

# サロゲートモデルを活用したエネルギー貯蔵・供給システムの多目的最適設計

張 博雲

大阪公立大学, 工学研究科, 機械系専攻, 〒599-8531, 大阪府堺市中区学園町1-1

Ph. D student, E-mail: sx23466t@st.oumu.ac.jp

## 概要

再生可能エネルギーの自給率向上には、水素等の季節間貯蔵の併用が重要である。長期運用を考慮した貯蔵・供給システムの多目的設計は、大規模な最適化問題となる。  
**本研究では**、設計変数に応じた年間運用計画に対するサロゲート(機械学習)モデルを構築し、多目的進化アルゴリズムと組み合わせることでパレート設計解集合を効率的に探索できる解法を構築する。

### 背景

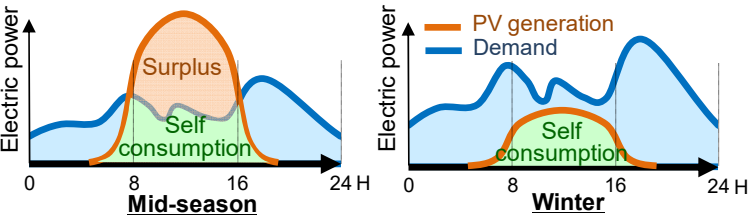


Fig.1 Seasonal variations in PV generation and energy demand

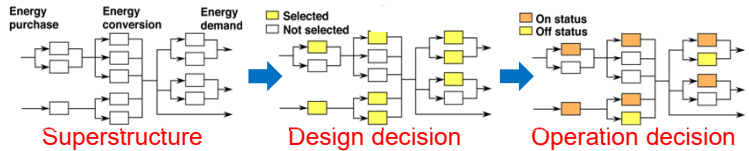


Fig.2 Optimal design of PV & energy storage system

Table 1 Operation status of various machines in annual planning

Operating status	Day 1								Day 2			Day 365
	1	2	3	4	5	6	7	8	23	24	25	
Battery (charge/Discharge)												8760
Heat pump					start							
Fuel cell					start				stop			

### エネルギー貯蔵・供給システム

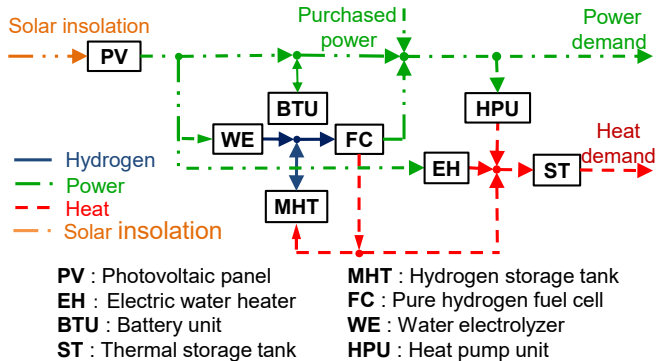
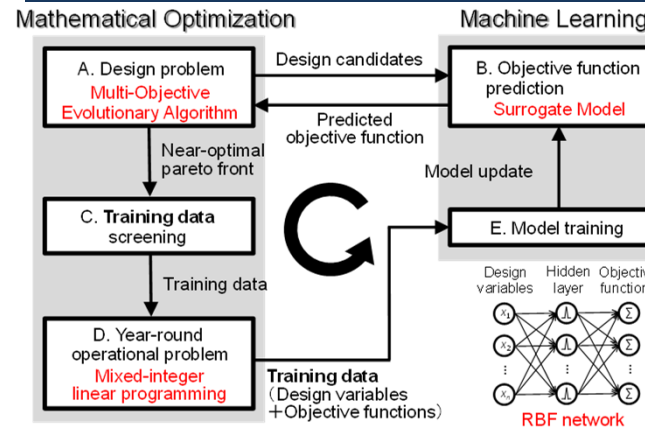


