

再生可能エネルギー割合の増加を目指した 昭和基地マイクログリッドの検討

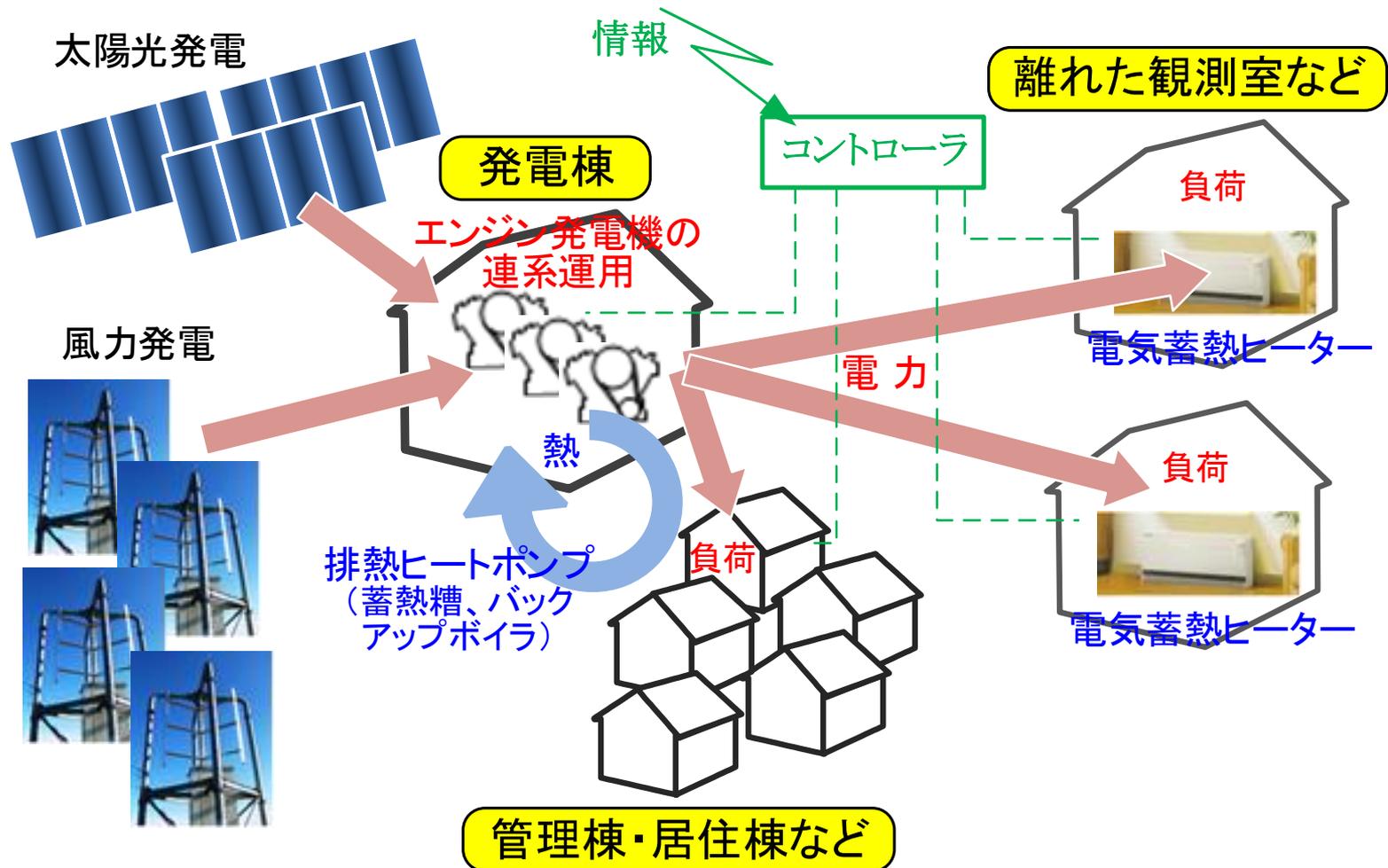
2013年11月19日

北見工業大学工学部 電気電子工学科

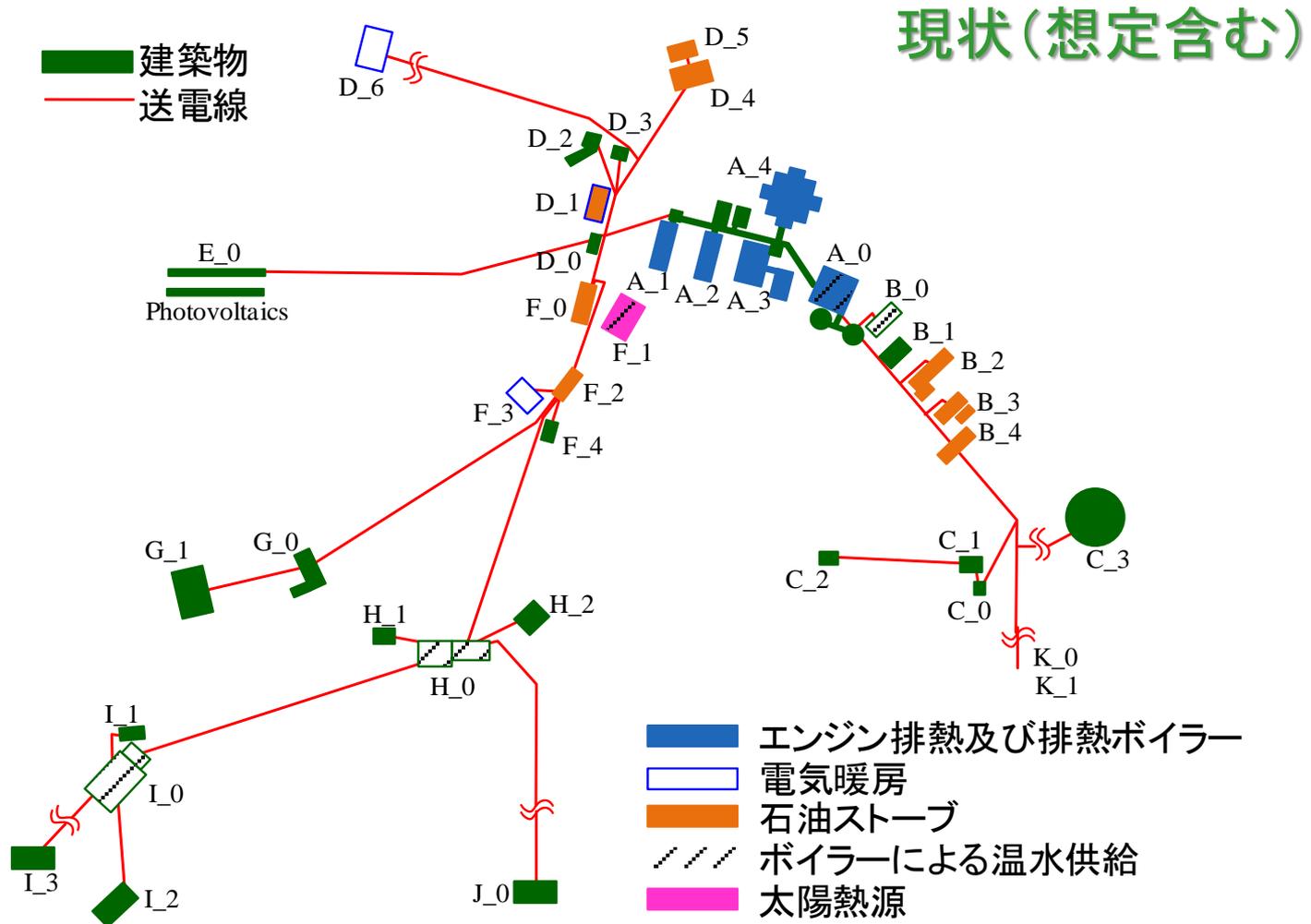
電力工学研究室

小原 伸哉

提案昭和基地マイクログリッドの基本的な構成

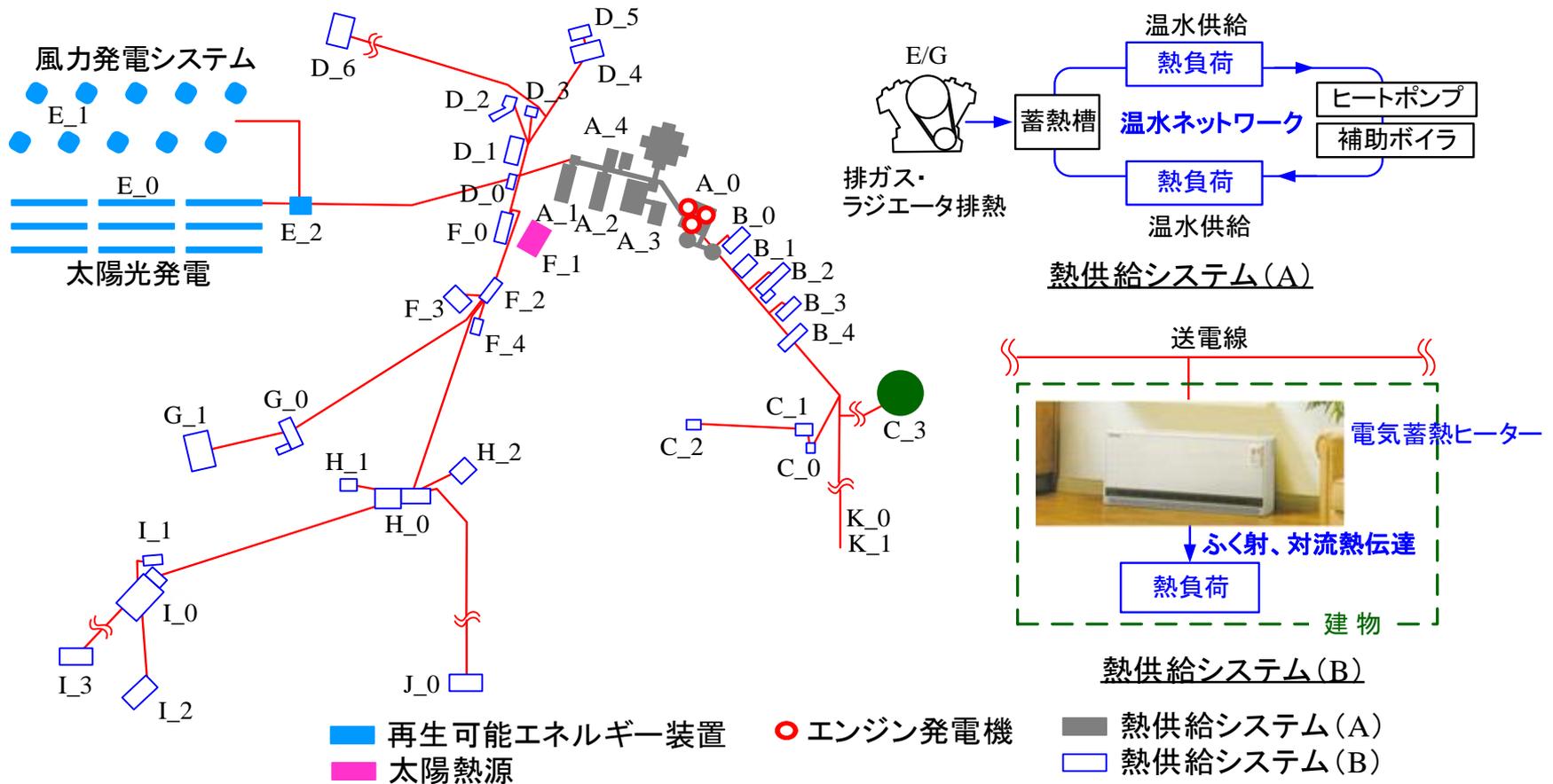


昭和基地施設のエネルギー供給方法(51次隊)



