

西富久再開発時のCGS導入による
地区内エネルギーシステムに関する研究

都心部再開発、コージェネレーション、地区内エネルギーシステム

準会員	○浅利 直記 ^{*1}	同	中島 裕輔 ^{*3}
正会員	大原 勇二 ^{*2}	同	高橋 信之 ^{*4}
	同 伊藤 素行 ^{*2}	同	尾島 俊雄 ^{*5}
	同 山本 博之 ^{*2}		

1. はじめに

近年、都心部では居住者の高齢化、乱開発跡地処理、治安の悪化、災害時の対応など多様な問題が発生しており再開発の必要性が各地で謳われている。また、今後高齢社会を迎えるにあたっての福祉施設の併設や、交通問題解消のための職住近接型の再開発がますます増えていくと考えられる。そこで、都心部再開発に伴う新たな都心居住形態に適したエネルギーシステムの構築が求められる。このような複合的かつ集約的な都心部においてはCGS導入が防災性、環境性、経済性において有効であると考えられる。そこで、本研究では、都心部再開発の一例として新宿区西富久地区を取り上げ、CGSを導入したエネルギーシステムを提案し、その有効性について検討する。

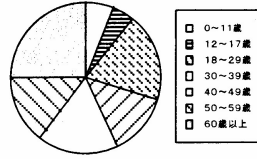


図1 富久地区居住者の年齢構成

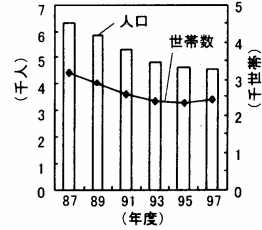


図2 富久地区の居住人口

2. 西富久地区における都心居住形態の想定

2-1 現状調査

西富久地区では現在、居住者の高齢化(図1)、居住人口の減少(図2)、乱開発跡地処理問題にからむ土地の虫食い化(図3)など様々な問題が深刻化しており、再開発の必要性に迫られている。現段階では住民間の土地の権利調整についての話し合いなどが続いている状態であり、それがまともな次第、再開発が実施される。



図3 西富久地区の現状図

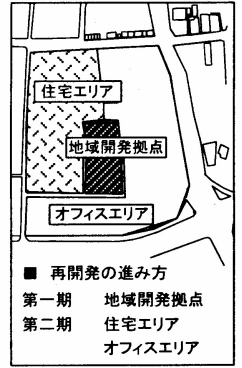


図4 再開発のゾーニング

2-2 再開発の進行および各施設の床面積の設定

現段階の計画では再開発は二期に分けて進められる。まず第一期開発では地区の中心部に整備拠点として地域開発拠点がつくられる。その後第二期開発で住民などの土地の権利調整がまともな次第、住宅やオフィスが順次開発されていく。本研究では再開発の流れに沿って、地域開発拠点(第一期)のみにCGSを導入した場合、再開発地区全体にCGSを導入した場合と二段階に分けて検討した。再開発後の各用途の床面積については表1の通りである。これらの面積は西富久の地域性(都心部に位置している・居住者に高齢者が多い・主要道路に面している・周辺に文化施設がない等)やこれからの都心居住のあり方などを考慮して設定した。

表1 各用途床面積の設定

	用途	面積(m ²)
第一期開発	地域開発拠点	集合住宅 5,000
		商業施設 2,500
		医療施設 750
		福祉施設 2,500
		スポーツ施設 1,500
		文化施設 2,500
第二期開発	オフィスエリア	集合住宅 35,000
		ベントハウス 10,000
		業務施設 60,000
		商業施設 18,000
住宅エリア	集合住宅	30,000
	ベントハウス	4,000

表2 スポーツ施設・原単位

月	冷房用 (MJ/m ² ・月)	暖房用 (MJ/m ² ・月)	給湯用 (MJ/m ² ・月)	一般電力 (kWh/m ² ・月)
1月	0.0	35.5	37.3	9.5
2月	0.0	32.2	37.7	9.4
3月	0.0	0.0	30.6	9.6
4月	0.0	0.0	23.0	8.4
5月	18.8	0.0	18.0	9.8
6月	24.7	0.0	27.2	10.0
7月	41.4	0.0	43.5	11.5
8月	48.1	0.0	41.4	11.2
9月	32.2	0.0	19.7	10.5
10月	0.0	0.0	22.6	10.1
11月	0.0	5.4	22.6	8.5
12月	0.0	14.7	28.9	8.2

3. 地区内エネルギーシステムの提案

3-1 未調査原単位の調査

需要量を算定するにあたって、用途設定に含まれているスポーツ施設と文化施設の原単位について既存データがなかったため、本研究で調査を行った。文化施設については月別原単位、スポーツ施設については日別原単位