Fig.3 Configuration diagram of energy storage and supply systems

### 近似解法



#### 年間運用を考慮した多目的最適設計の概要 (MILP)

- 設計変数  
機器候補の選択: 0-1整数変数
- 運用変数  
機器操作状態: 0-1整数変数  
エネルギー流量と貯蔵量: 連続変数
- $\text{Min } J = Wz^C + (1 - W)z^A$   
 $W$ : 重み変数;  $z^C$ : 経済性評価;  $z^A$ : 自立性評価

Table 2 Design results of typical Pareto solutions

Design solution index	Weight coefficient $W$	Battery capacity kWh	Metal hydride tank $\text{Nm}^3$	Storage tank capacity L	PV panel area $\text{m}^2$	Annual total cost yen/y	Energy supply autonomy yen/y
#A	0.8	30	0	1,200	80	968,520	355,878
#B	0.5	180	50	1,200	200	2,493,624	66,621
#C	0.4	240	400	1,200	240	6,744,855	20,348

Table 3 Computational result of near-optimal solution method

	Computation time s			Solved number of operational planning	Relative optimality gap %
	Total	Operational planning	Surrogate model training		
Conventional method 1	4,320,000	4,320,000	-	4 (10)	58 ~ 288
Near-optimal solution method	<b>421,155</b>	333,063	88,091	<b>540 (90)</b>	-

### 結果

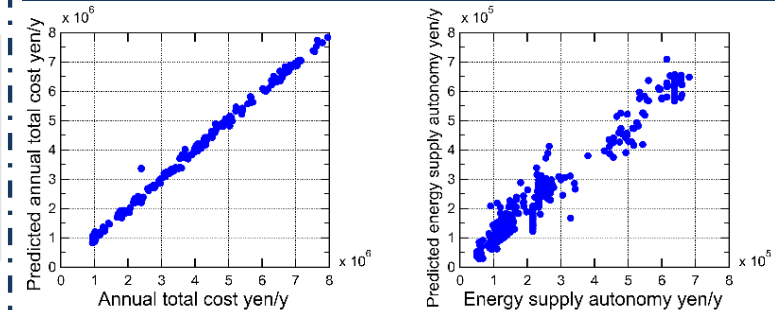


Fig.4 Prediction accuracy using surrogate model

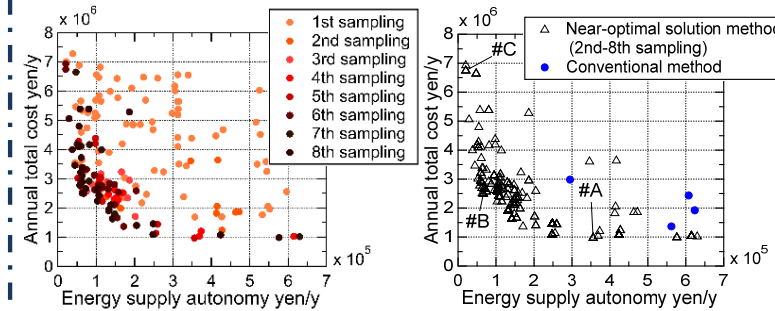


Fig.5 Pareto solution update process by genetic algorithm and Comparison

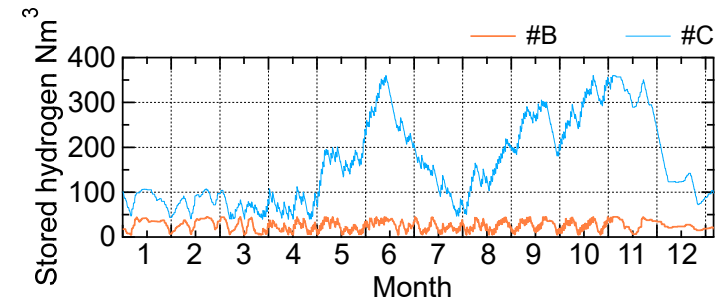


Fig.6 Annual hydrogen storage planning result