

Sep. 12, 2024

日本原子力学会2024年秋の大会

新型炉部会 企画セッション

再生可能エネルギー導入拡大を見据えた新型炉に期待される新たな技術開発

蓄熱型高速炉の価格追従モデルに基づく通年シミュレーション

東京大学 未来ビジョン研究センター 特任講師

藤井 祥万 (Shoma Fujii)

本務：未来ビジョン研究センター

兼担：大学院工学系研究科化学システム工学専攻

兼務：未来戦略LCA連携研究機構

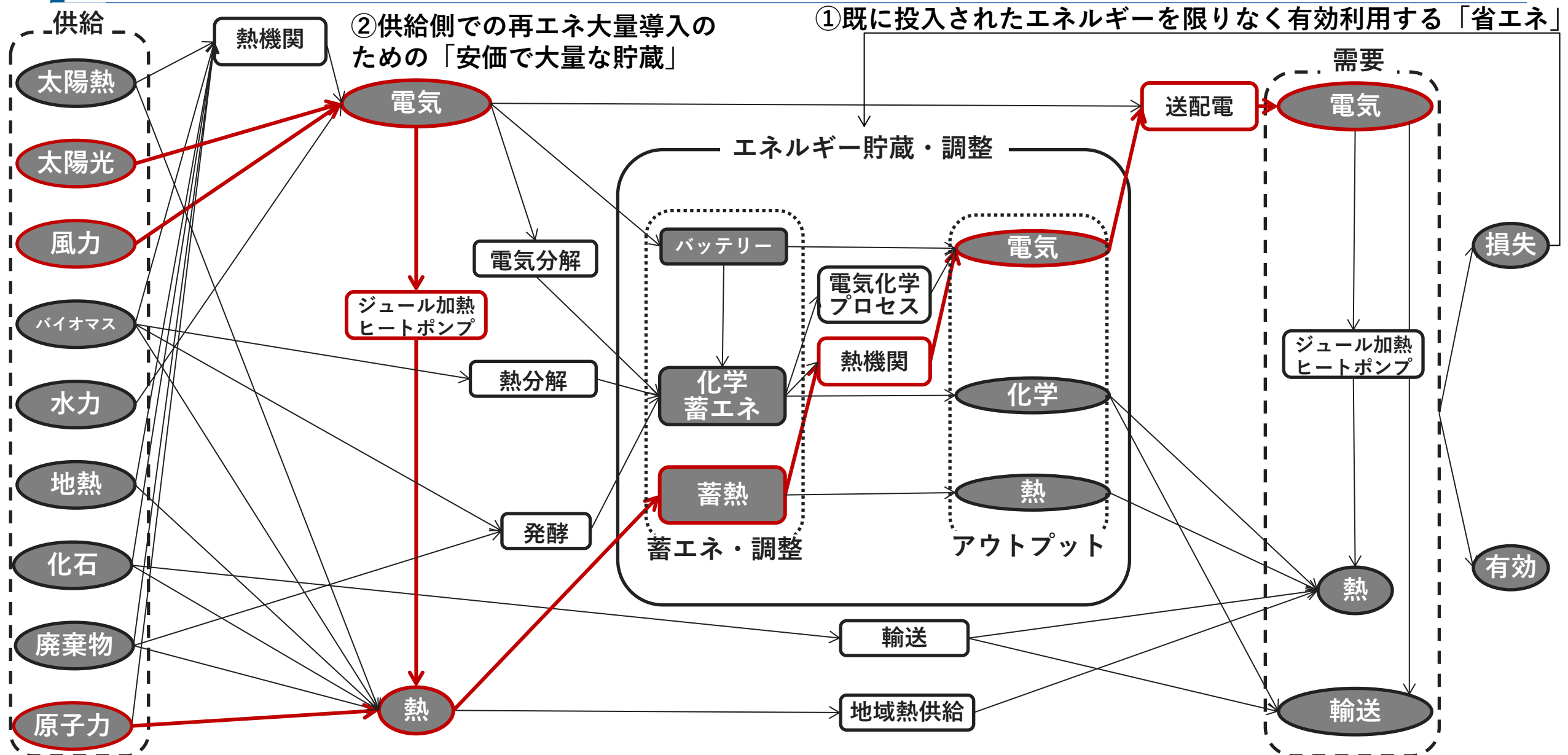
shoma.fujii@ifi.u-tokyo.ac.jp



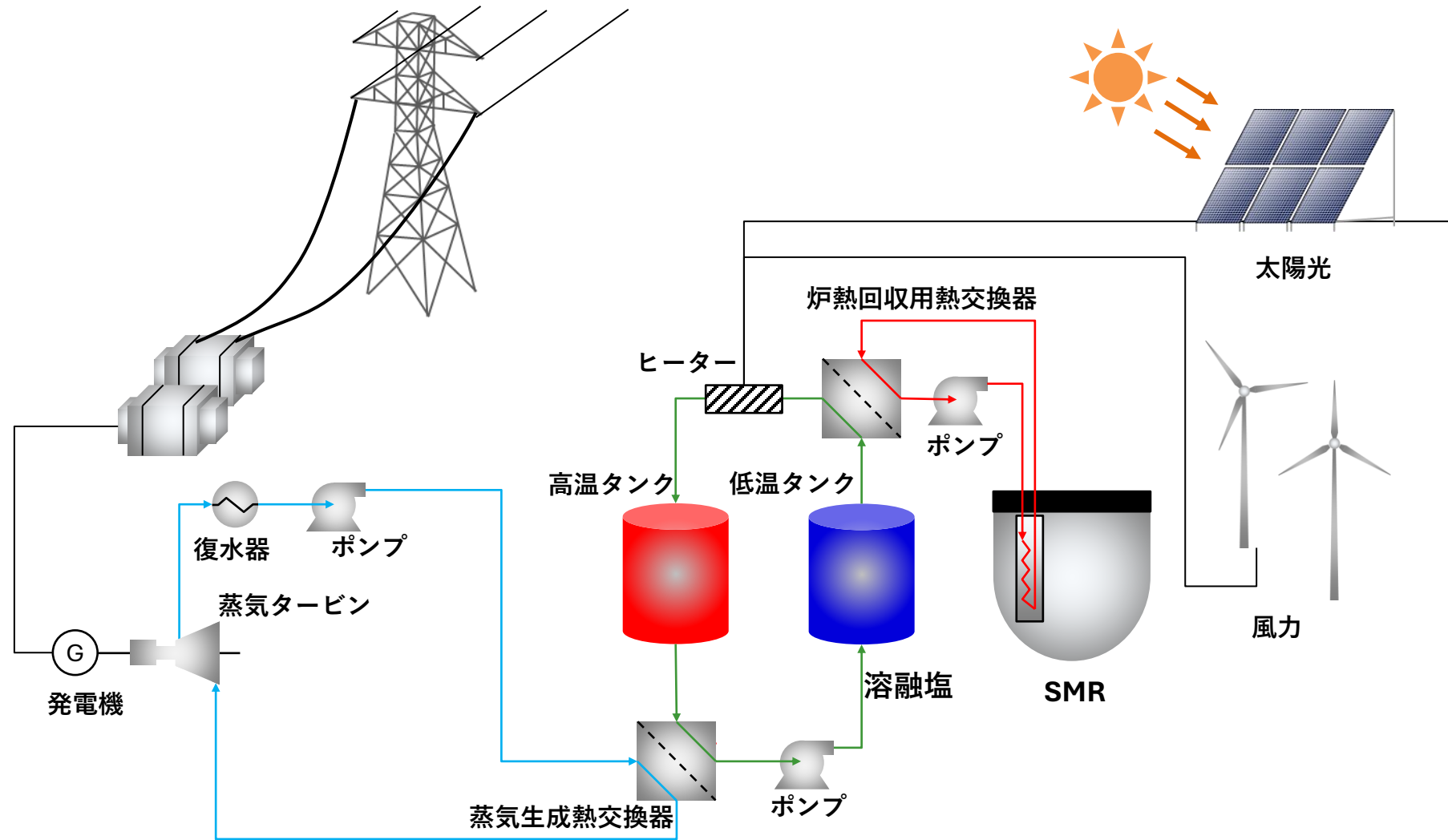
東京大学未来ビジョン研究センター

Institute for Future Initiatives, The University of Tokyo

再エネ大量導入時代におけるレジリエントなエネルギー構造



太陽光、風力、SMR + 蓄熱



計算条件

- 試算ケース
 - 風力 + 蓄熱
 - 太陽光 + 蓄熱
 - SMR + 蓄熱
- 代表的な条件
 - 熔融塩量：30,000 ton
 - SMRの定格出力は200 MW、タービン定格容量は350 MW
 - 太陽光は九州電力の5.0%を入熱源（686 GWhの入力）
 - 風力は太陽光と同じ入熱量
 - 九州電力2022年度の1年間のデータ*
 - 1時間刻みの計算