提案システム

(分散方式、排熱ヒートポンプ-電気蓄熱ヒーター、高いRE割合)



- 再生可能エネルギーの電力変動を電気蓄熱ヒーターで安定化
- 電気蓄熱ヒーターにより、分散エンジン発電機の負荷率・効率を増加

解析に用いたデータが掲載されている文献

- Nishikawa S**, Abiko H, Kurihara J, Ishizawa K, Endo N. Fundamental study for introduction of renewable energy into Syowa base, IEEJ transactions on power and energy, Transactions of IEE Japan 2011;131(9);778-785. (in Japanese)
- National Institute of Polar Research Japan**. Present condition of the energy equipment of Syowa base, The 1st South Pole green energy use examination WG 2011;4-30.
- National Institute of Polar Research Japan**. Present condition of the energy equipment of Syowa base, The 2nd South Pole green energy use examination WG 2011;1-66.
- Homepage of **Japan Metrological Agency**.
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>;2012.
- Homepage of **Denyo Co., Ltd.** <http://www.denyo.co.jp/english/index.html>;2012.
- 51次隊(2009年～2010年)のデータを使用。

研究の目的

◎ねらい「燃料消費量の削減」
(及び住環境の安全・快適性)

(方法)

- ・再生可能エネルギーの割合を増やす
- ・排熱ヒートポンプの導入
- ・分散エンジン発電機に運用計画を導入(高負荷率を維持)
(・電気蓄熱ヒーターによる電力変動の抑制・負荷率の増加)

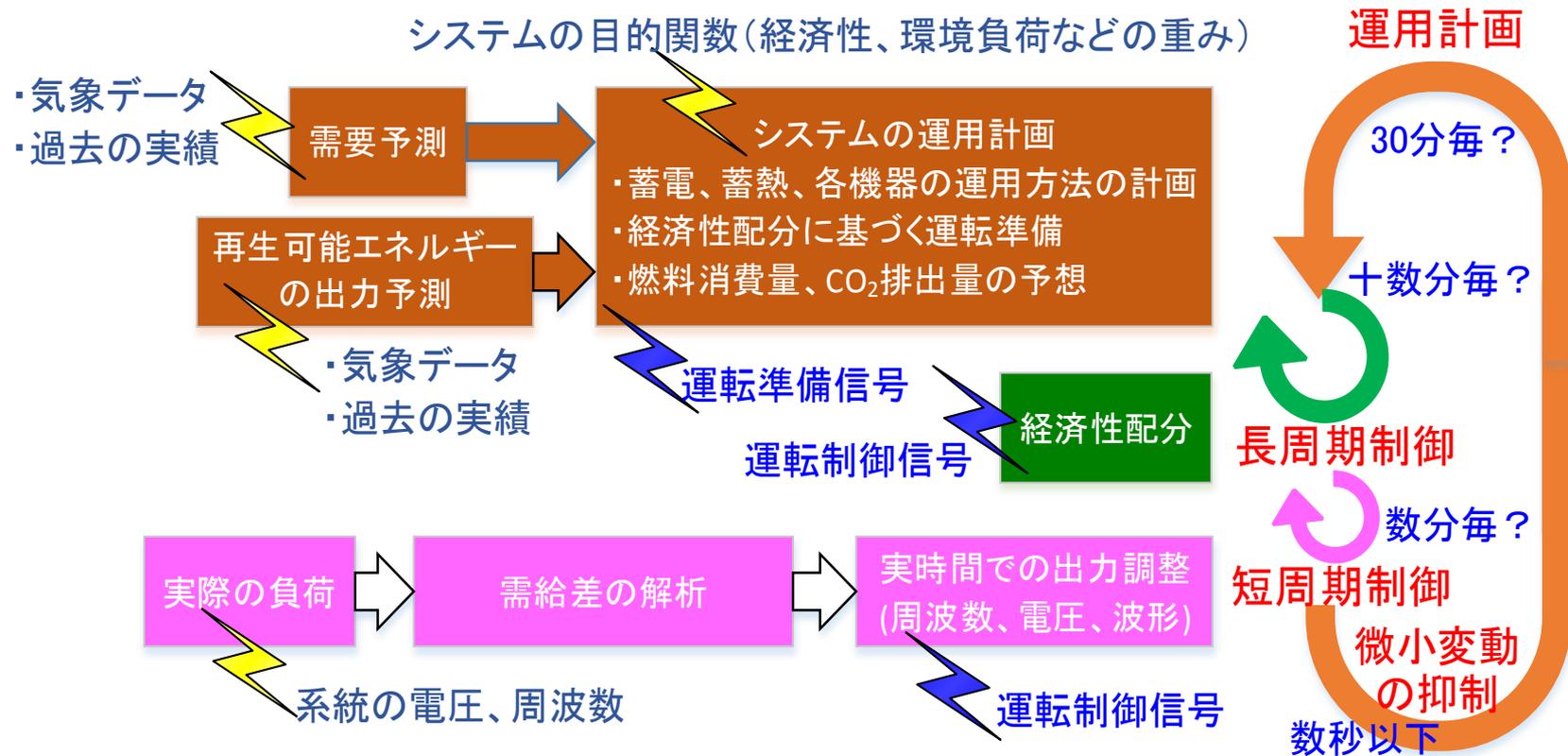
◎課題「大量の再生可能エネルギーを導入する際の、
①燃料削減効果と、②電力・熱の安定供給」



