

平成 22 年度 空気調和・衛生工学会北海道支部セミナー

「北海道の資源・エネルギーを考える」

(北海道支部設備技術研究会の調査研究に関連して)

平成 23 年 2 月 28 日 (月)

札幌市立大学サテライトキャンパス

主催：(社)空気調和・衛生工学会北海道支部

共催：(社)建築設備技術者協会北海道支部

(社)電気設備学会北海道支部

(社)日本機会学会北海道支部

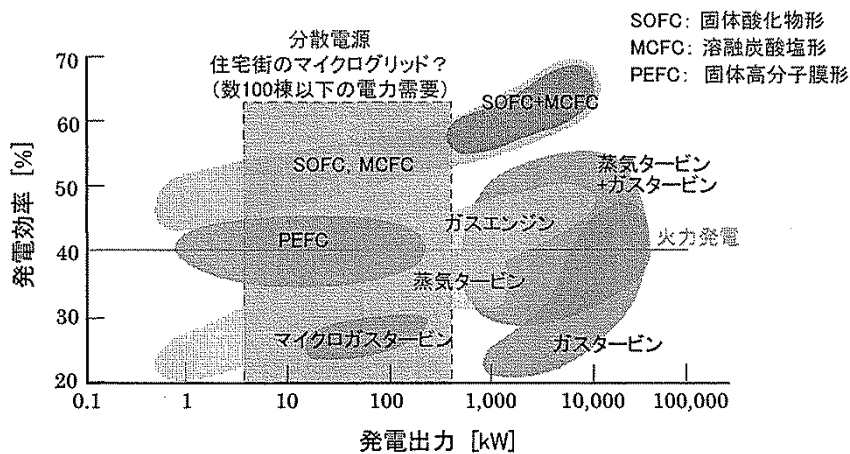
北海道における資源・エネルギーの活用

北見工業大学 電気電子工学科電力工学研究室 小原伸哉

1. エネルギーシステムのネットワーク化

1.1 エンジン発電機および燃料電池の発電出力と発電効率

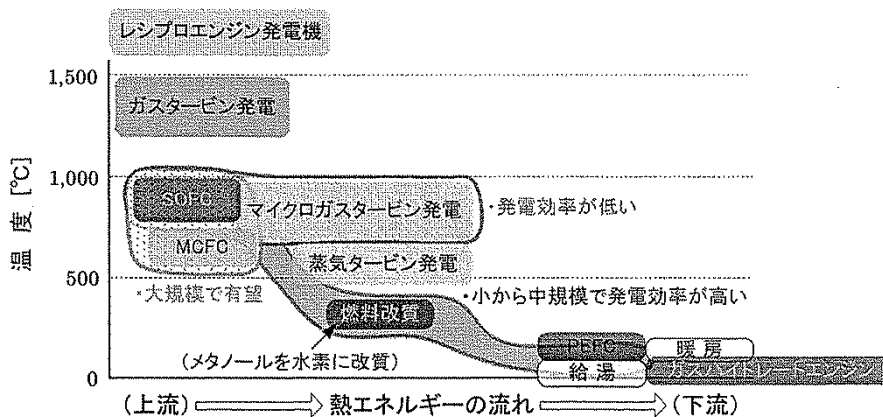
各種燃料電池，ガスエンジンおよびそれらのカスケード利用は，分散電源（マイクログリッドを含む）に要求される発電出力と発電効率に適している。



