

東京下町におけるエネルギー供給計画

東京下町におけるエコロジカルシティ計画に関する調査研究 (その2)

地球環境 エネルギー消費 未利用エネルギー

▼はじめに

前報では空間配置計画の方針として、居住水準を向上させるために一人当たりの居住面積を拡大することを目的として報告した。ここで、空間の拡大はエネルギー消費の増大につながるため、地球環境保全の観点より本計画を持続可能な成長にするためには、一人当たりのエネルギー消費を現状程度に維持させる必要がある。そこで本報では、居住水準の向上という豊かさの追求と環境保全を両立させるために、河川水熱、下水熱、太陽エネルギーなどの未利用エネルギーやコージェネレーションを活用した新システムを導入したエネルギー供給計画を提案する。また、この新システムを導入した計画を考察することで、エネルギー消費にともなう環境へのインパクトを地球レベルで環境影響評価する。

▼エネルギー消費の比較ケース

新システム導入後の消費量を段階的に評価するために、図1に示すように現状に対して計画を3段階に分けて比較を行った。ケース①は現状で、ケース②は計画人口を 50㎡/人の居住水準で収容する空間を従来の小規模・低層建築、供給処理施設で計画したもの、ケース③は建物を高層化するもの、ケース④は高層化とともに、供給処理施設として新システムを導入したもので、ここで最終的に提案するものである。

▼建物形態を考慮したエネルギー負荷

建物形態の違いにより、同床面積でも高層化することで外壁面積は小さくなり、ケース③、ケース④の高層化計画は同じ延床面積のケース②の小規模・低層建築と比較して1/4程度になる。これにより外壁からの熱取得、熱損失が大きく低減される。計画前後の熱負荷を理論値で比較したものを図2に示すが、計画で床面積が約2倍に増加しても高層化することで負荷は現状をほぼ維持することが分かる。

▼エネルギー負荷の算定方法

冷暖房・電力負荷は図3に示すように単位床面積当たりの建物用途別原単位を用いて算出した。計画の冷暖房負荷は、現状に比較して外壁面積が小さいことを考慮するために、前節の結果にもとづき修正率を設定して算定した。給湯負荷は、人口当たりの建物用途別原単位により求めた。図4に月別の冷暖房・電力負荷算定結果を示す。

○正会員 遠藤 登史 光^{*1}
小島 康太郎^{*2}
高橋 俊一^{*3}
三浦 清秀^{*4}
高橋 信之^{*5}
尾島 俊雄^{*5}

ケース①
現状人口(135,788人)
一人当たり住宅面積: 30㎡/人
低層建築・従来システム

ケース②
計画人口(238,842人)
一人当たり住宅面積: 50㎡/人
低層建築・従来システム

ケース③
計画人口(238,842人)
一人当たり住宅面積: 50㎡/人
高層建築・従来システム

ケース④
計画人口(238,842人)
一人当たり住宅面積: 50㎡/人
高層建築・新システム導入

図1 比較ケースの設定

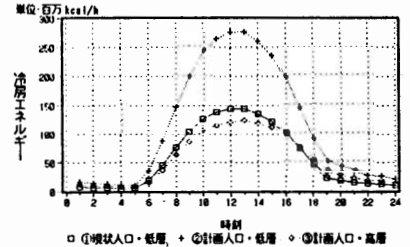


図2 建築形態による冷房エネルギー負荷の比較

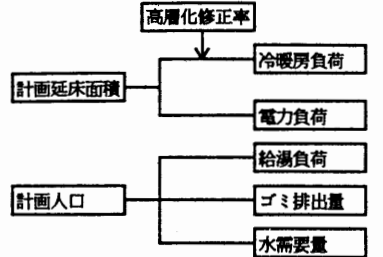


図3 エネルギー・資源負荷の算定方法

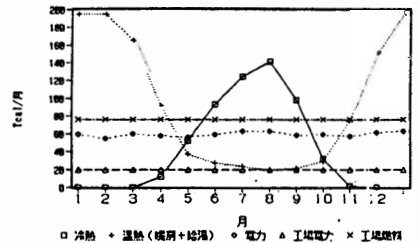


図4 冷温熱及び電力負荷月変動 (年間)

▼エネルギー供給システムの計画

地域プラントとして河川水プラント、下水処理プラント、ごみ処理プラントを設置し、8地区の合計約800haに電気、熱の供給を行う。また各地区の個別プラントとして、コージェネレーション（補助熱源を含む）、中水施設、太陽光発電を設置し電気、熱を供給する。このときのエネルギー供給フローを図5に示す。

▼エネルギー供給バランス

算定した計画後の冷温熱及び電力負荷に対して、新システムによるエネルギー供給の夏期における熱供給バランスを図6に、電力供給バランスを図7に示す。未利用エネルギーによって約1/4が供給されるとともに、買電量が全体の約1/3になることがわかる。