本研究では、再生可能エネルギーの導入容量と
燃料削減量の関係を、解析により調査

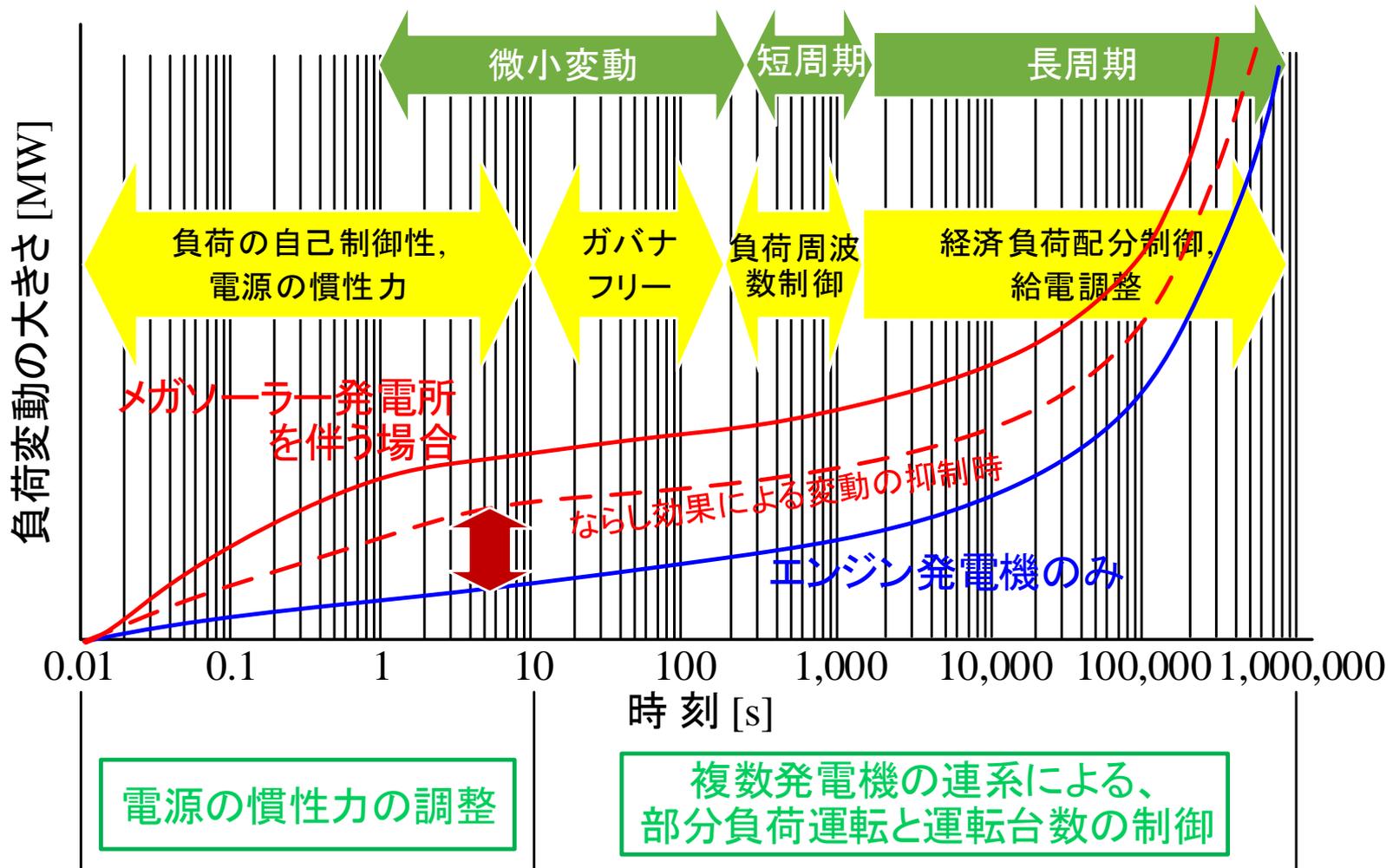
独立マイクログリッドの電力安定化運用

➤ 微小変動・短周期変動・長周期変動のそれぞれを安定化させる。

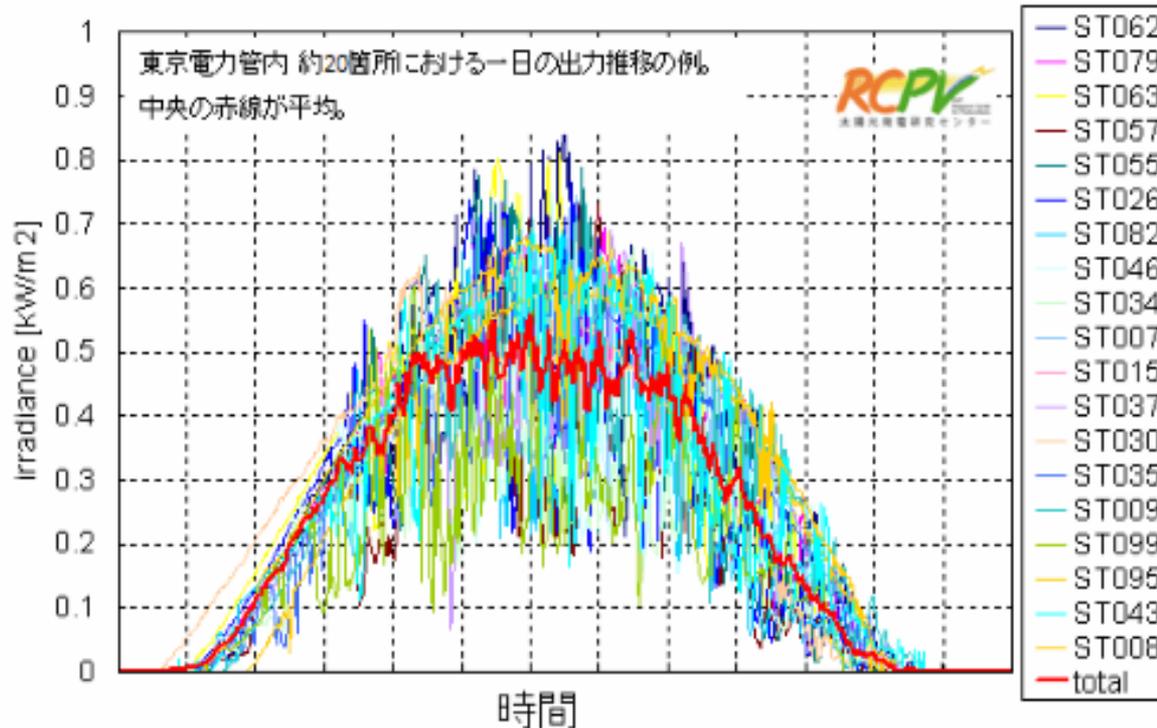


・制御方法は規格化されていない⇒アルゴリズムの開発

電力変動と安定化の方法

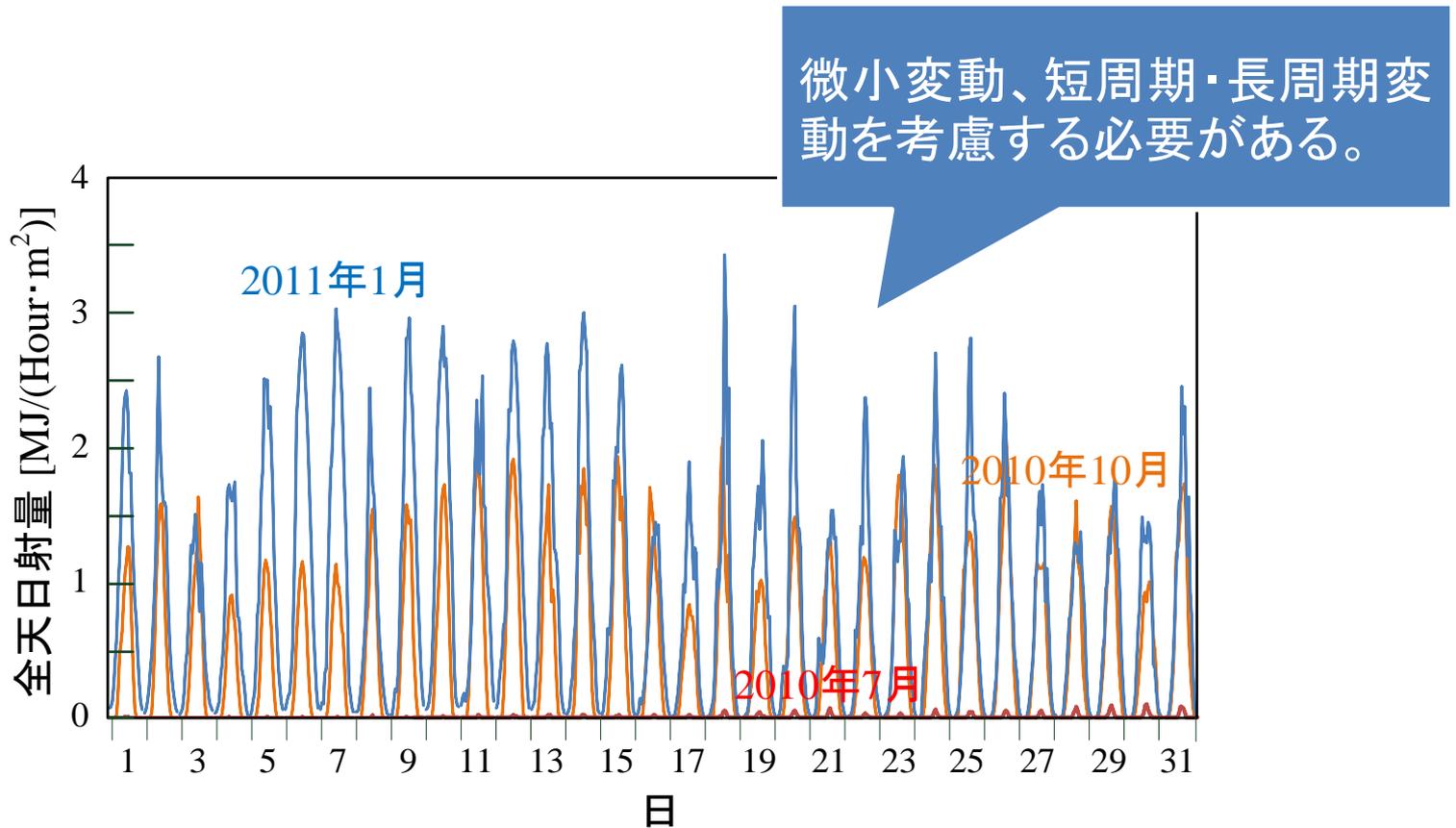


太陽光発電のならし効果(例)



- 雲の通過で、個々の出力は激しく変動
- 数km以上離れると、互いに打ち消し合う
→合計ではずっと小さな割合の変動に
- 実際には数十万、数百万箇所に導入される
→これよりずっと滑らかに