1.2 高効率発電を目指す熱エネルギーのカスケード利用の例

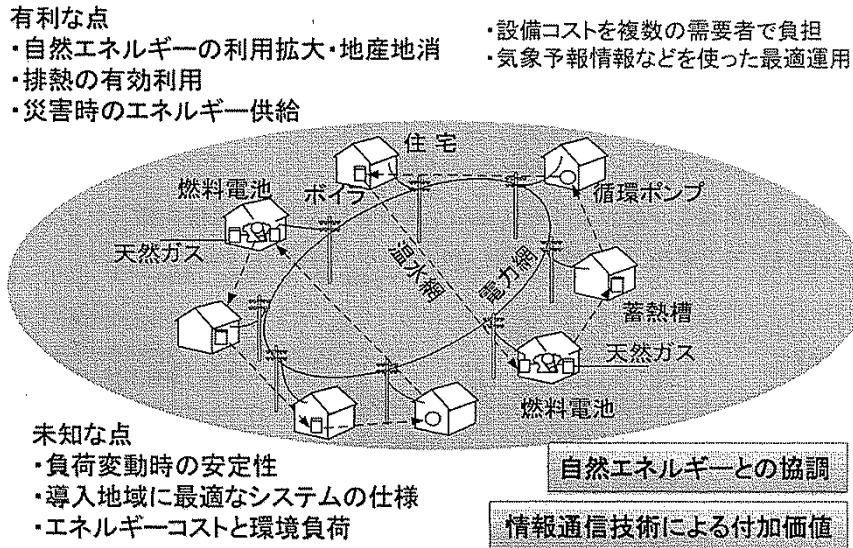
熱エネルギーのカスケード利用とは，

化石燃料に火をつけると千数百度の温度が得られる。この際に，各温度領域に適したエネルギーシステムを導入することで，化石燃料の持つエネルギーを可能な限り使いつくすという考え方。



1.3 次世代エネルギー網（？）とネイチャーグリッド

マイクログリッドを用いた分散エネルギーシステムの特徴

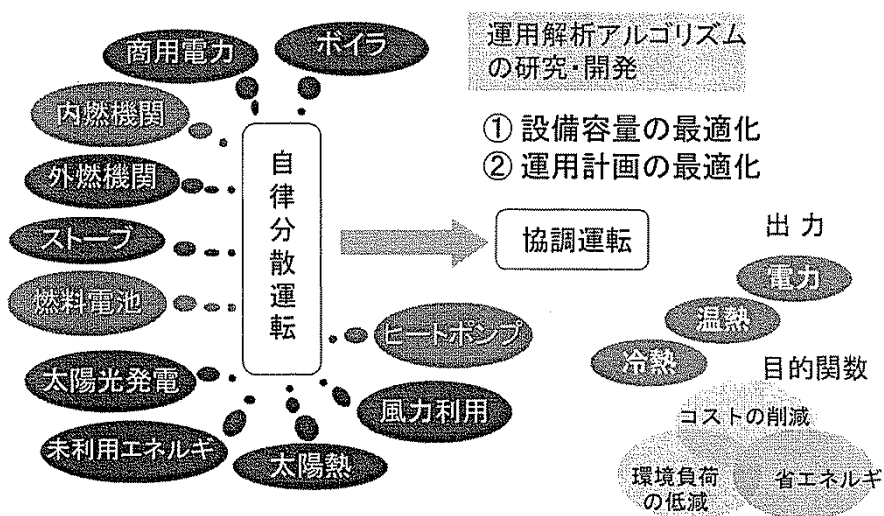


ネイチャーグリッドとは、

- ① その地域で得られる再生可能エネルギーを最大に利用するマイクログリッドの総称。
- ② ネイチャーグリッドでは、電力および熱供給のほかに、利用者へエネルギーおよび環境の情報が配信されます。

