



第16回南極設営シンポジウム

季節間エネルギーシフトを伴う 省エネルギーマイクログリッドの デザイン方法（南極昭和基地の事例）

2019年6月3日

北見工業大学工学部 地球環境工学科
エネルギー総合工学コース 電力工学研究室

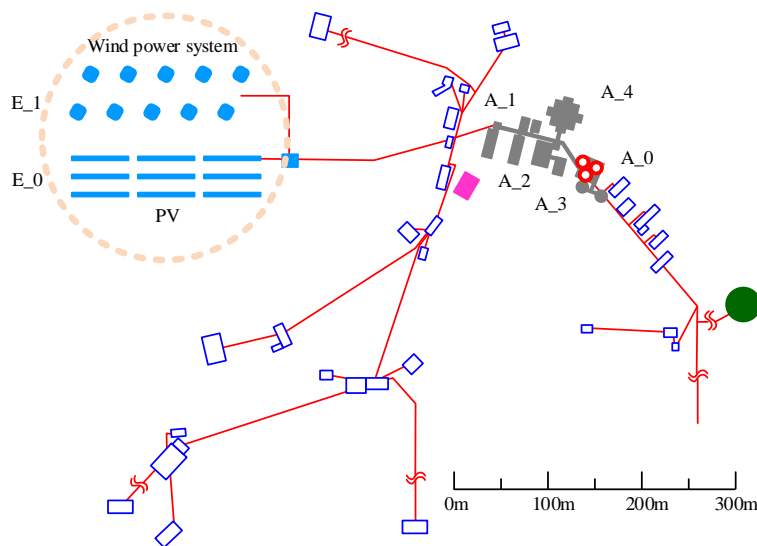
小原 伸哉

南極昭和基地のエネルギーの課題

本日の話題

燃料輸送量を減らすためには、

- 大きな再エネ割合
- 冬季に利用する再エネ
- 地産地消エネルギー（ヒートポンプなど）



昭和基地マイクログリッド



「水素サプライチェーンによる
季節間エネルギーシフト」を
デザインする

第5次エネルギー基本計画(2018.7)

エネルギー政策基本法に基づき政府が策定

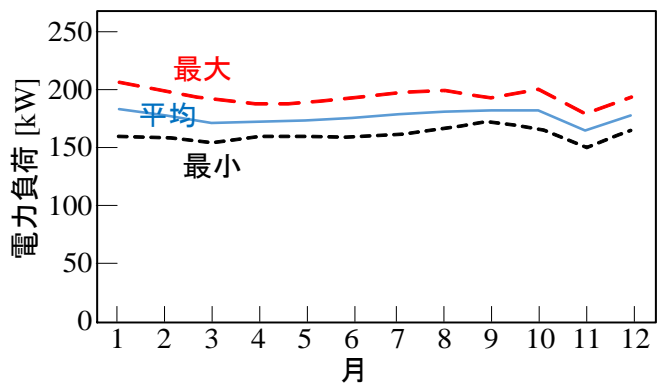
2030年に向けた対応

- 温室効果ガス26%削減（水素/蓄電/分散型エネルギーの推進が含まれる）

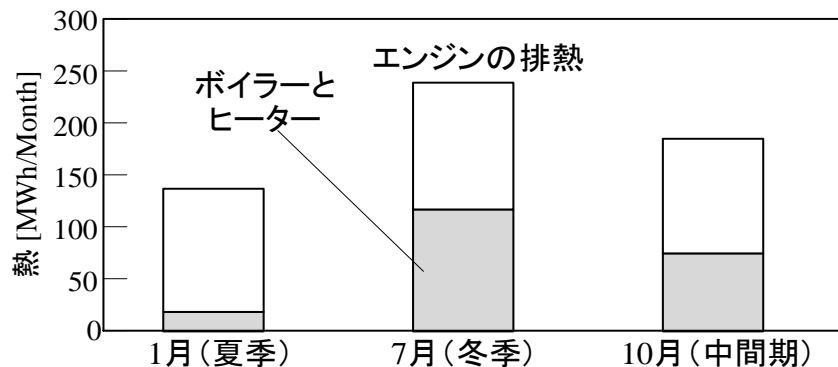
2050年に向けた対応

- 温室効果ガス80%削減（水素・蓄電等による脱炭素化、
- 分散型エネルギーシステムと地域開発
- 水素エネルギーの開発
- 熱・輸送、分散型エネルギーの開発

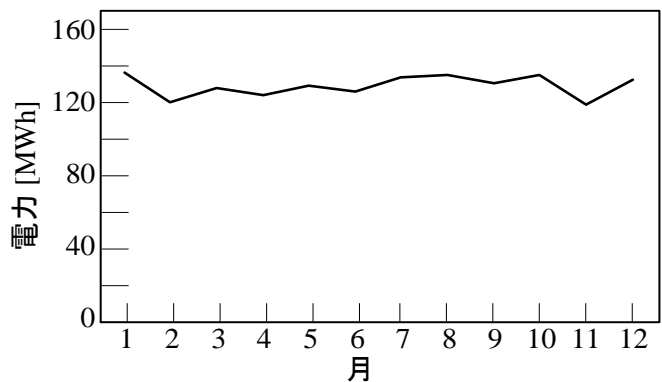
エネルギー供給量 (51次隊 (2009-2010))