コスト算出方法

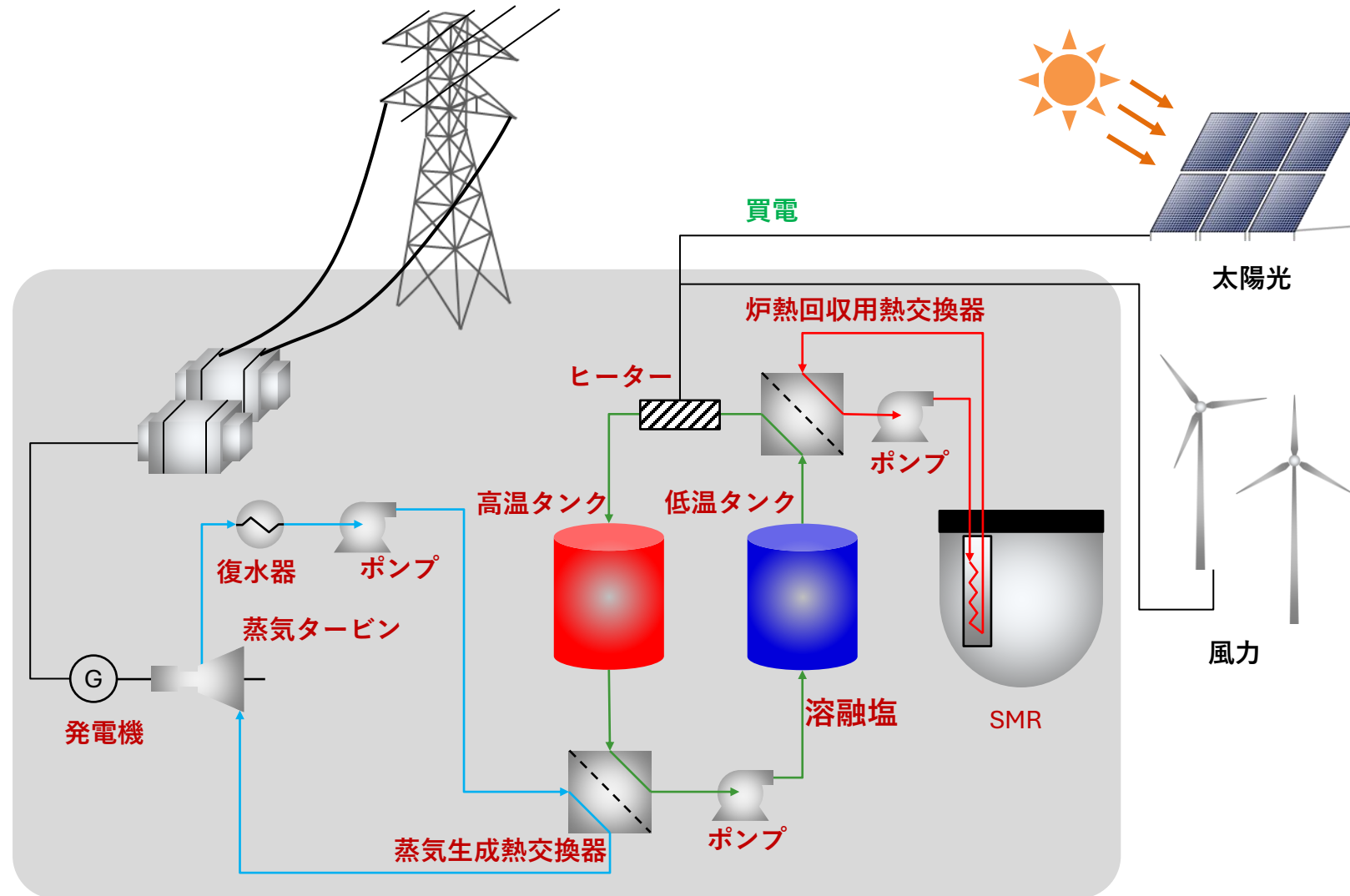
CAPEX

- 各種主要設備は年間シミュレーションで確定した蓄熱量とタービン定格容量に基づいて算出*
- SMRの定格200 MW、タービン定格容量350 MW
- それ以外のコストは以下の基準で算出

項目	割合**	備考
各種主要設備	100%	蓄熱材は別途計上
設置	43%	各種設備に乗ずる
配管接手	13%	
計装設備	30%	
電気設備	15%	
建屋	45%	