▼計画における総エネルギー消費の評価

計画のケース別総エネルギー消費を図8に示すが、高層化の結果としてケース②からケース③で8.5%、新システム導入による結果としてケース③からケース④で18.6%、両方合わせた結果として、ケース②からケース④で25.6%の削減率がある。これにより、現状に対して居住空間を約2倍に拡大した計画後において、計画地区内の総エネルギー消費は現状の1.3倍で収まる。

▼計画における一人当たりのエネルギー消費の評価

一人当たりのエネルギー消費は、居住空間と就業空間の合計で消費されるエネルギーで評価した。このときエネルギー消費はこの両空間に関わるものを考慮しなければならないことから、現状において、計画で地区内に収容しきれず地区外に居住する人口分の住宅のエネルギー消費や、地区外の就業空間で消費されるエネルギー消費を前節で求めた総エネルギー消費に加えている。図9に示すように高層化の結果としてケース②からケース③で10.6%、新システム導入による結果としてケース③からケース④で23.3%、ケース②からケース④で31.4%の削減率がある。これにより一人当たりのエネルギー消費は、ケース④ではほぼ現状が維持される。

▼おわりに

このように今後、地球環境保全の観点から持続可能な成長にするためには、一人当たりのエネルギー消費が現状維持となる開発を行う必要があると考えられる。

- ※1熊谷組（当時早稲田大学大学院）
- ※2早稲田大学大学院
- ※3東北芸術工科大学・工博
- ※4早稲田大学講師・工博
- ※5早稲田大学教授・工博

導入システム機器効率

- 1) 下水熱利用ヒートポンプ
冷房COP: 4.22
暖房COP: 4.55
- 2) 河川水利用ヒートポンプ
冷房COP: 4.79
暖房COP: 4.44
- 3) ごみ処理プラント
低位発熱量: 2300kcal/kg
発電量: 13%
(施設内使用40%, 余剰電力60%)
熱供給可能量: 17%
- 4) コージェネレーションプラント
冷房効率: 22%
発電効率: 43%
吸収式冷凍機COP: 1.3
- 5) 太陽エネルギー
総合発電効率: 10%
屋根の半分面積に設置する。
- 6) 負荷算定条件
住宅の給湯負荷は人数に比例
工場蒸気熱需要は全燃料需要の1/2
- 7) 従来システム
ボイラ効率: 0.78
往復式冷凍機COP: 3.2

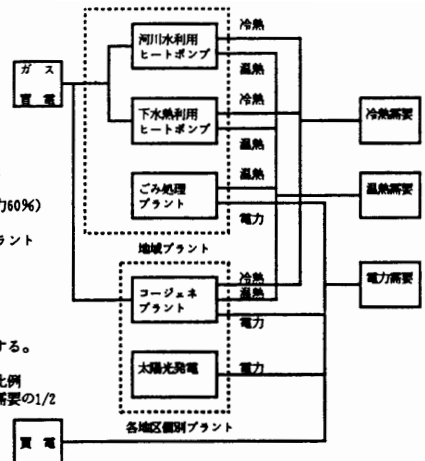


図5 エネルギー供給フロー

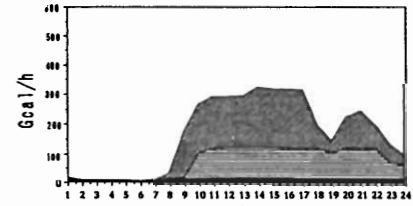


図6 計画後の熱供給バランス（冬期）

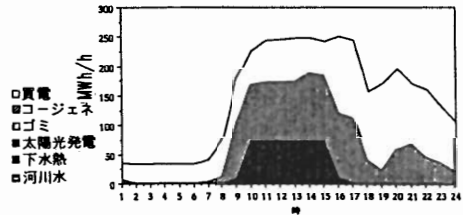


図7 計画後の電力供給バランス（冬期）

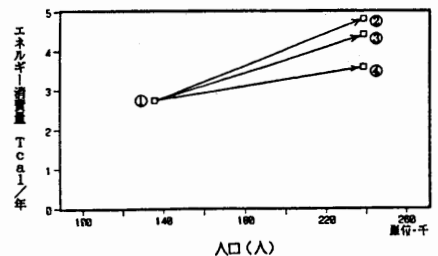


図8 総エネルギー消費量比較（年間）

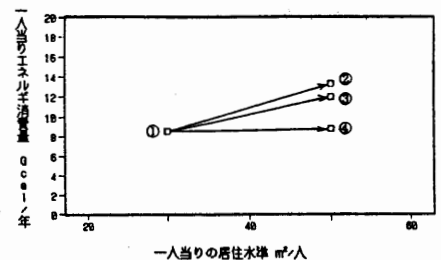


図9 一人当たりのエネルギー消費量比較（年間）