基地の電力負荷



各月の熱需要量

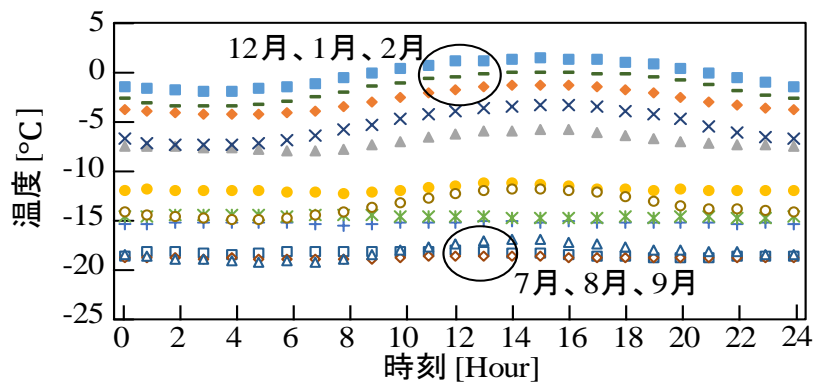


エンジン発電機の出カ

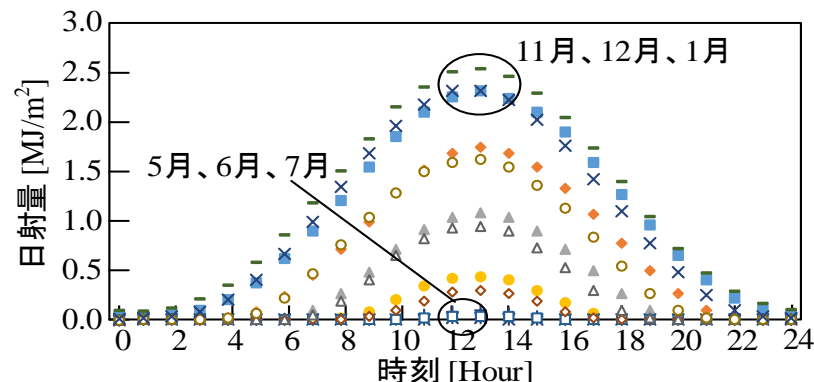
- 電力負荷の年較差は小さい
- したがって、エンジン発電機の出カは各月で大きな変化はない
- 熱負荷については年較差が大きい

平均気温、水平面全天日射量、風速

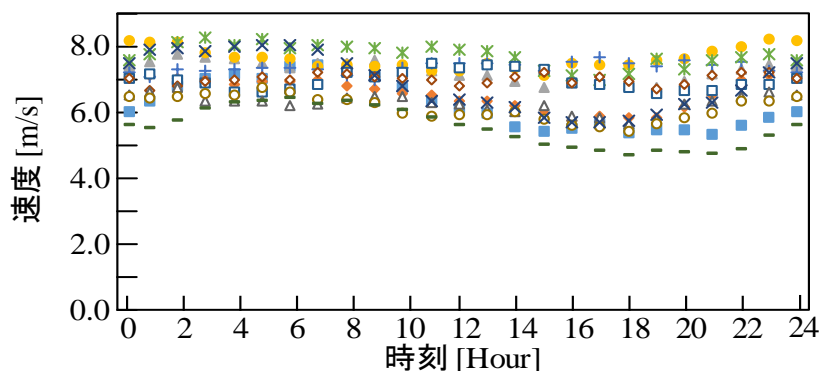
(2009から2013年の平均値)