ヤード開発	15%	
サービスファシリティ	40%	
エンジニアリング	30%	
建設	10%	エンジニアリングまで含めたCAPEXに乗ずる
契約フィー	5%	
予備費	15%	

OPEX

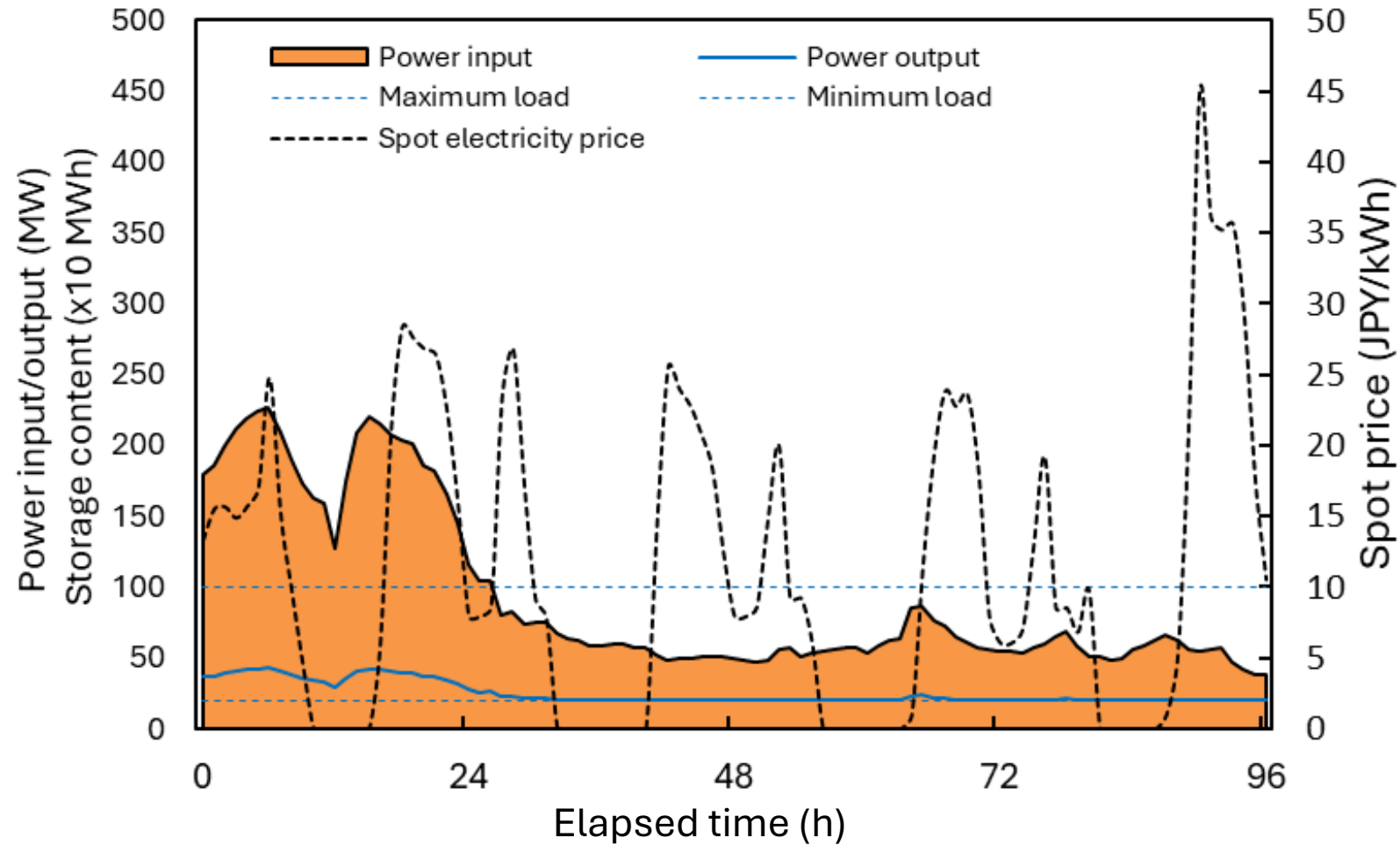
- 機械補修の費用をCAPEXの5%として算出
- 産業連関表の石油火力発電部門と同様のコスト構造と仮定し、機械補修の価格をベースにOPEXを算出
- 買電量は年間シミュレーションにより算出