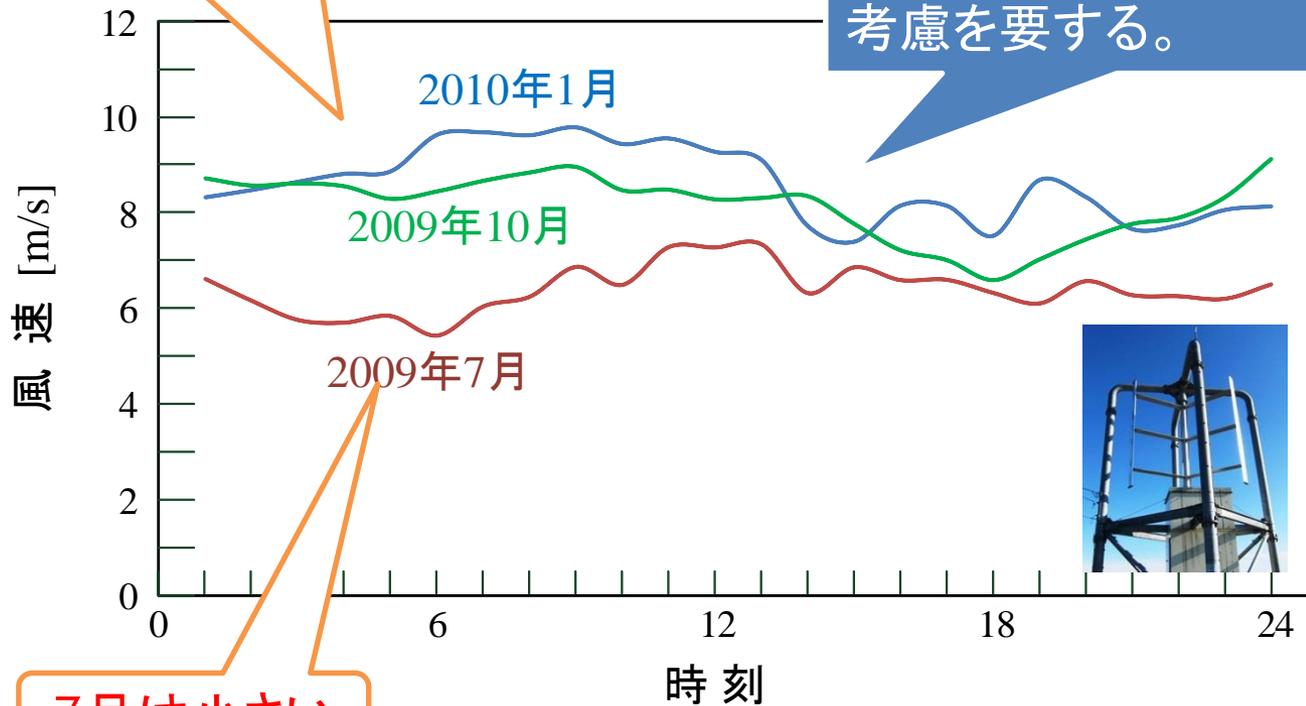
昭和基地の太陽光発電の変動



昭和基地の風力発電の変動

風力発電は、ベース供給力として利用可能

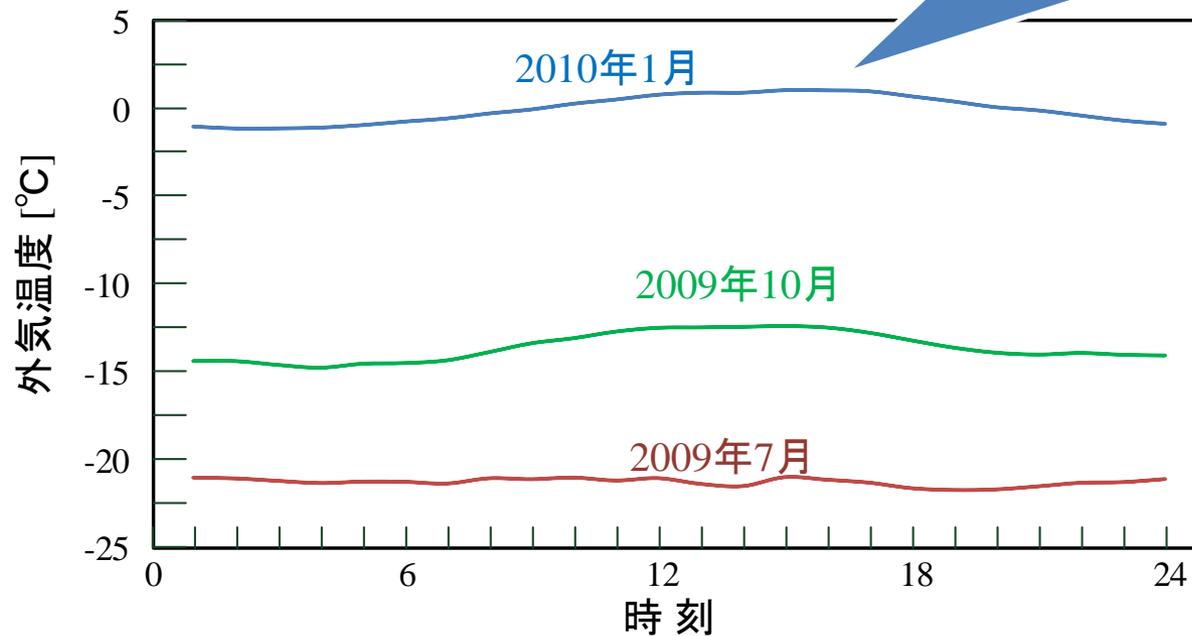
慣性力により微小変動を抑制する効果がある。一方、短周期・長周期変動については考慮を要する。



7月は小さい

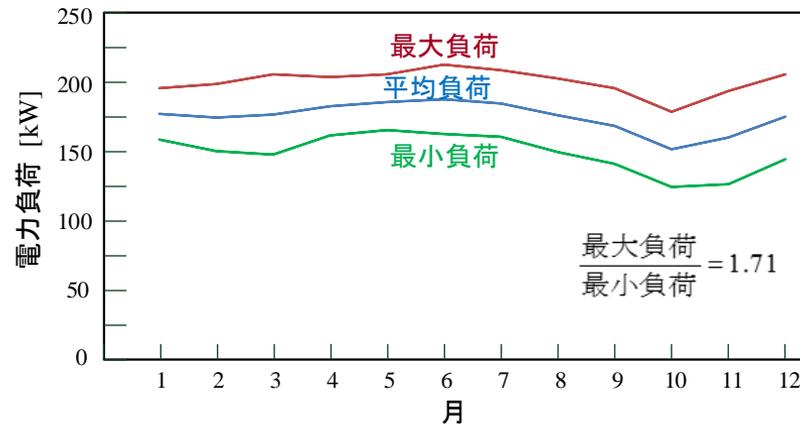
昭和基地の熱負荷の変動

熱負荷(ヒートポンプ、電気蓄熱ヒーター)により、長周期変動を考慮する必要がある。

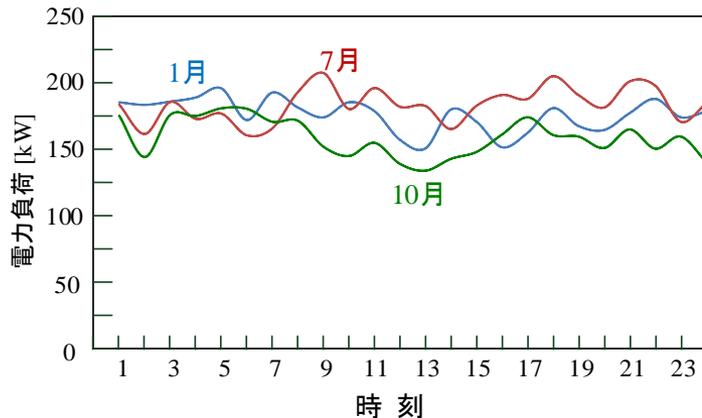


電力及び熱負荷の長周期変動(51次隊)

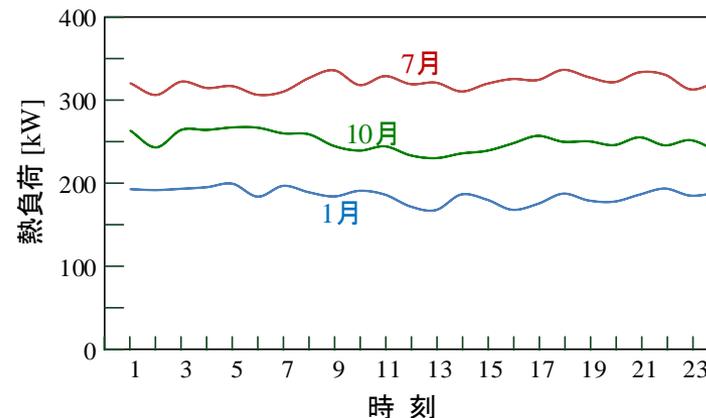
各月の電力負荷変動



1日の電力負荷変動



1日の熱負荷変動



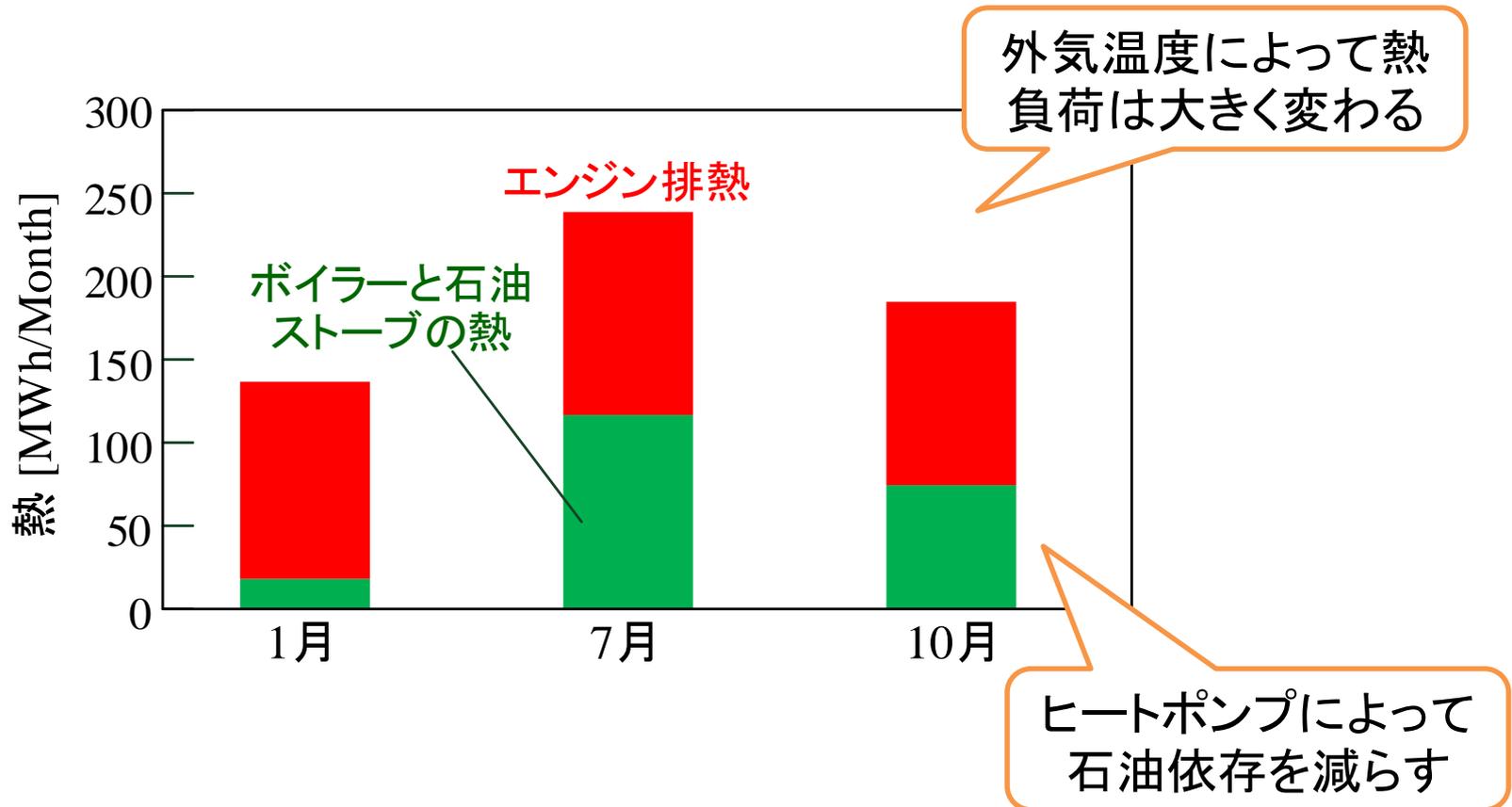
化石燃料の消費量(51次隊)

Fuel for power generation	JIS K 2204 (diesel)	430 kL
Fuel for boiler and heaters	JP-5 (jet fuel)	87 kL
Other		90 kL

430kLのディーゼル燃料には、昭和基地全体の電力需要のほかに、居住棟、管理棟、発電棟、倉庫棟、汚水処理棟(A_0からA_4)の暖房、給湯、解氷(生活水)に要する熱供給が含まれる。