外気温



水平面日射量

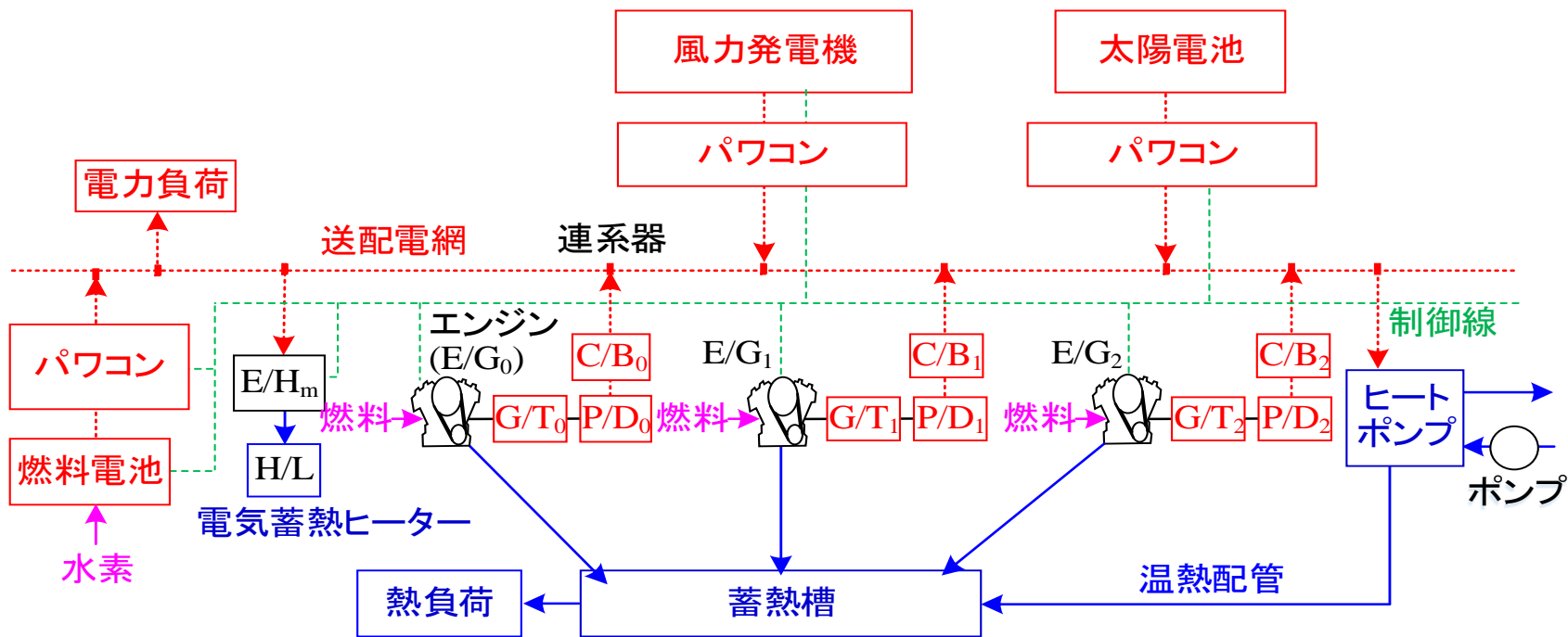


風速



- 外気温の年較差 → 熱需要の違い
- 日射量の年較差 → 太陽光発電の発電量の違い
- 風速の年較差 → 風力発電の発電量の違い

マイクログリッド（小規模電力網）のモデル



C/B: Circuit breaker G/T: Generator

- エンジン発電機を台数制御にする
- 海水熱源ヒートポンプの導入
- 電気蓄熱ヒーターの導入

昭和基地マイクログリッドの機器仕様（想定）

主要な機器の仕様設定

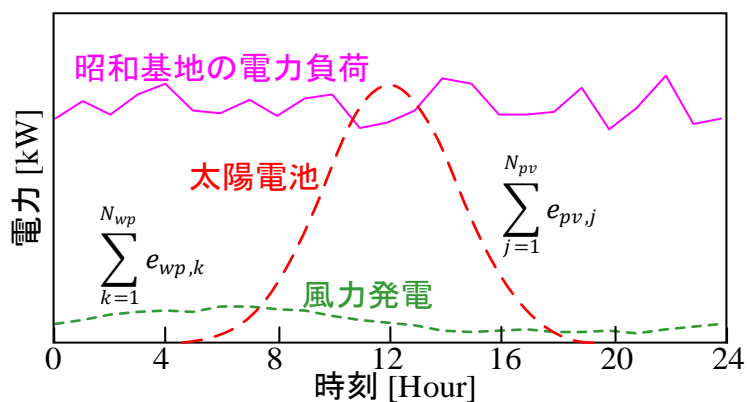
ディーゼル発電機	100kW, 3 sets
海水熱源ヒートポンプ	250 kW, COP 3.0
太陽光発電	100 kW, Efficiency 18%
風力発電機	20 kW, 5sets

電気機器の効率

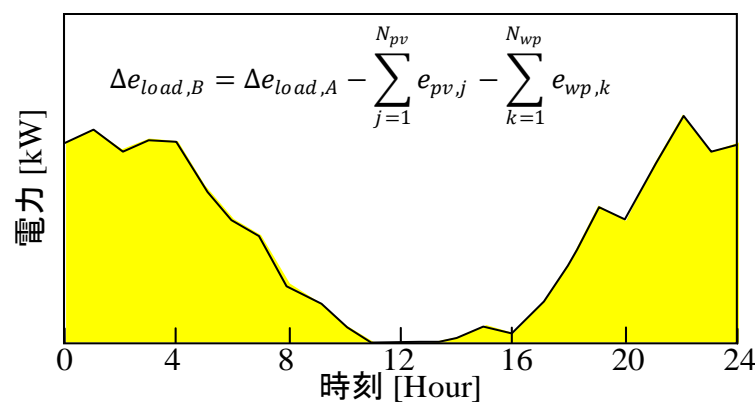
AC-DCコンバータ	90 %
DC-DCコンバータ	90 %
Power controller	90 %
Water electrolyzer (Rated)	80 %