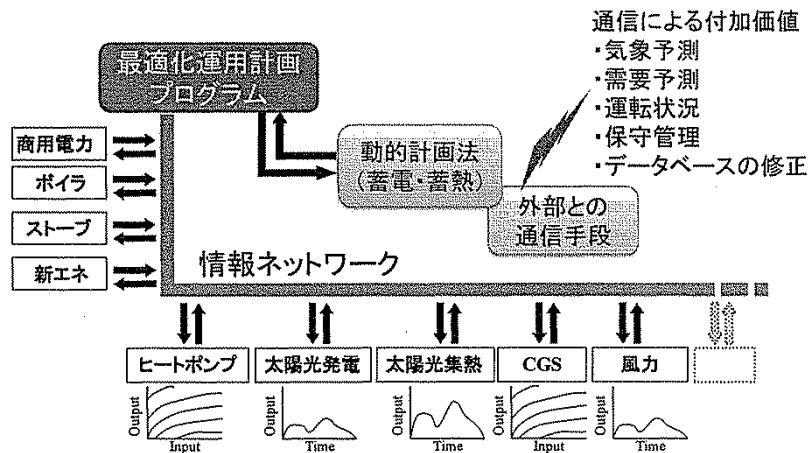
1.4 エネルギーシステムの協調運転

エネルギーシステムの自律運転と協調運転



1.5 エネルギーネットワークシステムの最適運用

- ・多変数非線形システムの動的最適化問題
- ・蓄熱・蓄電の入出力計画（動的計画）
- ・「情報」による最適化の支援

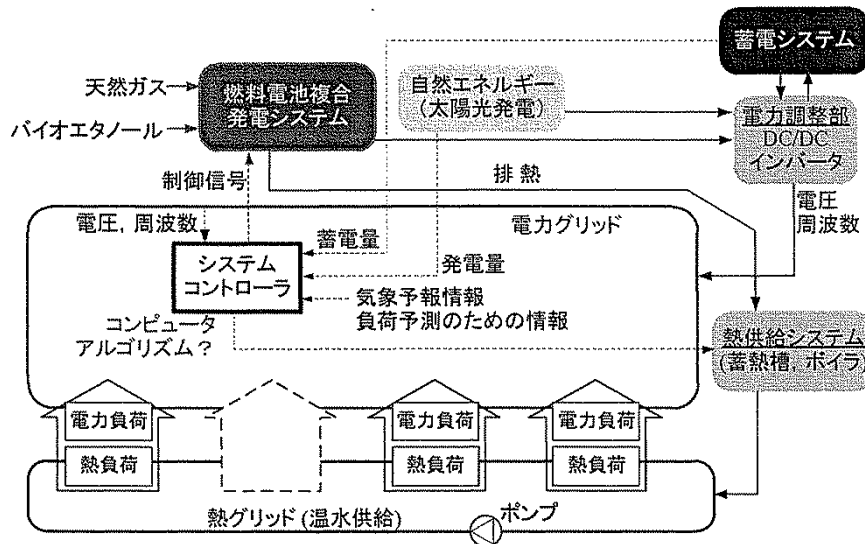


⇒エネルギーコストの低減，環境負荷の低減，省エネルギーの達成

2. 次世代エネルギー網の調査と計画

2.1 自然エネルギー協調システムの例

燃料電池と太陽光発電を用いた自然エネルギー協調マイクログリッドの例



太陽電池の出力が増すと，燃料電池の負荷率は低下する。燃料電池を高い発電効率点で運転するためには，蓄電，売電，水電解による水素製造などを要する。

2.2 パワーシステムによる協調運用の例

都市ガスエンジンと燃料電池（固体高分子膜形）を協調して運転することを考える。この場合には、例えば以下の運用方法が考えられる。

- ① 都市ガスエンジンの排熱を水素の製造（燃料改質）に利用する。
- ② 各パワーシステムの負荷率と発電効率の関係を考えて、より高効率な運用を計画する。

都市ガスエンジンと燃料電池の複合発電システム

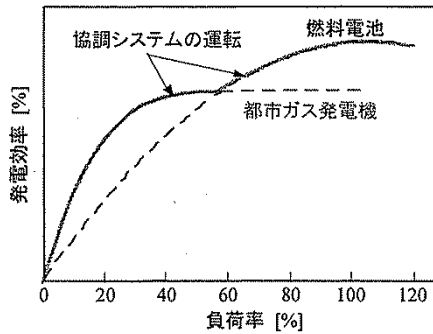
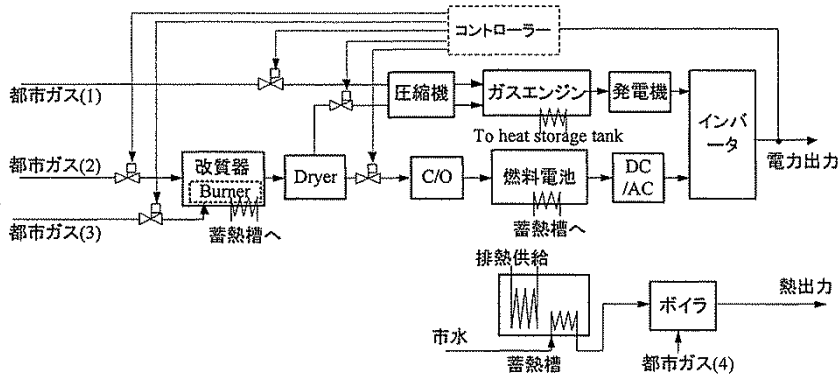