さらに、上で述べた施設以外の暖房については、年間に87kLのJP-5燃料により供給される。

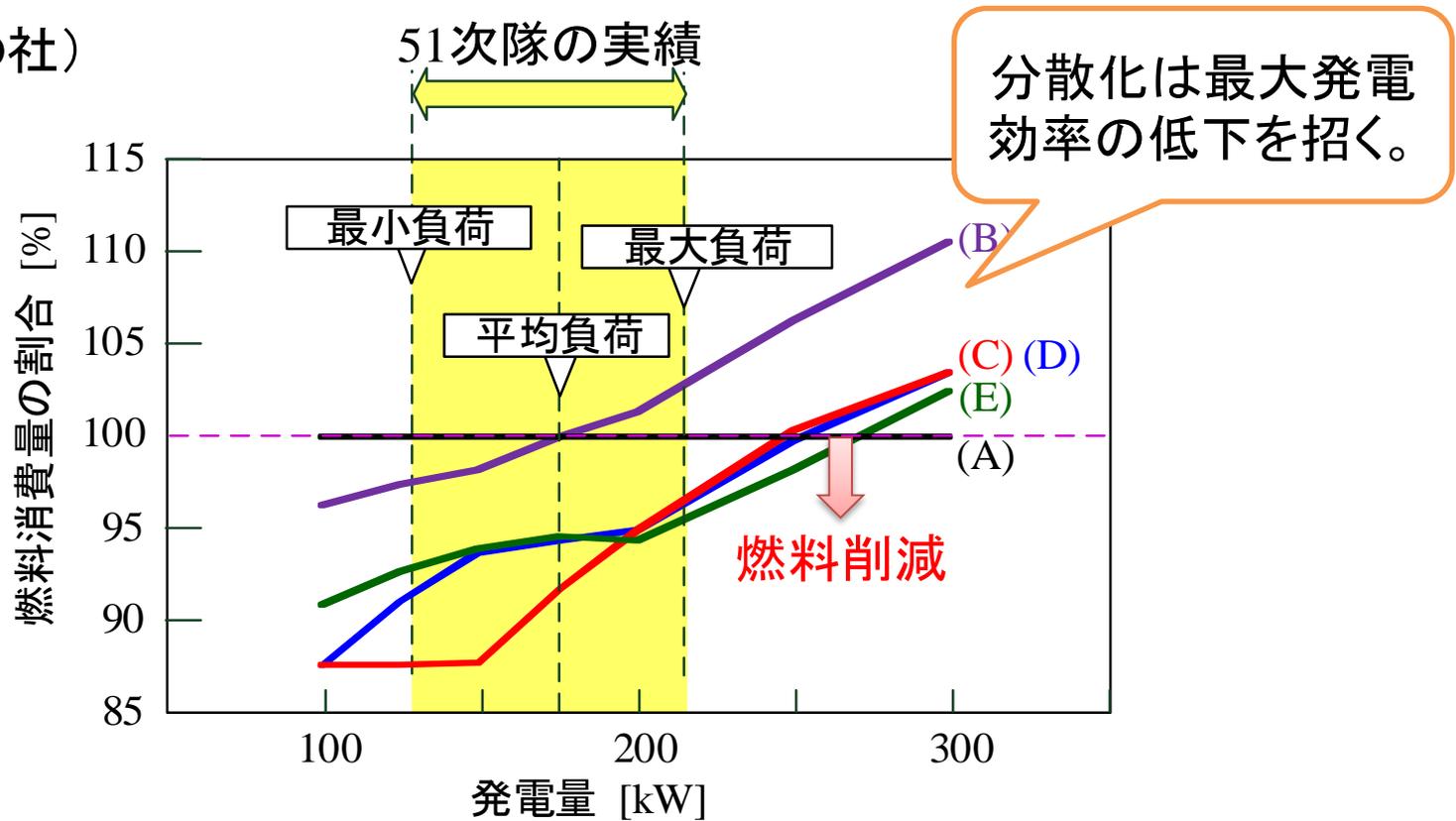
51次隊の熱負荷の実績



熱需要に対してエンジン発電機から供給可能な排熱の割合は、夏期には86%であるが、冬期には51%まで低下する。

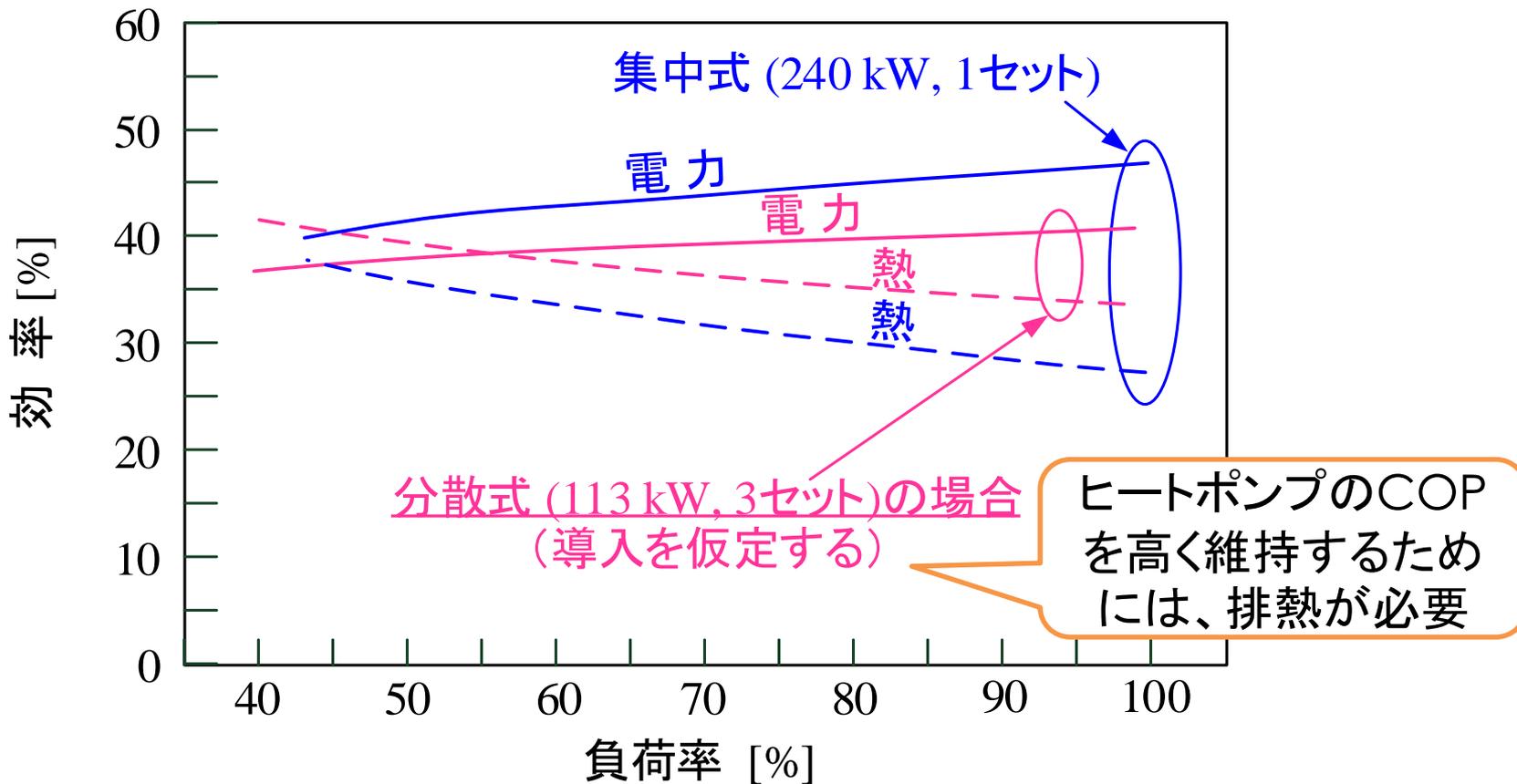
一般的なエンジン発電機の集中方式と分散方式 (発電量と燃料消費量の関係)

カタログ値 (D社)

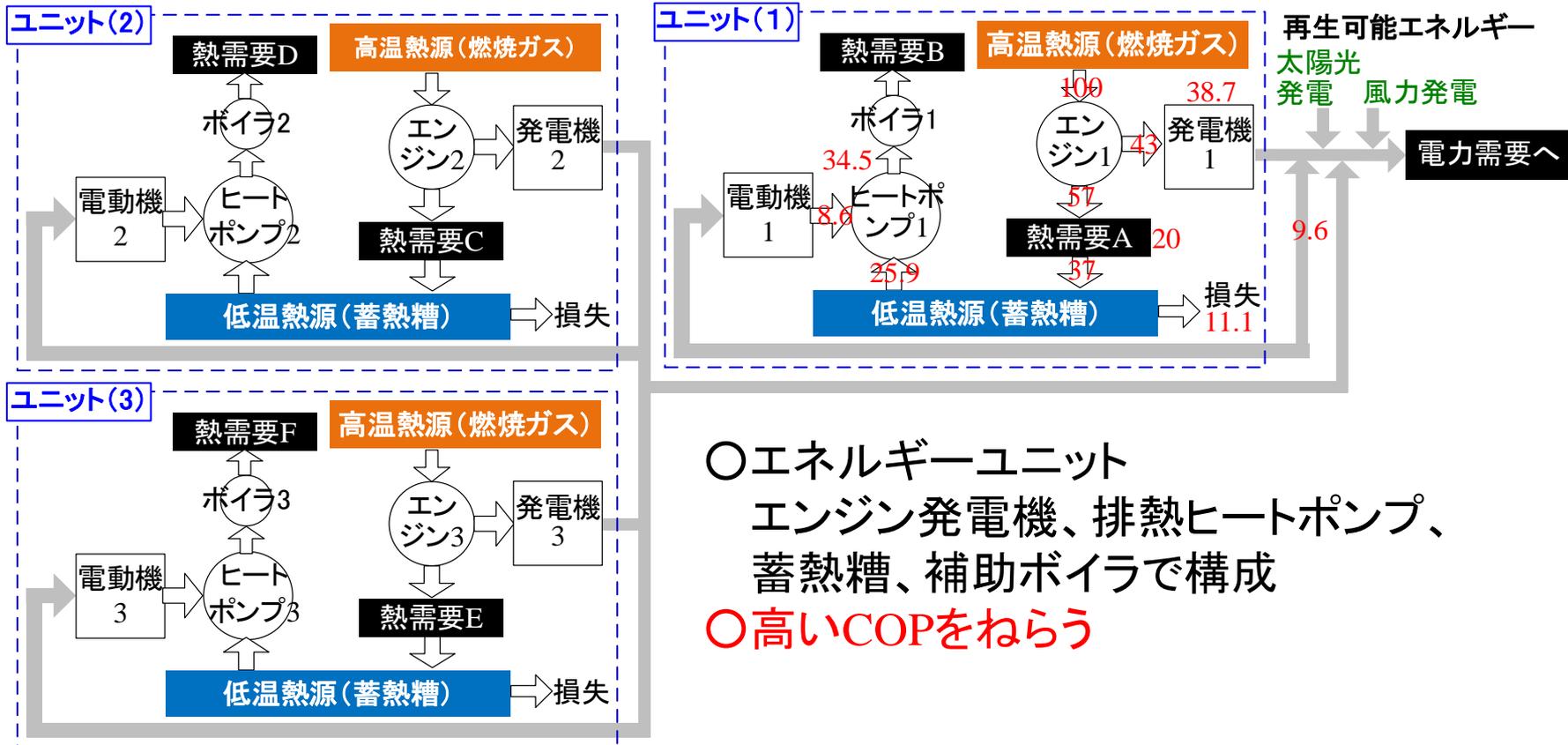


- (A) 309kW (central system)
- (B) 73.6kW, 4セット
- (C) 113kW, 3セット
- (D) 113kW, 2セット + 73.6kW
- (E) 73.6kW + 232kW