実質電力負荷

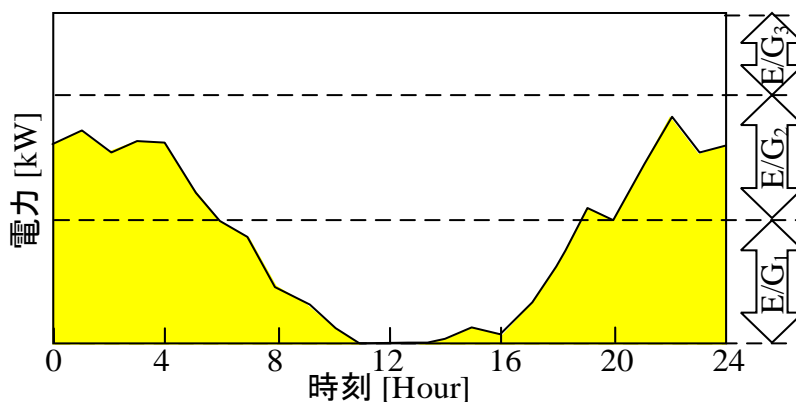
(電力需要から太陽光発電などの再エネ電力を除いた負荷)



電力負荷と再生可能エネルギーの出力



実質電力負荷

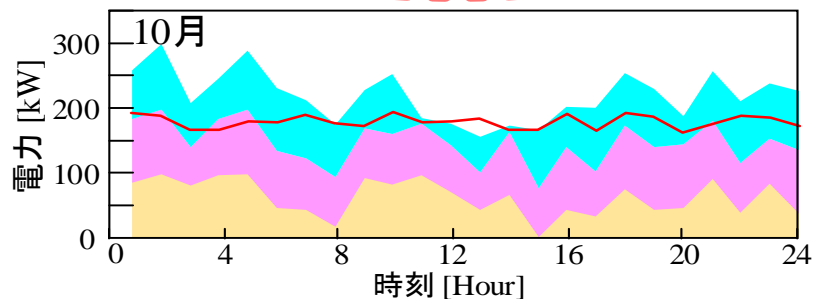
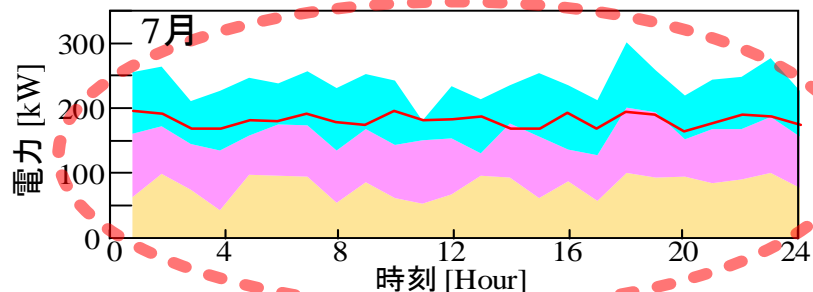
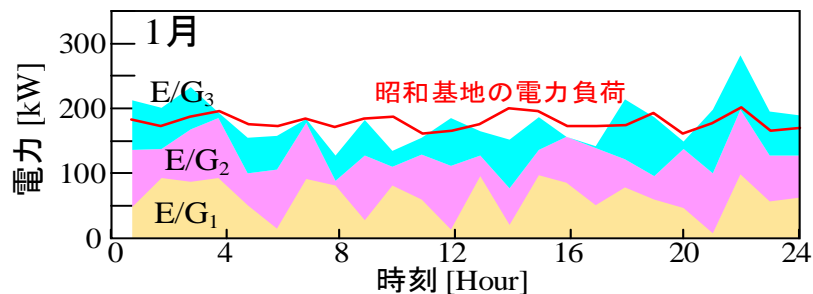


エンジン発電機の負荷配分

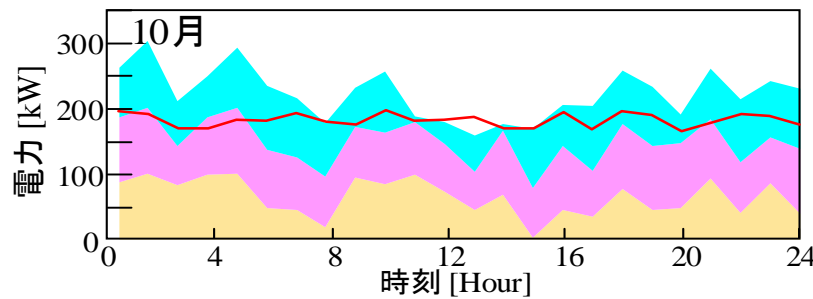
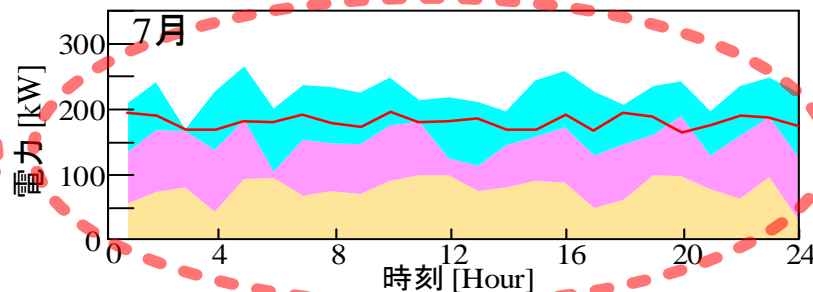
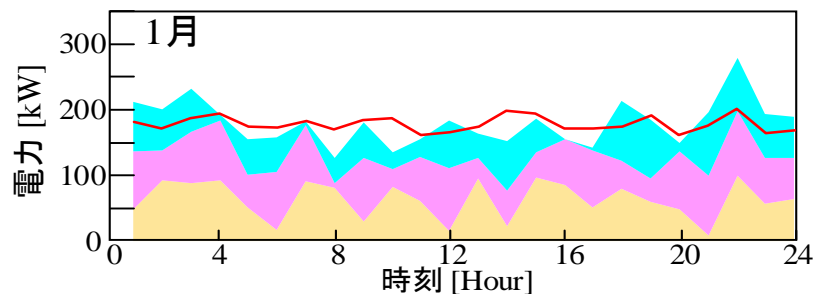
○エンジン発電機の低効率な部分負荷の運転期間が長い