をそれぞれ調査した。調査方法としては、文化施設については3ヶ所で月別のエネルギー使用量を、スポーツ施設については3ヶ所で月別のエネルギー使用量、1ヶ所で時刻別のエネルギー使用量の実態調査を行った。調査の結果は表2に示す。

3-2 需要量の算定

次に各用途の床面積から需要量を算出した。再開発計画が未確定のため第一期(地域開発拠点)、第二期(再開発地区全体)と二段階に分けて、それぞれの需要量について算出した。まず、地域開発拠点については多用途複合施設であるために、図5で示したように各施設の熱需要と電力需要のピークの時間帯が施設毎にうまく分散しており、両者の需要曲線が近似したバランスのよい熱電需要となっている。次に再開発地区全体については、オフィスの占める需要の割合が大変多くなっている。今後、週休二日制が徹底されていくことを考えると、オフィス需要の多い地区に関しては平日と休日の需要量の違いを考慮しなければならない。そこで図6で示すように平日と休日それぞれの需要量を算出している。

3-3 地区内エネルギーシステムの提案

ここでは、提案型システムとして4タイプのシステムを検討する。

従来型都心部エネルギーシステムを図7に示す。従来型のエネルギーシステムでは、住宅については系統電力を電源とし、エアコンで冷暖房をまかない、都市ガスを熱源として給湯需要をまかなう。またその他の施設については都市ガスを熱源として吸収式冷温水機で冷暖房を、ボイラで給湯需要をまかなう。西富久再開発地区に導入する提案型システムを図8に示す。提案型システムではCGS排熱と発電電力の住宅における熱電供給方法の違いによって、次の4タイプを設定した。

type1…系統電力で一般電力とエアコンを利用し冷

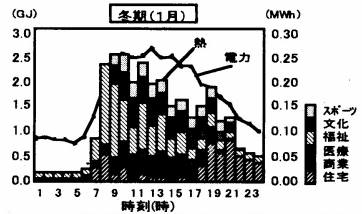


図5 地域開発拠点の熱電需要

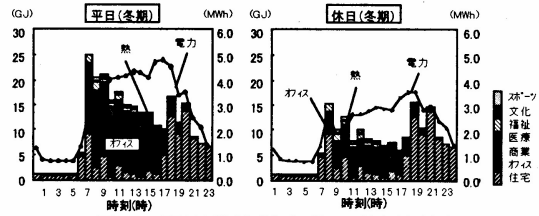


図6 再開発地区全体の熱電需要

暖房需要を、都市ガスで給湯需要をまかなう。
type2…CGS発電電力で一般電力とエアコンを利用し冷・暖房需要を、都市ガスで給湯需要をまかなう。

type3…CGS発電電力で一般電力とエアコンを利用し冷・暖房需要を、CGS排熱で給湯需要をまかなう。

type4…CGS発電電力で一般電力を、CGS排熱で給湯需要と吸収式冷凍機を利用して冷・暖房需要をまかなう。

その他の施設については全てのtypeでCGS排熱を熱源として吸収式冷凍機で冷・暖房を、ボイラで給湯需要をまかなう。

CGSの運転方法は全て電力負荷追従運転とする。

再開発の流れに沿って第一期開発(地域開発拠点の

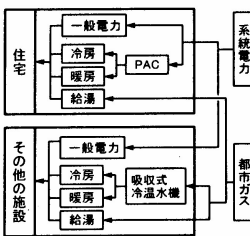


図7 従来型エネルギーシステム

表3 設定機器効率

設備	機器効率	
CGS	発電	0.28
	排熱	0.43
PAC	冷房	2.80
	暖房	2.80
ボイラ	0.80	
発電所発電送電効率	0.33	
吸収式冷凍機	1.18	
蓄熱効率	0.90	

