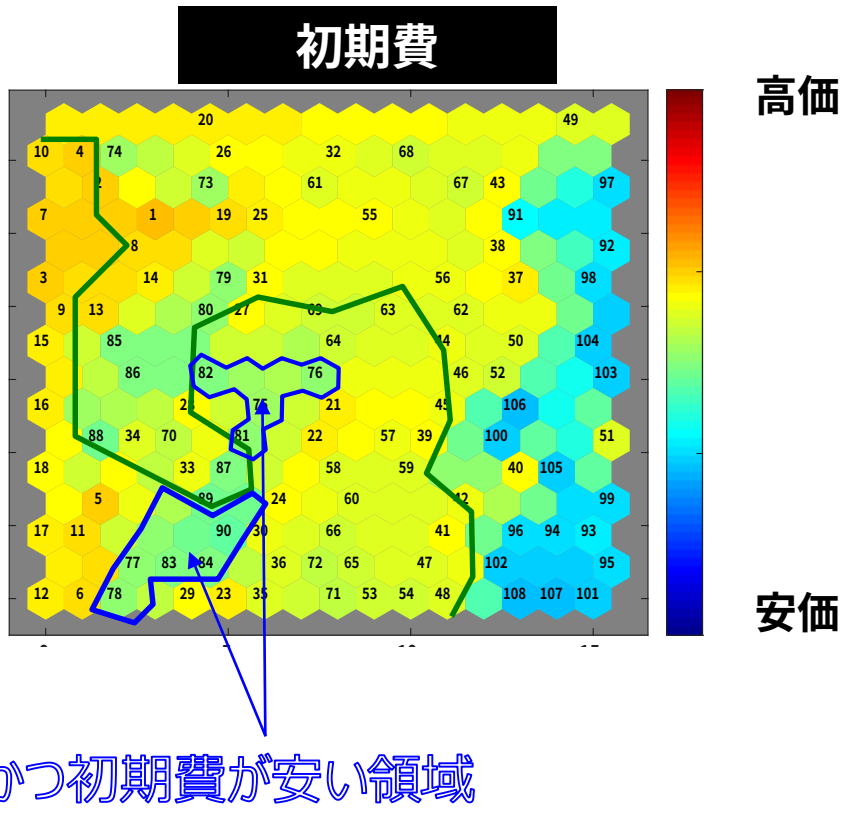


SOM:Self-Organizing Map

自己組織化マップを使った計算結果の評価

省エネと費用の2軸での最適仕様の抽出を行うために自己組織化マップ(SOM)を用いた計算結果の見える化と分類を検討し，両立する領域をとらえることができた．一方，目視ではパレート解をすべて抽出することは難しく今後工夫が必要．





結果と今後の取り組み

■結果■

- 自動化とBIツールの活用によって，シミュレーション条件の入力や結果評価に必要な時間制約を解決

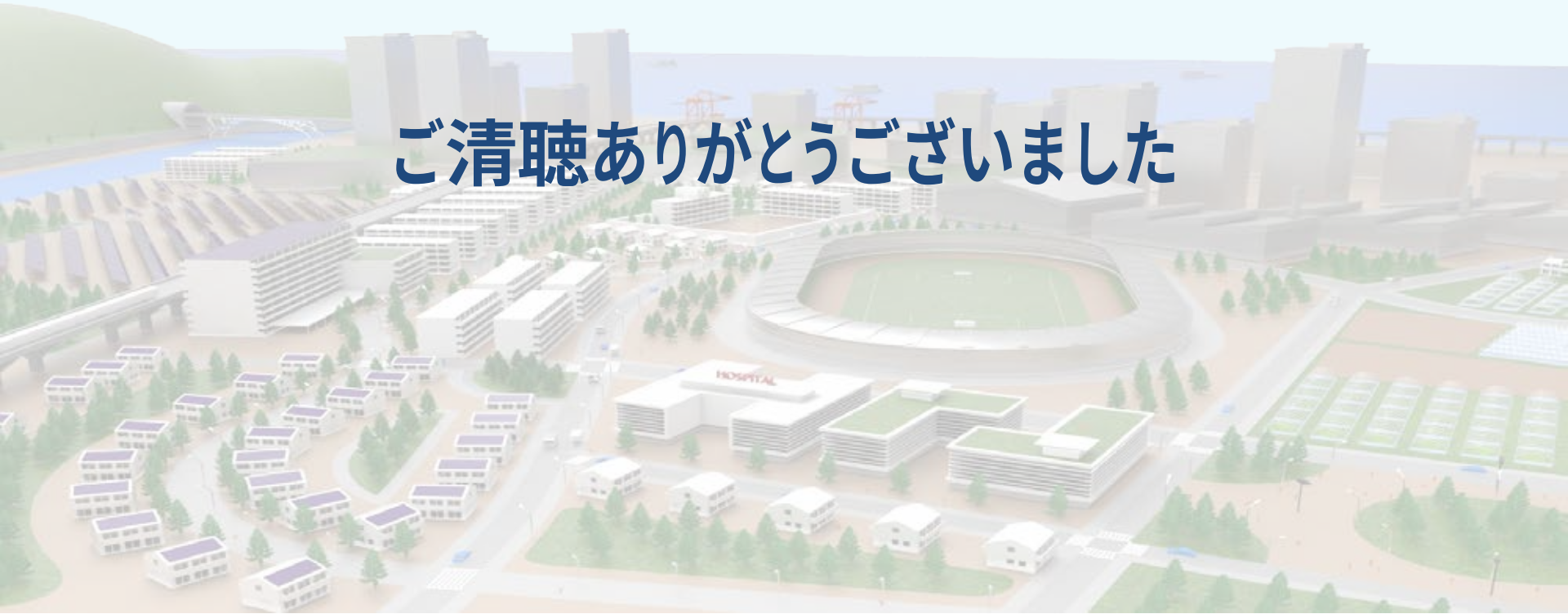
- 遺伝的アルゴリズムを適用することで最適化計算プロセスを20倍近く高速化できる可能性を確認（3888条件　6時間➡20分）

- 選択可能な全組合せの中で省エネと費用の最適解群（パレート解）を中心に検討可能な情報提供機能の一例を試作
  ➡　1分以内での表示による比較検討が可能

- 自己組織化マップによる見える化単独では最適解抽出は困難

■今後の取り組み■

- 購買意思決定へ及ぼす影響を評価することを目指す



ご清聴ありがとうございました