最適運用の解析結果例

季節間のエネルギーシフトなし

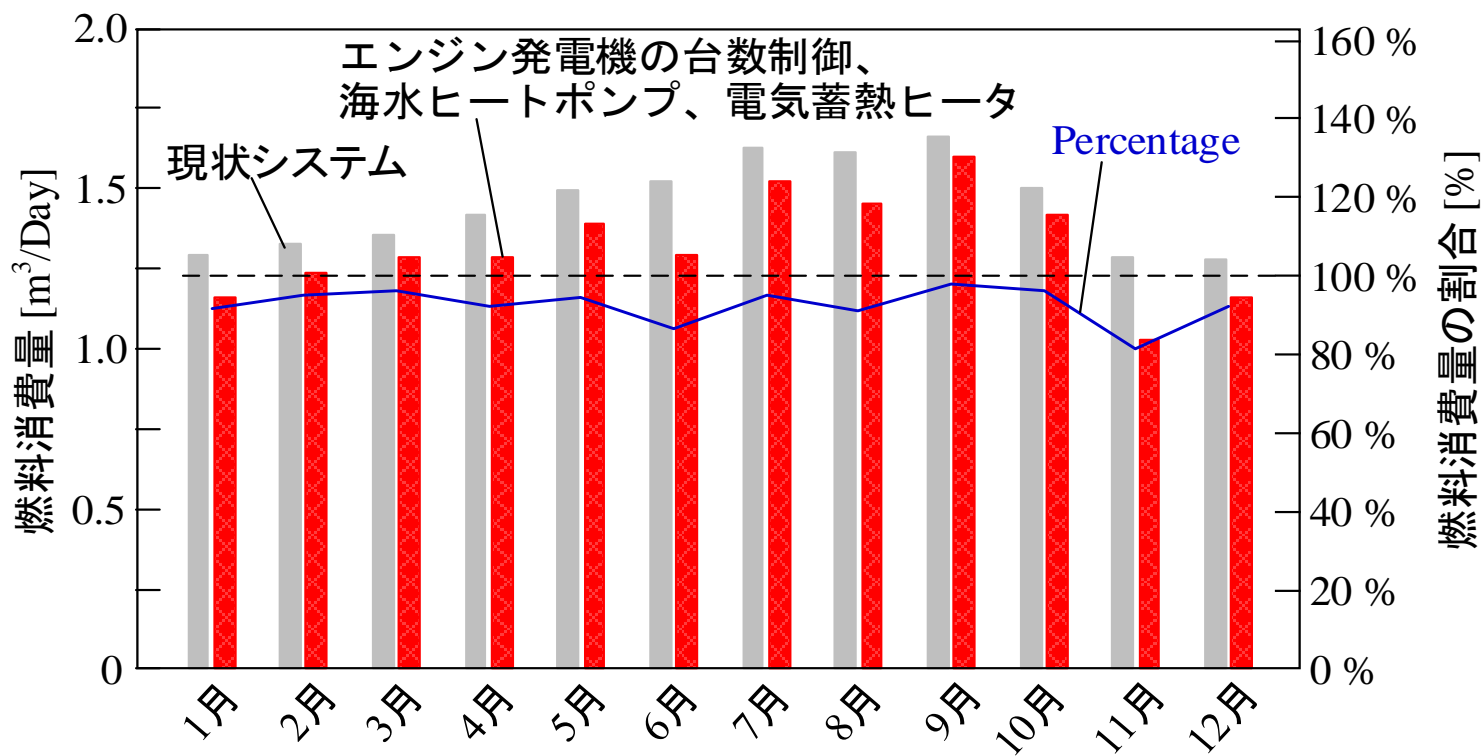


季節間のエネルギーシフトあり



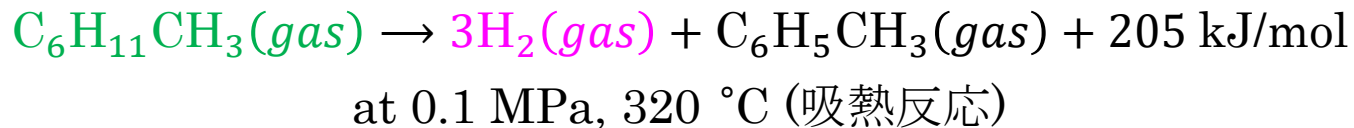
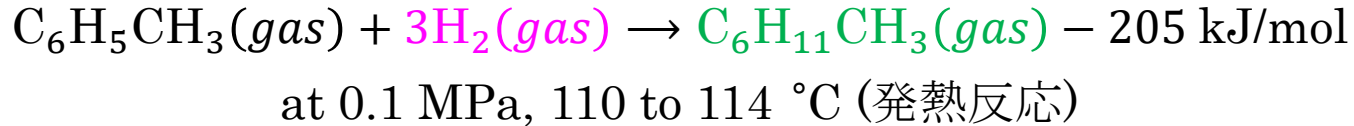
○冬季以外では大きな違いはない

エンジン発電機の台数制御、 海水ヒートポンプ、電気蓄熱ヒータの効果

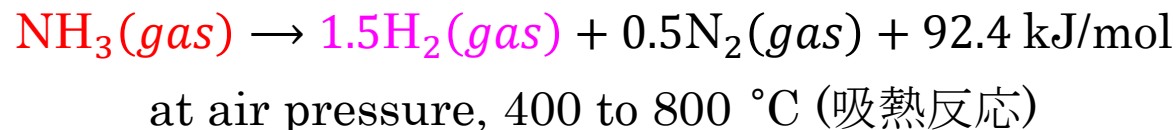
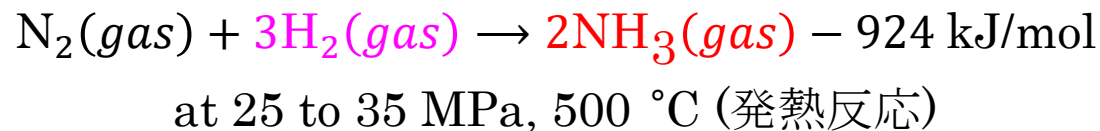