*Saito Y. (2000)

**KLM Technology group (2014)

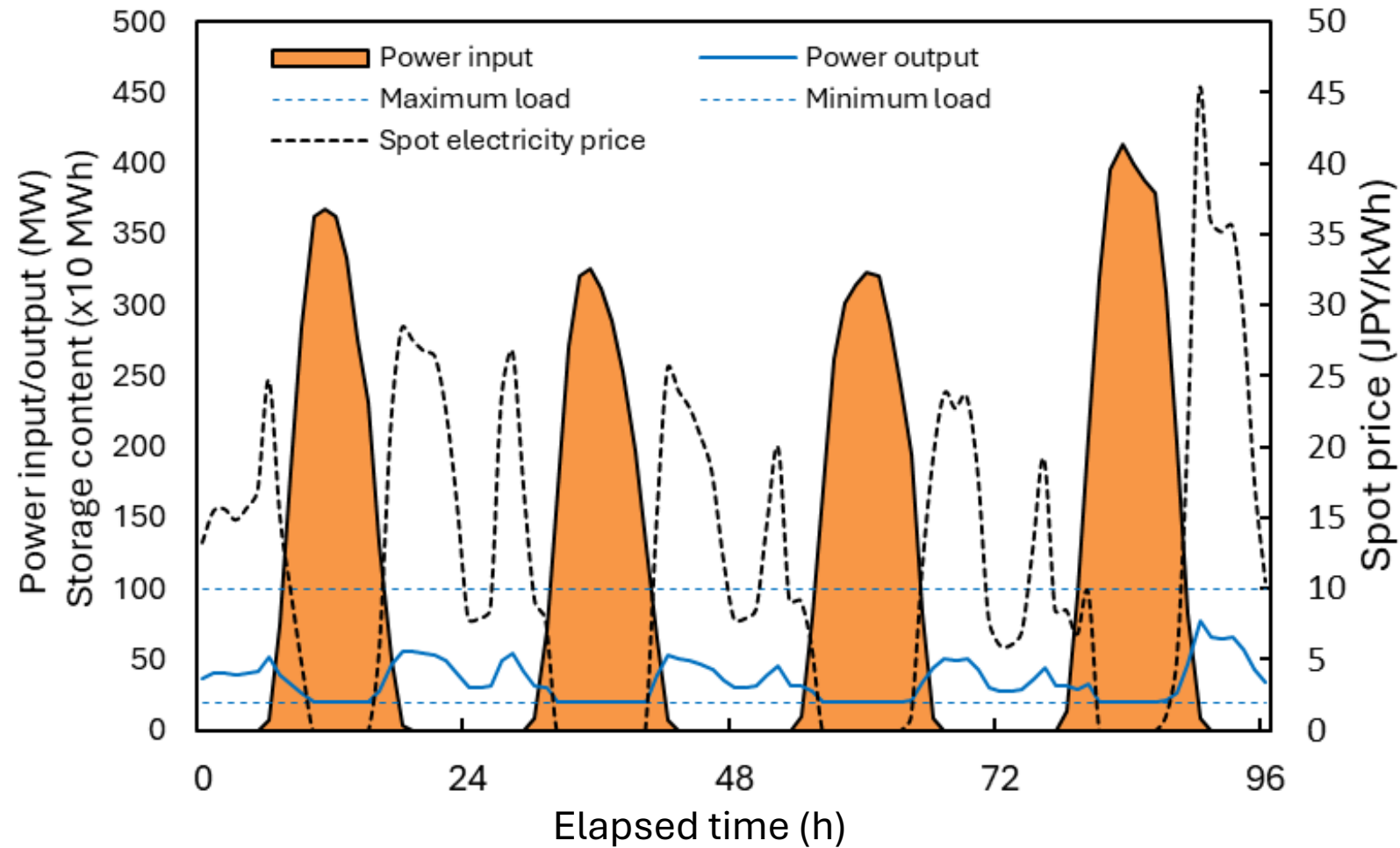
風力＋蓄熱：蓄熱機能付与するメリットが少ない



戦略的放熱期間	hours	168
定格出力	MWe	24
最大出力	MWe	100
溶融塩量	t	30000
売電量	GWh	214
入力平均価格	JPY/kWh	15.3
出力平均価格	JPY/kWh	15.8