エンジン発電機の集中方式と分散方式 (負荷率と効率の関係)

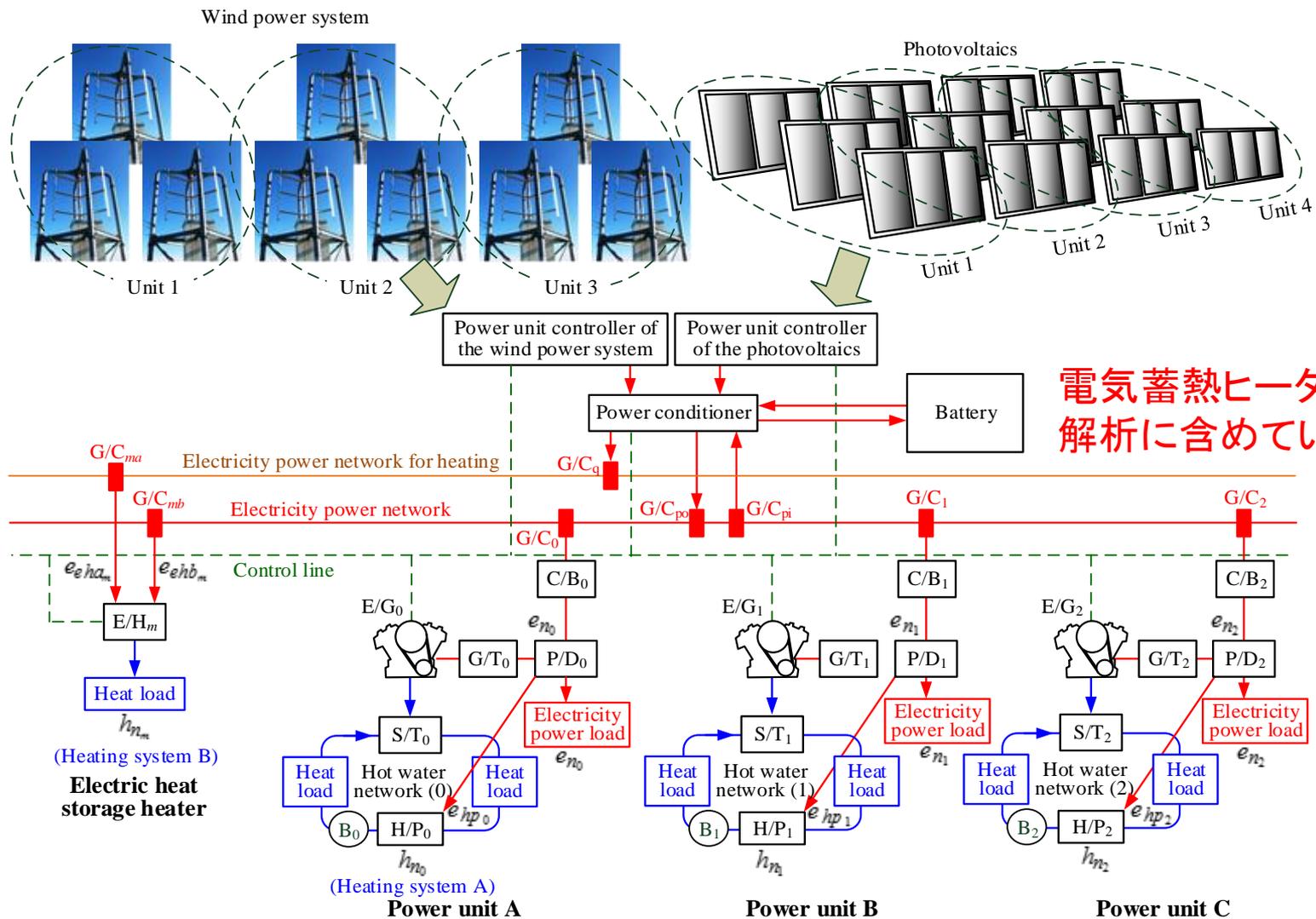


定格運転時の熱機関及びヒートポンプの効率



- エネルギーユニット
エンジン発電機、排熱ヒートポンプ、蓄熱槽、補助ボイラで構成
- 高いCOPをねらう

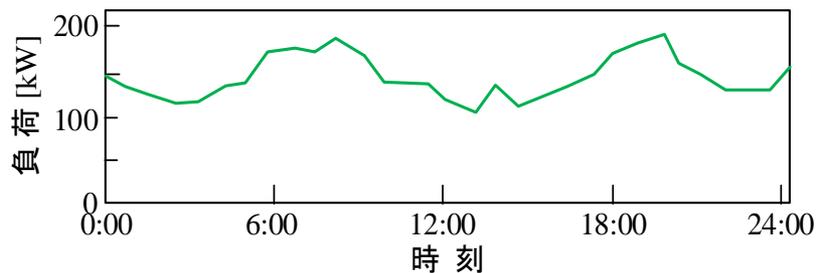
再生可能エネルギーが増すと、エンジン発電機の負荷が小さくなり、排熱量は低下して、補助ボイラでの燃料消費が増加する。
そこで電動ヒートポンプの運用を計画して、エンジン発電機の負荷率と発電効率の増加を目指す。



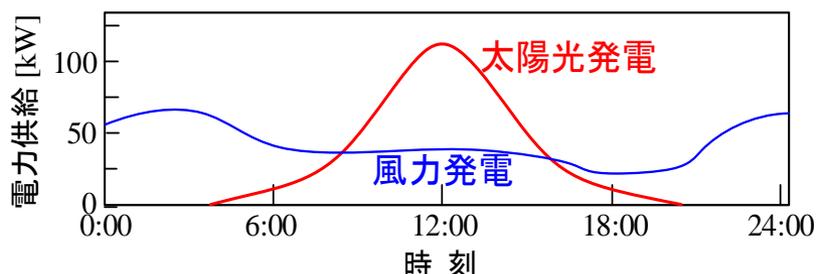
電気蓄熱ヒーターは
解析に含めていない。

C/B	Circuit breaker	E/H	Electric storage heater	G/T	Generator	P/D	Power distribution unit	⊙ B	Back-up boiler
E/G	Engine generator	G/C	Grid connection	H/P	Heat pump	S/T	Heat storage tank		

長周期変動時のエンジン発電機の運用計画

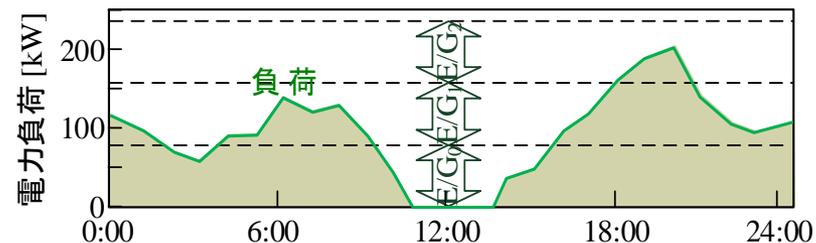


(a) 電力負荷(例)

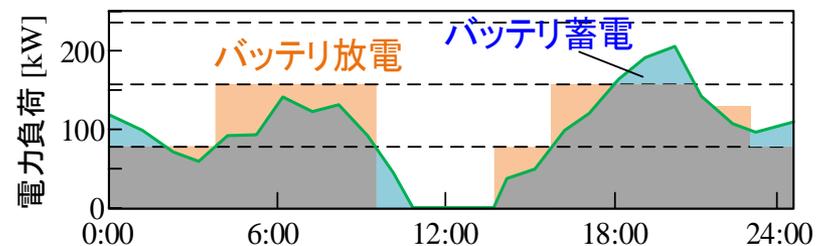


(b) 再生可能エネルギー供給量

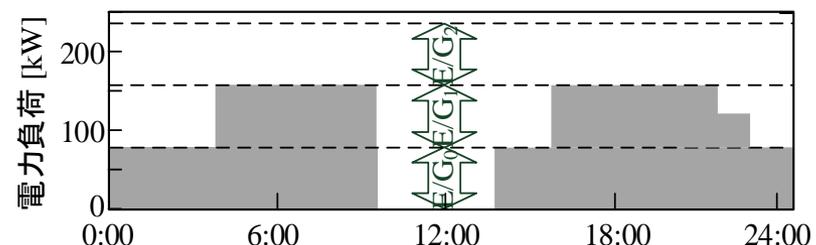
エンジン発電機は、出力0% (ニュートラル運転), 50%, 100%のいずれかで運転する。エンジン発電機の出力を0%, 50%, 100%のいずれかにすると、電力の余剰と不足の時間帯が生じる。そこでバッテリーの充放電で調整して、各エンジン発電機の負荷を多くの時間帯で高くする。