水素キャリアによる水素サプライチェーン

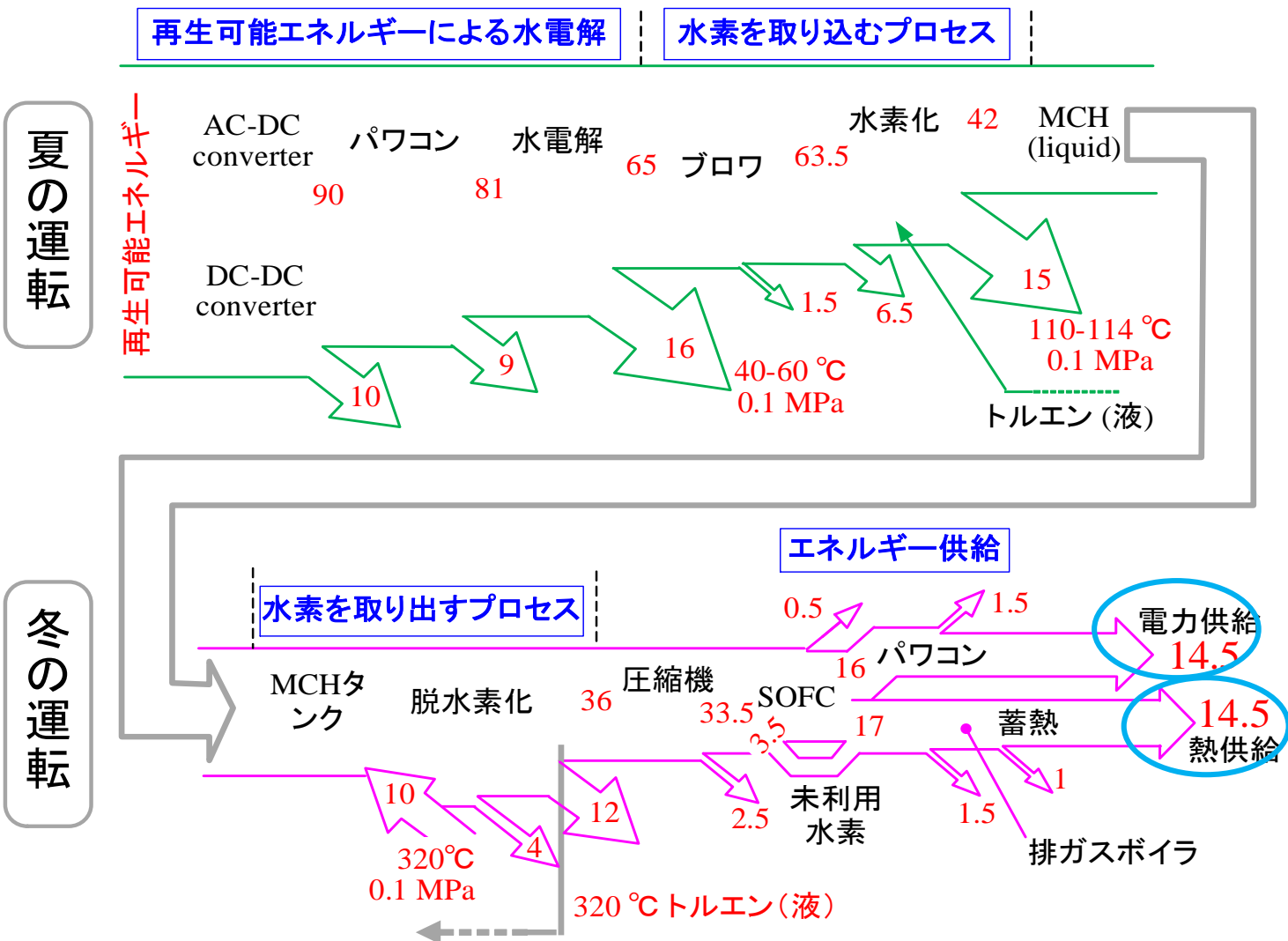
MCH (メチルシクロヘキサン) の利用



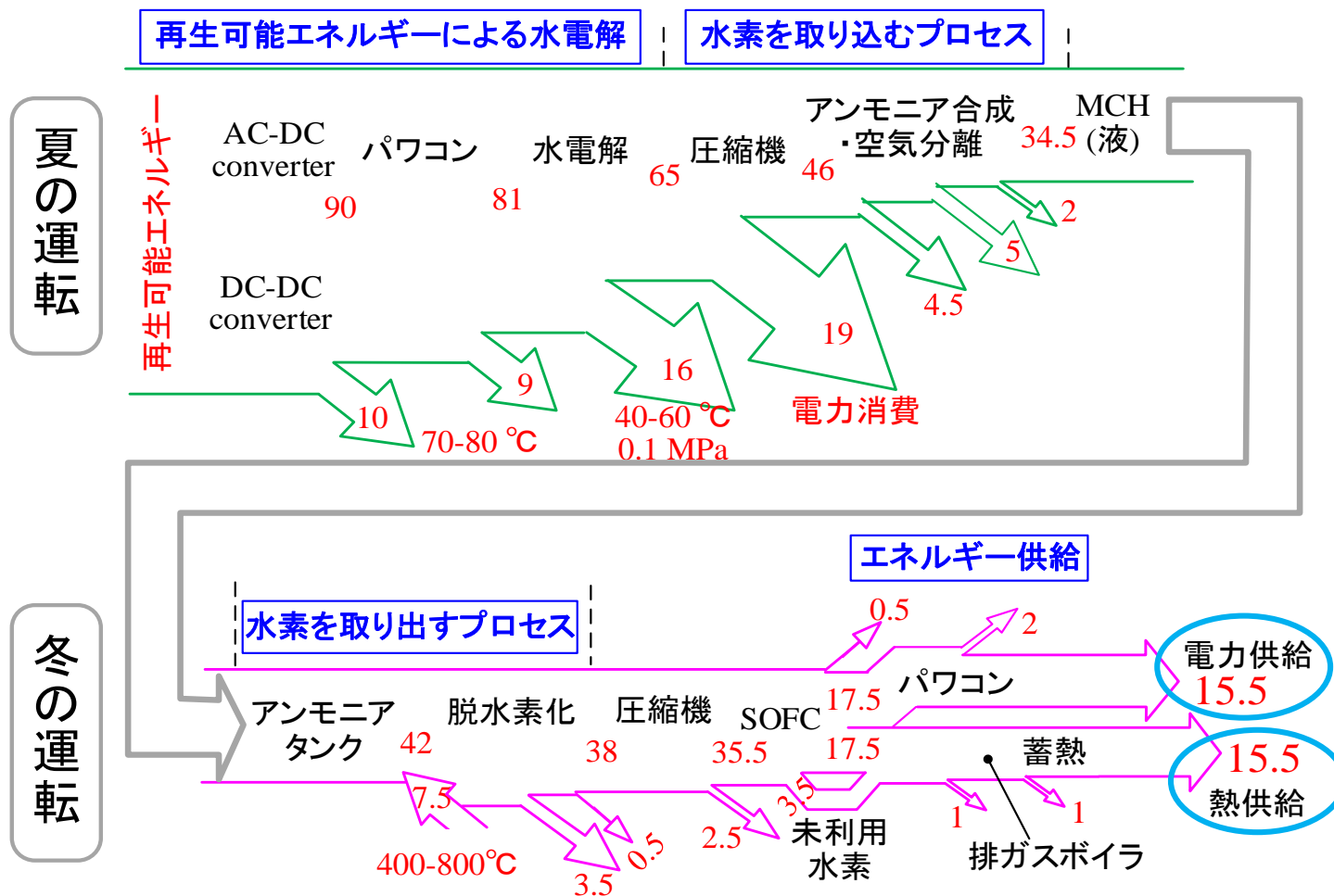
アンモニアの利用



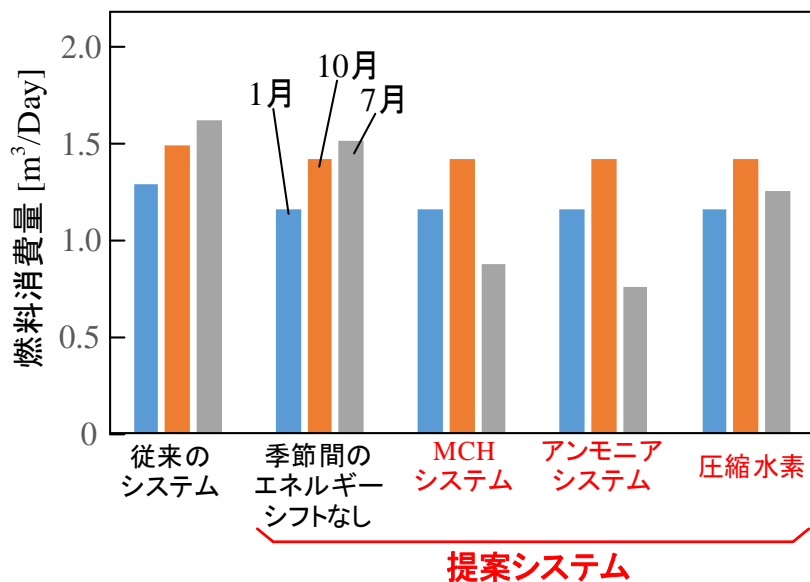
MCHシステムのエネルギーフロー



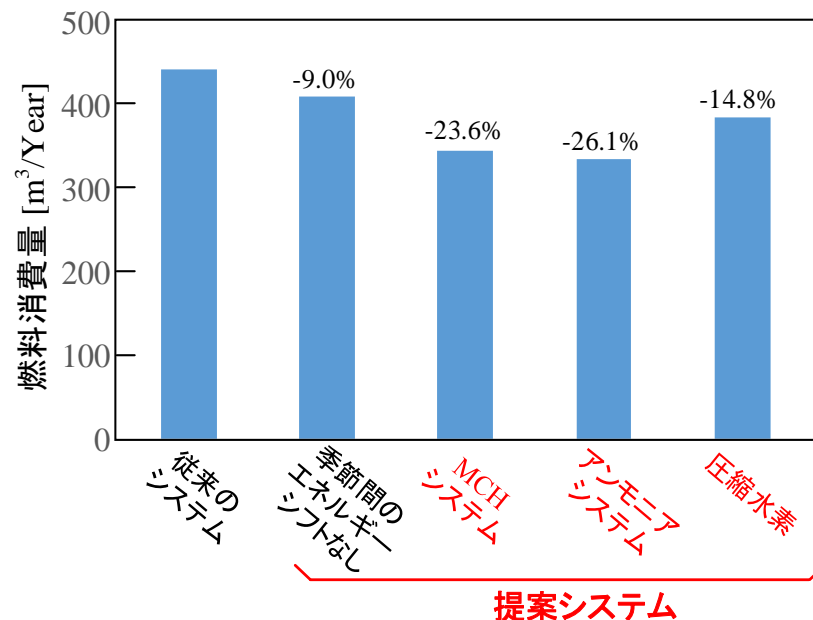
アンモニアシステムのエネルギーフロー



季節間エネルギーシフトで予想される効果