風力の入熱はスポット価格に応じていない
入熱と出熱の価格差は現段階ではつけにくい

太陽光 + 蓄熱：蓄熱機能付与により価格差をつけられる

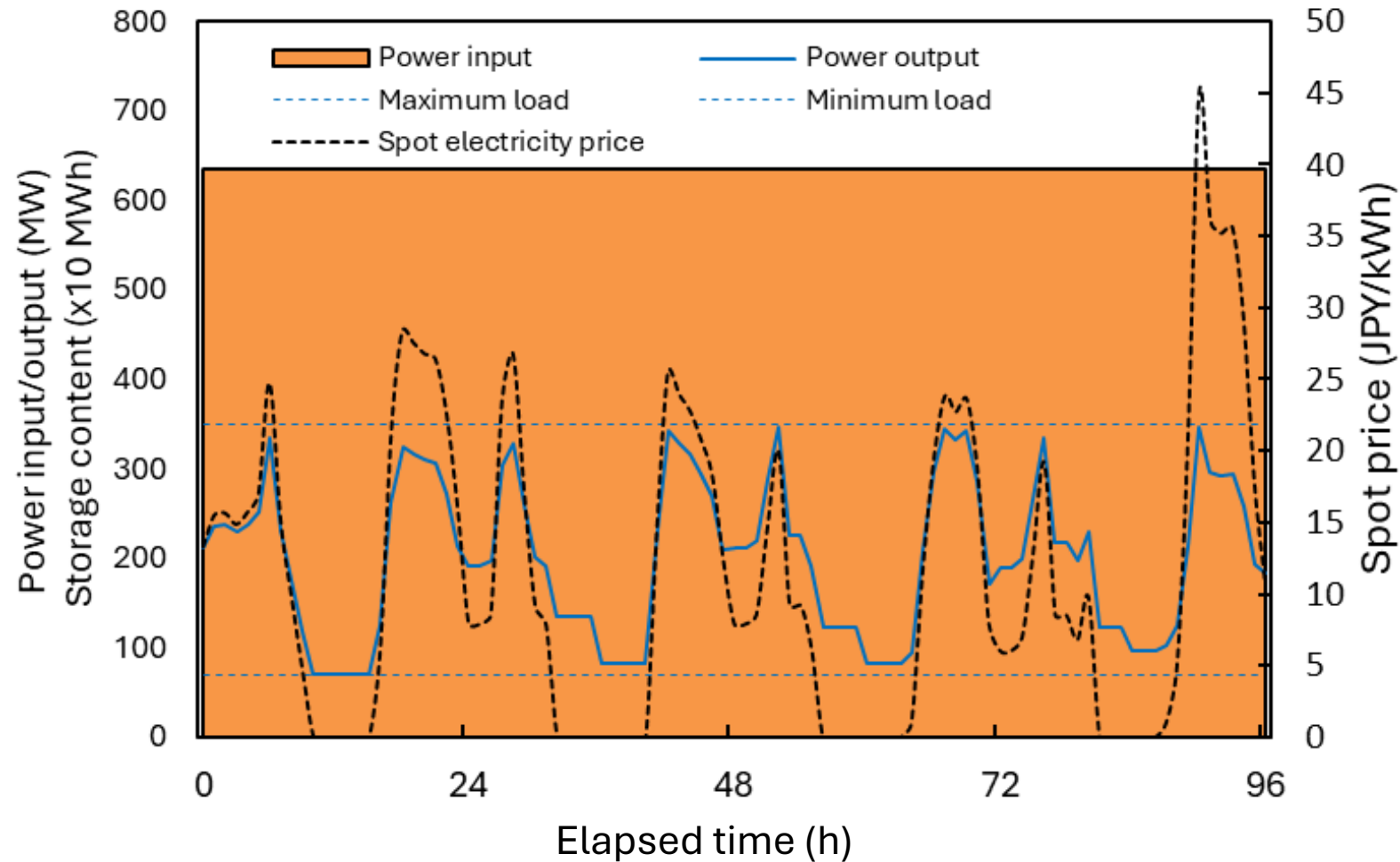


戦略的放熱期間	hours	168
定格出力	MWe	24
最大出力	MWe	100
溶融塩量	t	30000
売電量	GWh	196
入力平均価格	JPY/kWh	10.1
出力平均価格	JPY/kWh	15.0

2022年4月の1週間
 入力平均価格：2.3円/kWh
 出力平均価格：17.1円/kWh

太陽光の入熱はスポット価格に応じている（安い時に入熱し、高い時に出熱する）
 =>火力の下げ代にも貢献

SMR + 蓄熱：同じ溶融塩量で太陽光の約9倍の発電量を確保



戦略的放熱期間	hours	12
定格出力	MWe	200
最大出力	MWe	350
溶融塩量	t	30000
売電量/SMR単体時	GWh	1686/1751
タービン平均負荷率	%	57
SMR単体時	JPY/kWh	14.4
出力平均価格	JPY/kWh	16.0

2022年4月の1週間
 入力平均価格：12.5円/ kWh
 出力平均価格：17.2円/kWh

まとめ

蓄熱を導入した発電システムの価格追従モデルを開発し、通年シミュレーションによるシステム評価を実施した。

- 再エネ + 蓄熱時
 - 安価な電力を蓄熱源し、高価な時間帯で売電することが可能である。
 - ただし、蓄熱時と放熱時で現段階における価格差では成立しない。
 - コストの支配要因は蒸気タービンと熔融塩
- SMR + 蓄熱
 - 安定熱源に蓄熱機能を付与して出力を調整すると、少ない熔融塩量で多くの売電量を確保することができる。
 - コストの支配要因はSMR関連
- 蓄熱機能をどこに付与するか、今後の検討となる
 - 高速炉に付与して再エネ受入量を増大、再エネに直接蓄熱機能を付与する場合
 - 慣性力などのコスト以外の価値も評価する必要がある

謝辞

JST さきがけ (JPMJPR2278), JST 共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT:JPMJPF2003), JSPS 科研費若手研究(22K18061)の成果を含んでいる。