(c) 分散エンジン発電機の負荷配分

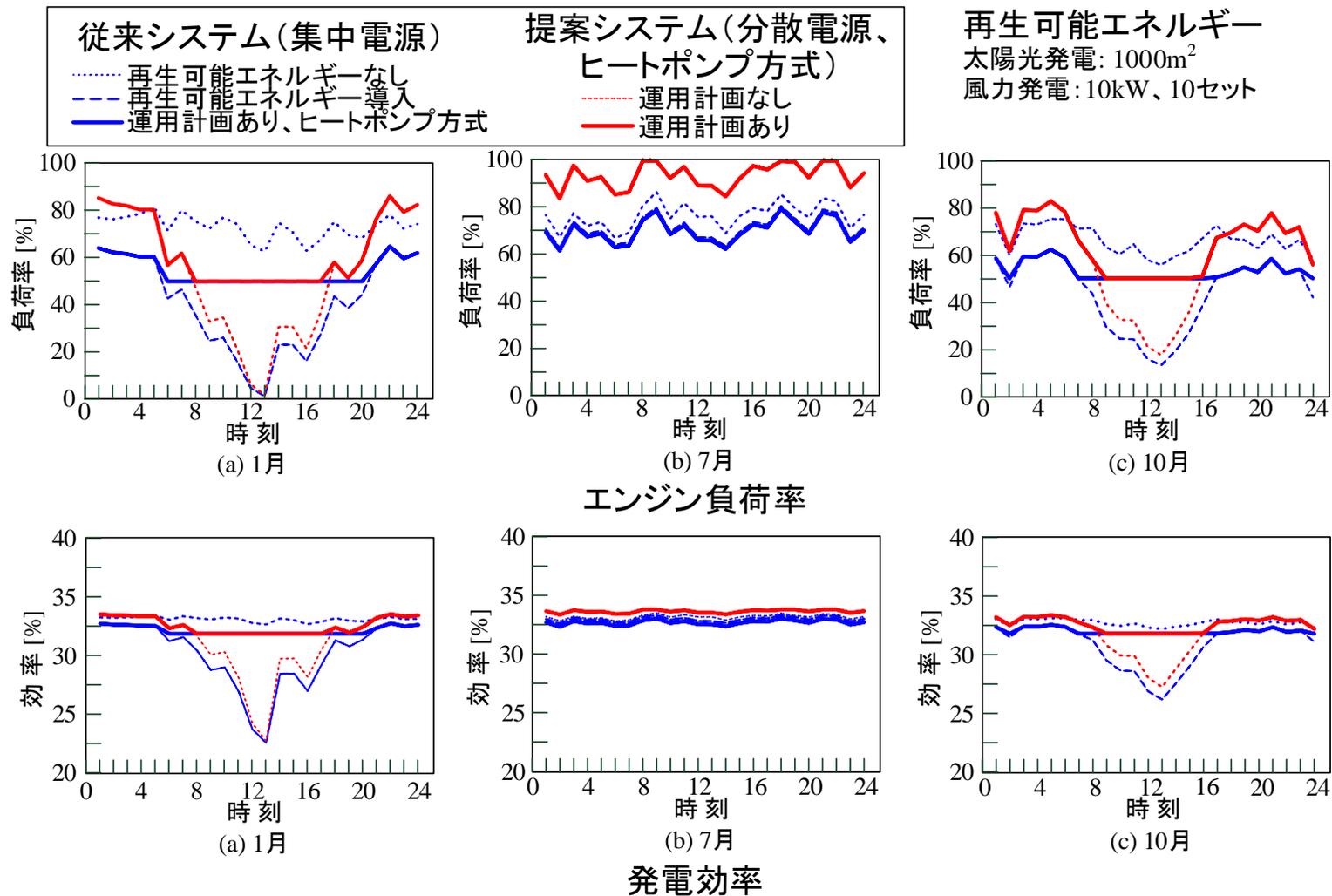


(d) バッテリーの運用

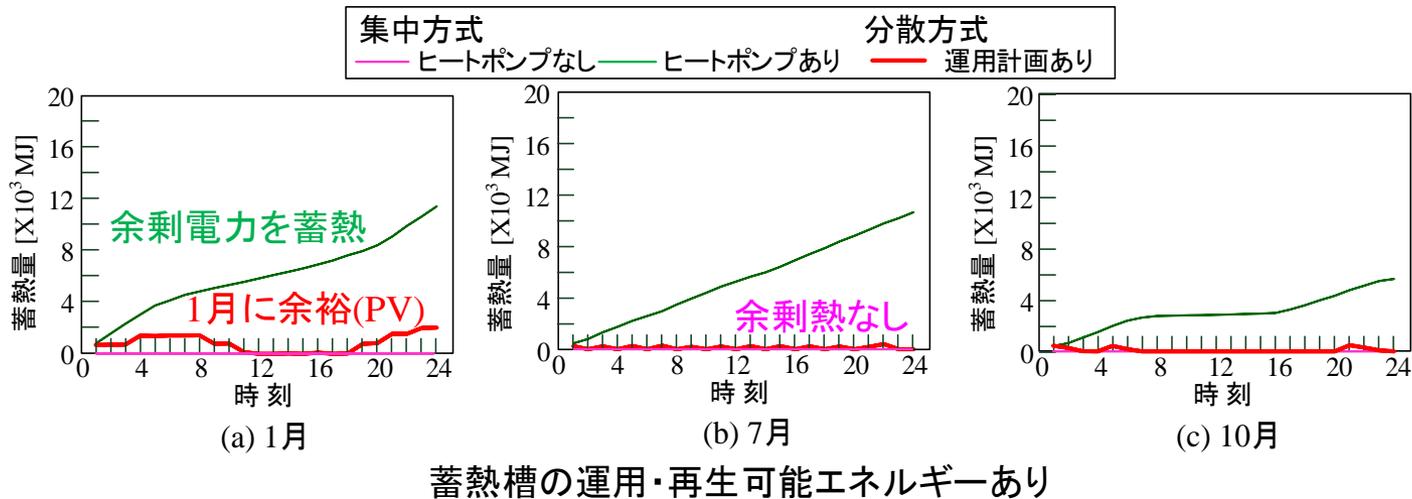
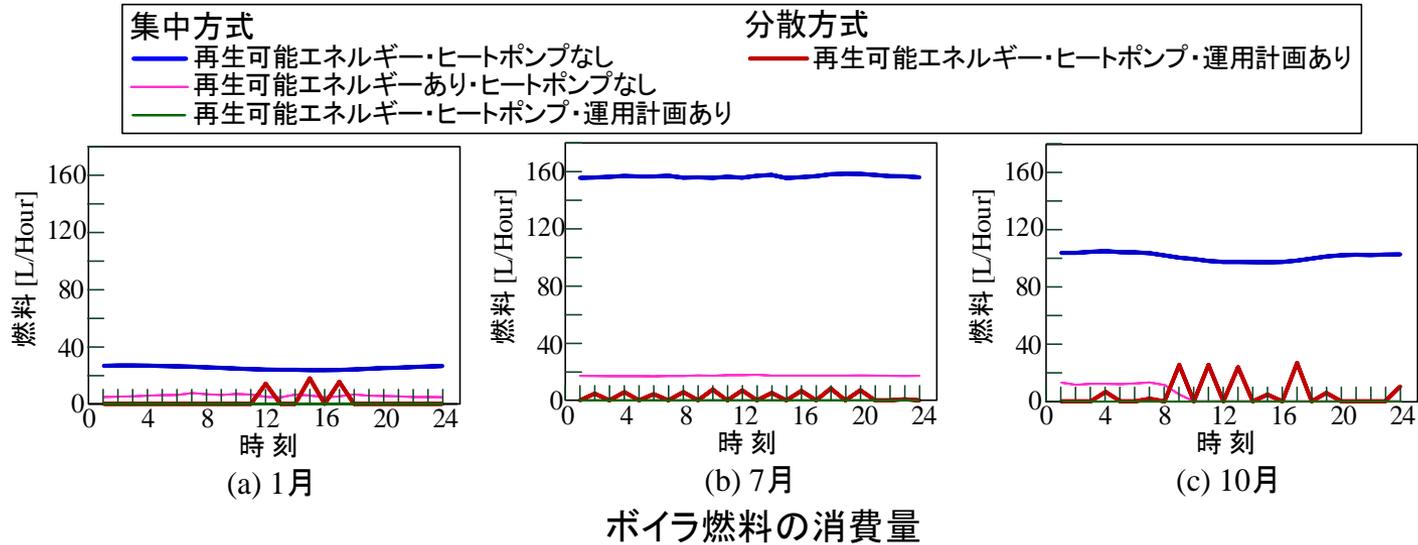