各月代表日での燃料消費量の解析結果



年間の燃料消費量の削減効果

- エンジンの台数制御、海水ヒートポンプ、電気蓄熱ヒーターの導入で9%の燃料削減
- 余剰電力を水素キャリアで貯蔵し、冬季に使用することで14.8%から26.1%の燃料削減

まとめ

提案マイクログリッドではエンジン発電機3セット（300kW）の台数運転、太陽光発電（100kW）、風力発電（100kW）を導入すると以下となる。

- 1) エンジン発電機の出力が下がると排熱の減少により電動ヒートポンプの負荷が増加する。したがって、大量の再生可能エネルギーが導入されないと、十分な燃料の削減は得られない。
- 2) エンジン発電機の台数制御、再生可能エネルギーの大量導入、灯油暖房の廃止と電動ヒートポンプの導入、電気蓄熱ヒータの設置により、各月で5から20%、年間で9%の削減となる。
- 3) MCHシステムとNH₃システムによる季節間のエネルギーシフトを行うと、MCHシステムの総合出力は29.0（14.5の発電量と14.5の熱出力）で、NH₃システムの総合出力は31.0（15.5の発電量と15.5の熱出力）である。
- 4) MCHシステム、NH₃システム、水素圧縮システムによりエネルギーシフトした場合は、年間で23.6%、26.1%、14.8%の燃料削減となる。