Fig. 都市ガスエンジンおよび燃料電池の負荷率と発電効率の関係

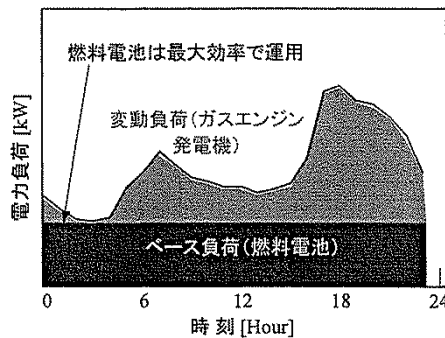
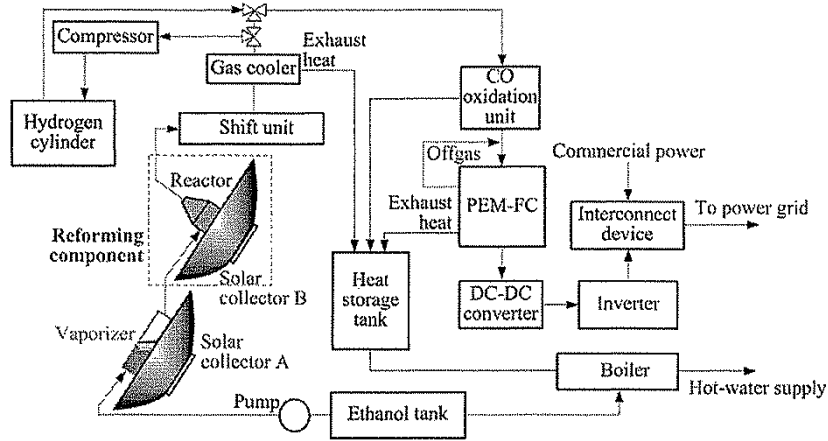


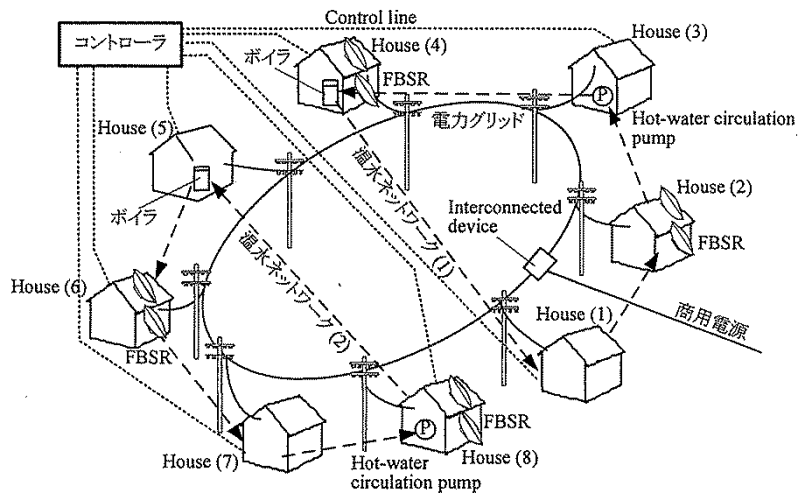
Fig. 都市ガスエンジンおよび燃料電池の運用計画の例

2.3 水素供給ネットワークの例

太陽光集熱器によるバイオエタノール・ソーラー改質システム(FBSR)



FBSR を用いたマイクログリッド



2.4 排熱供給ネットワーク

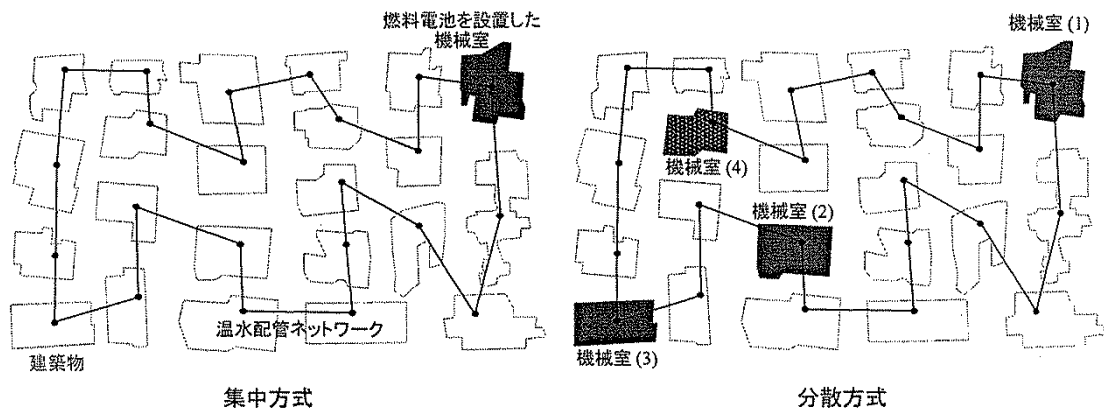
エネルギーシステムの分散配置では、システムの排熱利用が大きく促進すると予想される。ここでは、以下の2つの方式を検討する。