(e) エンジン発電機の運用方法

エンジン負荷率の増加と発電効率の改善



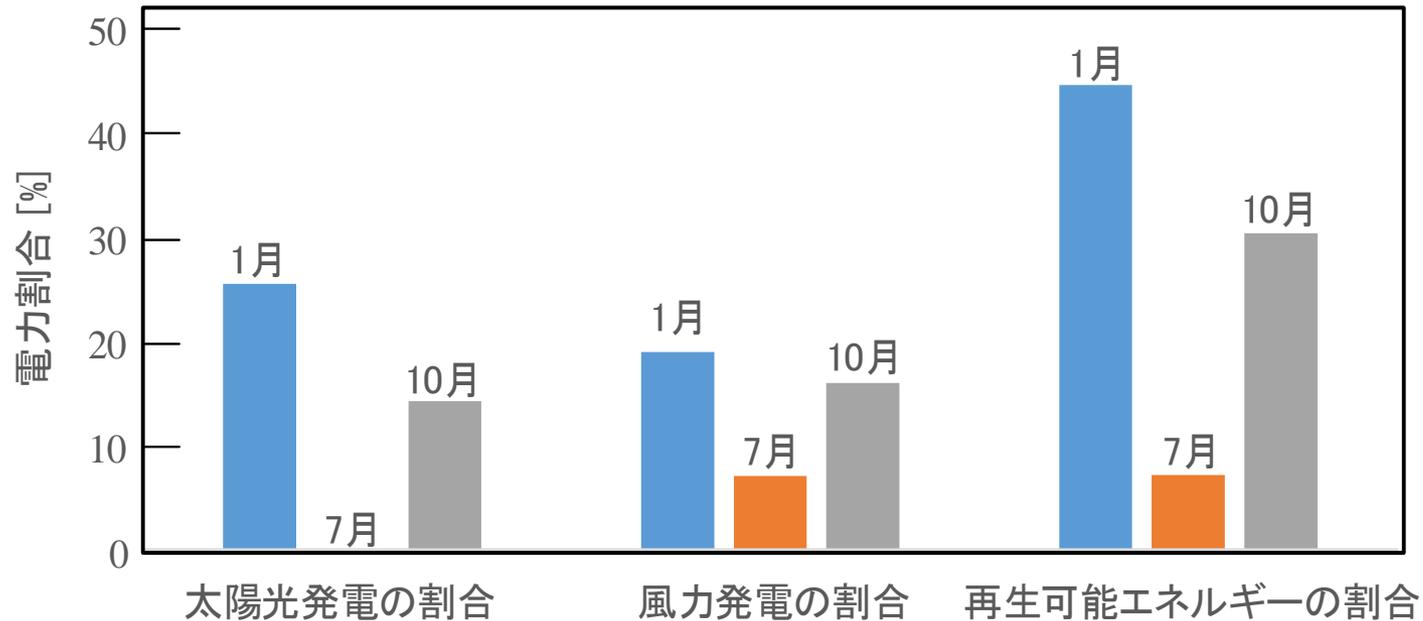
ボイラ燃料と蓄熱槽の容量



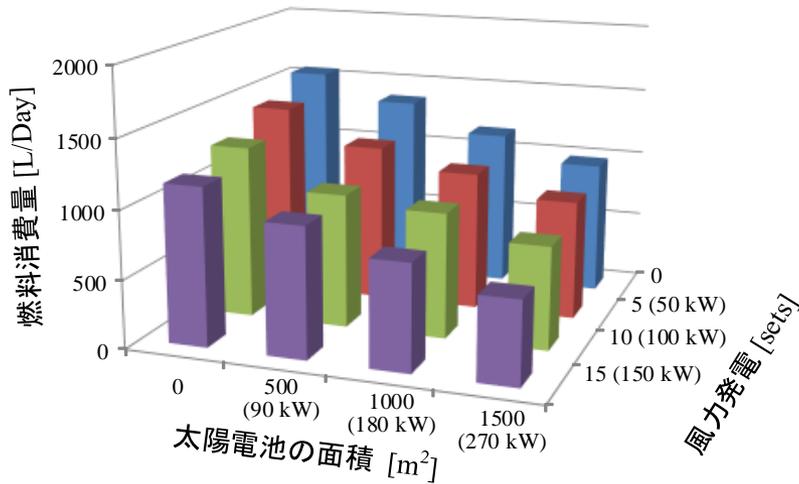
再生可能エネルギーの導入量(解析例)

再生可能エネルギー

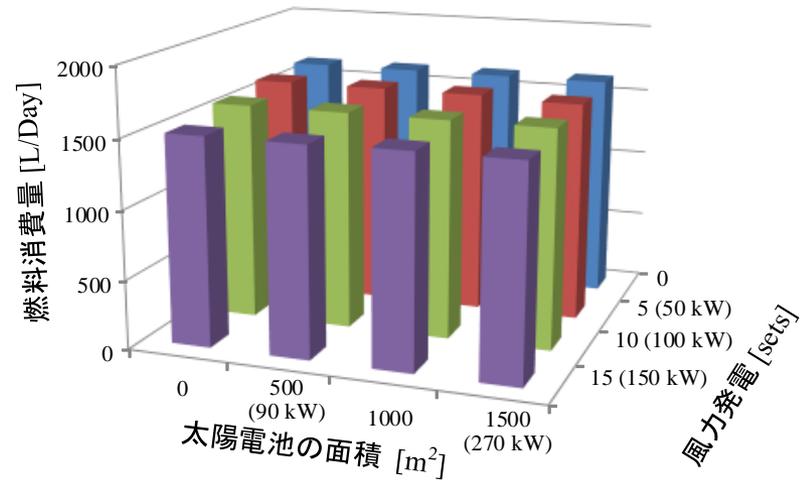
太陽光発電: 1000 m², 風力発電: 10 kW、10セット



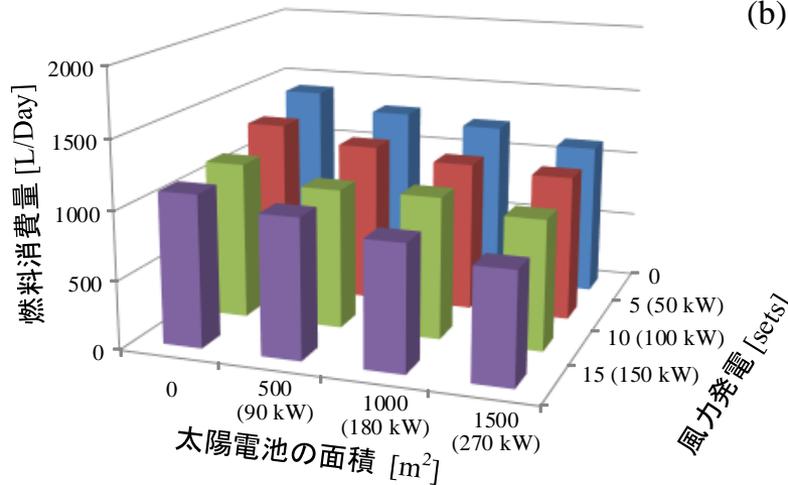
再生可能エネルギー導入量と燃料消費の関係



(a) 1月

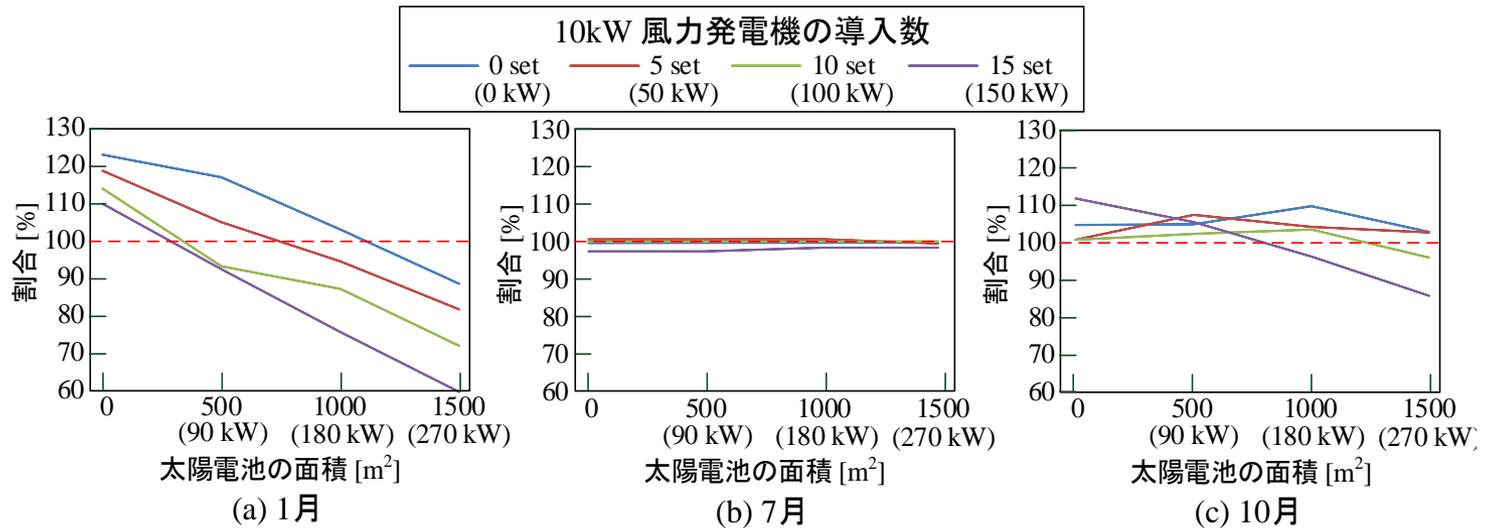


(b) 7月

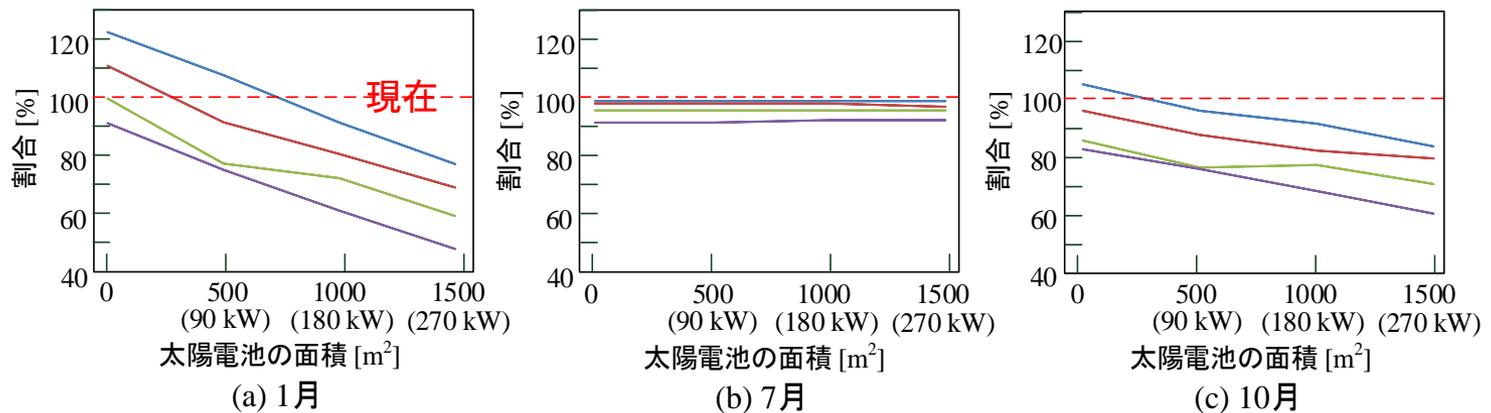


(c) 10月

再生可能エネルギーの導入量とその効果



集中方式(再生可能エネルギーと運用計画を伴う)と提案分散方式との割合



現在の昭和基地でのエネルギーシステム(51次隊)と提案分散方式との割合

結 言

- ◎分散電源方式が有利である条件は、長周期変動が大きな自然エネルギーを大量に導入する場合である。
- ◎風力発電は年間を通してベース供給力となり得るが、冬期(7月)の平均風速は他の月に比べて低く(1月に対して74%, 10月に対して78%), 冬期の化石燃料の低減効果は他の月に対して小さい。
- ◎再生可能エネルギーの導入量が少ないと、分散方式は従来の集中方式に比べて不利な場合がある。自然エネルギーの導入量や変動が少なく、エンジン発電機の負荷率が狭い範囲に維持できるのであれば、分散方式よりもむしろ集中方式の燃料消費量のほうが少ない。

ご清聴ありがとうございました。