集中方式：燃料電池を1ヶ所の機械室に設置して、各建築物に電力と熱を供給する方式。

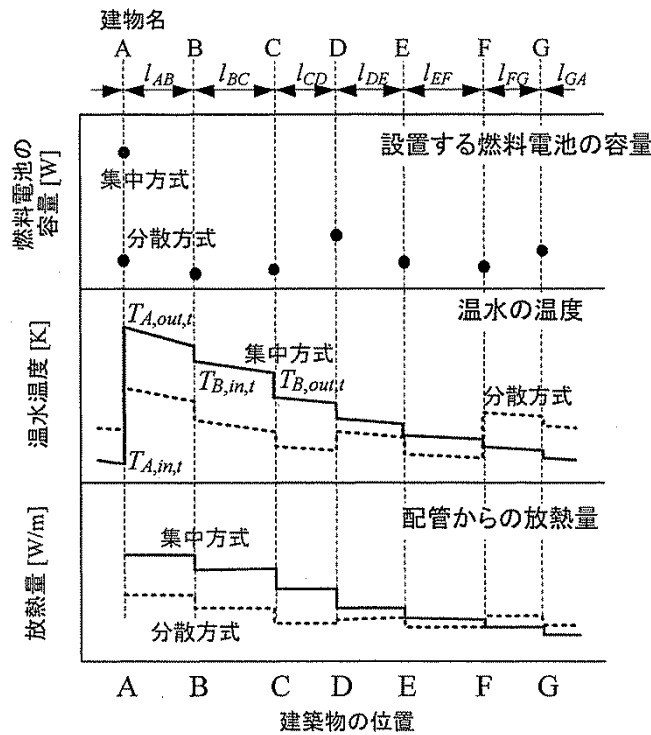
分散方式：燃料電池を複数の建築物に設置して、各建築物に電力と熱を供給する方式。

温水を用いて各建築物に熱（排熱を含む）を供給するが、はたして集中方式と分散方式では、配管の放熱量は同じであるか？

温水配管のネットワーク



温水ネットワークの放熱量



集中方式では、建築物 A から G に進むに従って、温水温度は順次低下することから外気温と温水の温度差は小さくなり、上の図中に示すように、単位長さあたりの配管からの放熱量も小さくなる。これに対して分散方式では、すべての建築物に燃料電池を設置しており、各建築物の出口温水温度は、各棟に入力する温水の熱量、その建築物に設置した燃料電池の排熱量、その建築物での熱需要量の収支関係で決まる。したがって、建築物の出口温水温度は上の図中に示すように、各棟に進むにつれて上下に変動することとなる。この結果、配管の単位長さ当たりの放熱量も、図

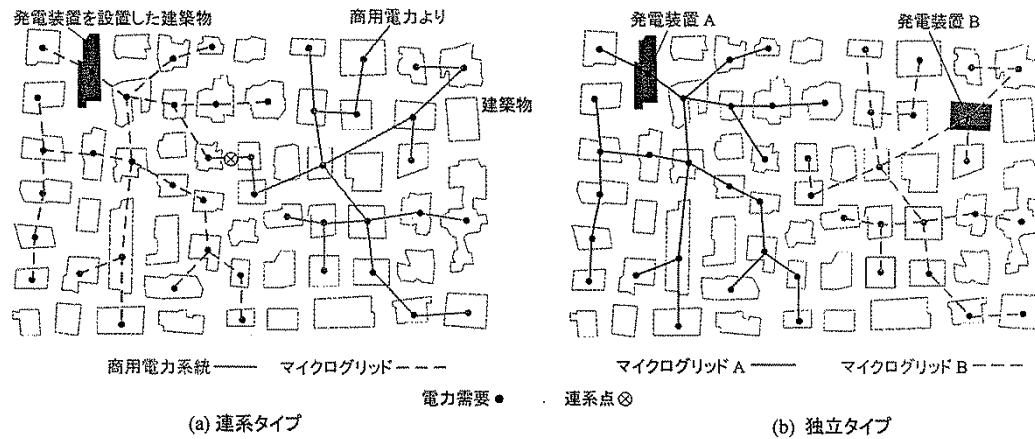
中に示すように上下に変化する。したがって、温水配管がどの建物（熱負荷特性）を経由するかによって、配管全体での放熱量は異なることとなり、このことは、分散方式の場合で顕著に現れる。

2.5 エネルギー需要パターンとシステムの運用計画の検討

エネルギーシステム（電源）の設置場所とネットワークの導入方法の関係を最適化する。すなわち、小型分散電源の負荷率と発電効率の関係から、高い発電効率を得るための電力需要パターンの組み合わせと、設置する電源容量を計画する。そこでシステムの目的を発電効率の最大化として、対象とする市街地にマイクログリッドを導入する方法を検討する。

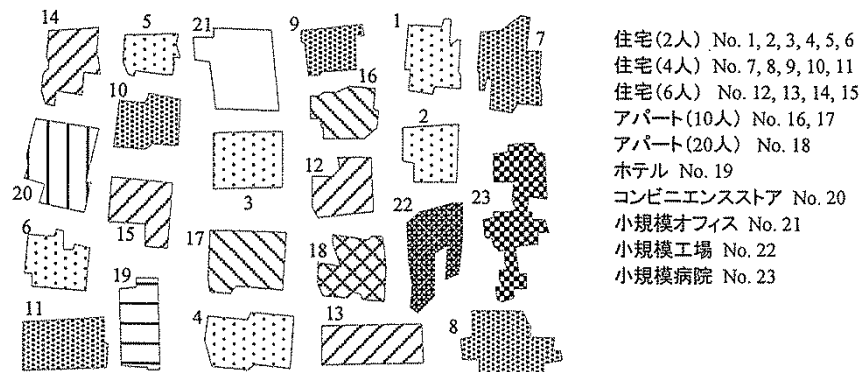
(1) マイクログリッドのモデル

マイクログリッドの形態を計画する。

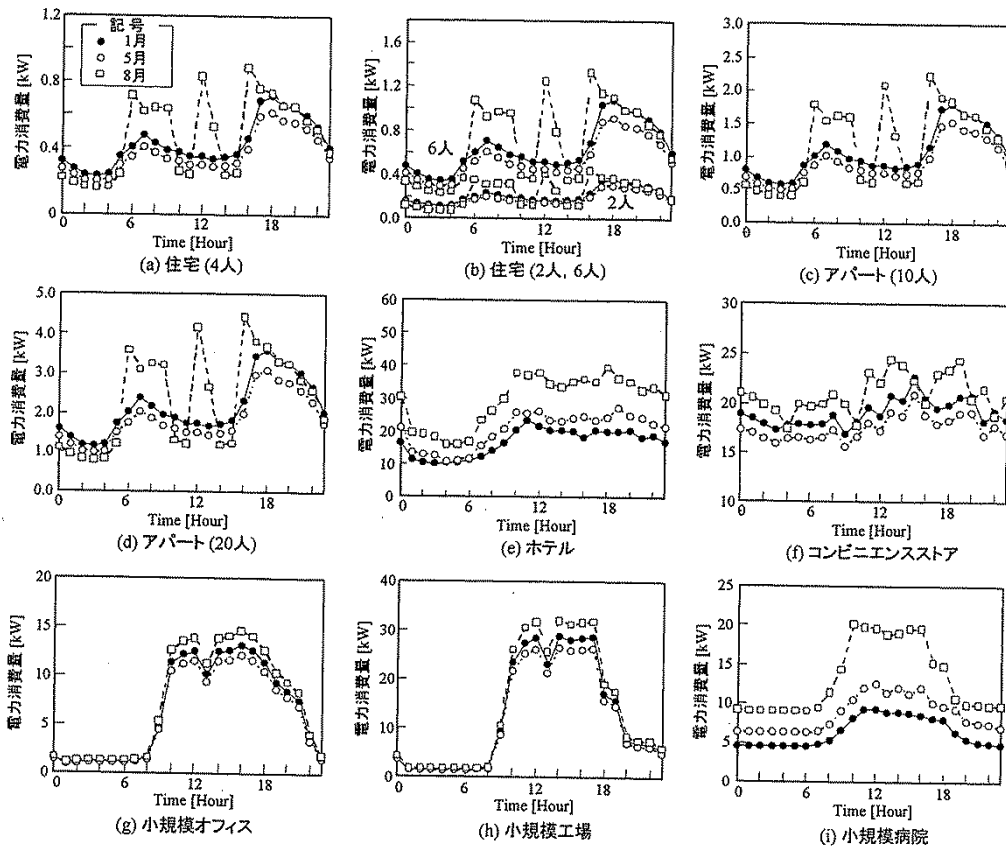


(2) マイクログリッドを導入する住宅地の例

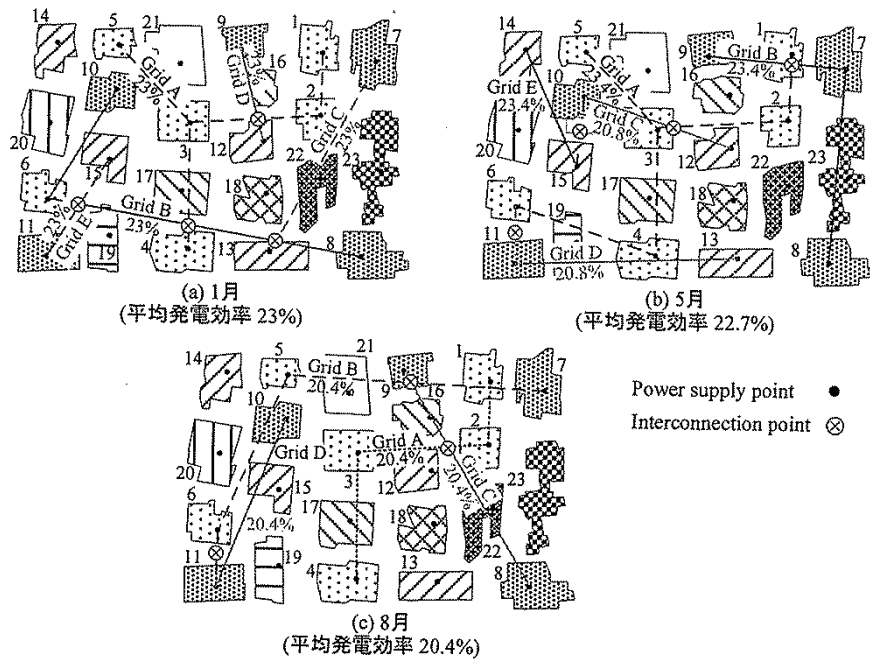
各建築物のエネルギー（電力）需要パターンを見積もる。ただし、私的な情報であることや、生活パターンの違いなどもあるので、見積もりの精度はそこそこであることを前提とする。



(3) 電力需要パターンの例



(4) 燃料電池マイクログリッドのネットワーク解析の結果



電気電子工学科 電力工学研究室 教授

博士（工学） 小 原 伸 哉

OBARA Shin'ya

国立大学法人 北見工業大学

〒090-8507

北見市公園町165番地

TEL 0157-26-9262 FAX 0157-26-9262

e-mail : obara@mail.kitami-it.ac.jp

URL : <http://doratomo.ddo.jp/phootaro/index.html>

小原伸哉

- 昭和 60 年 3 月 函館工業高等専門学校機械工学科卒業
- 平成 元年 3 月 長岡技術科学大学大学院工学研究科 機械系機械システム工学専攻修了
- 平成 元年 4 月 高砂熱学工業株式会社
- 平成 3 年 1 月 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
- 平成 12 年 3 月 北海道大学大学院工学研究科 機械科学専攻博士後期課程修了
- 平成 12 年 4 月 北海道大学大学院工学研究科 機械科学専攻宇宙熱物理工学分野 研究員
- 平成 18 年 4 月 苫小牧工業高等専門学校 機械工学科 助教授・准教授
- 平成 20 年 4 月 苫小牧工業高等専門学校 機械工学科 教授
- 平成 20 年 12 月 北見工業大学 電気電子工学科 電力工学研究室 教授