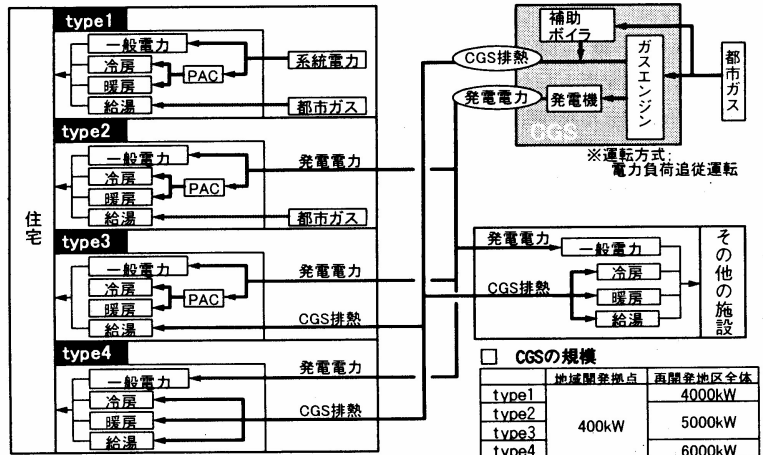


図8 提案型エネルギーシステム

み)、第二期開発(再開発地区全体)それぞれに、提案型システムを導入するものとする。

4. 提案システムの評価

4-1 CGS 導入効果

CGS導入効果について、投入一次エネルギー削減量・環境汚染物質(CO₂, NO_x, SO_x)削減量・単純投資回収年数の三つの面から評価する。地域開発拠点(第一期開発)にCGSを導入した場合、再開発地区全体(第二期開発)にCGSを導入した場合とそれぞれの導入効果について評価する。

(1) 地域開発拠点(第一期)のみにおけるCGS導入効果

①投入一次エネルギー量

各タイプの年間投入一次エネルギー量の算定結果を図9に示す。地域開発拠点においてはtype1以外でそれぞれ従来型システムと比べ、投入一次エネルギーが削減され、なかでもtype3が最適で蓄熱槽をいれた場合20.5%削減される。type3は住宅の冷・暖房需要をCGS発電電力によりまかなうシステムで、他のタイプより余剰熱が減ることで削減率が高くなっているものと思われる。

②環境汚染物質質量

従来型システムによる環境汚染物質排出量を100としたときの、各タイプの環境汚染物質排出量割合についての算定結果を図10に示す。それぞれのタイプで環境汚染物質質量は削減されることが分かった。これは、投入一次エネルギーのうち系統電力による割合が減ったためである。ここでもやはりtype3が最適となりCO₂に関しては従来型システムと比べ47.8%排出量が削減されることが分かった。

③単純投資回収年数

各タイプのイニシャルコスト、ランニングコスト、単純投資回収年数について図11で示す。回収年数については、各タイプとも4~5年で償却できるという結果になった。

(2) 再開発地区全体(第二期)におけるCGS導入効果

①投入一次エネルギー量

各タイプの年間投入一次エネルギー量を図12に示す。

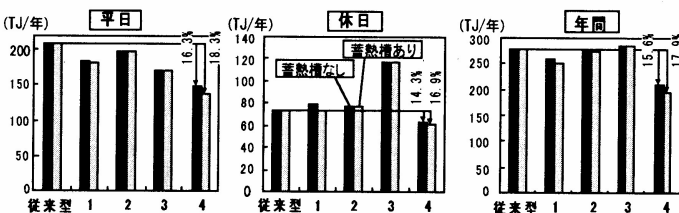


図12 投入一次エネルギー量

表4 計算方法

$$\text{投入一次エネルギー削減率} = \left(1 - \frac{\text{従来型システムにおける投入一次エネルギー量}}{\text{提案型システムにおける投入一次エネルギー量}} \right) \times 100$$

$$\text{単純投資回収年数} = \left(\frac{\text{従来型システムにおけるイニシャルコスト} - \text{提案型システムにおけるイニシャルコスト}}{\text{提案型システムにおけるランニングコスト} - \text{従来型システムにおけるランニングコスト}} \right)$$

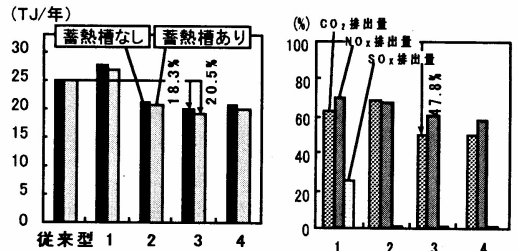


図9 投入一次エネルギー 図10 従来型に対する環境汚染物質排出量割合

	イニシャルコスト	ランニングコスト	単純投資回収年数	
			補助金なし	補助金あり
従来型	—	—	—	—
type1	CGS設備・配管	電力	5.6年	4.2年
type2	庄戸・空調・その他施設・空調	電力	6.5年	5.0年
type3	—	上下水 修繕	6.3年	4.8年
type4	—	—	7.4年	5.8年

図11 コストと単純投資回収年数

ここでは平日と休日に分けてCGS導入効果をシミュレーションした。平日では各タイプとも投入一次エネルギー量は削減されているが、休日ではtype1~3で逆に増加するという結果になった。これは休日のオフィスの熱需要が大幅に減少するため、CGS排熱が大量に余ってしまうためである。年間では換算してみると、投入一次エネルギー量の大幅な削減が期待できるのはtype4のみである。

また、第二期開発の住宅の床面積については土地の権利問題などで、実際にどこまで増加するか不確定な部分が多い。そこで、住宅の床面積と投入一次エネルギー削減率の関係を図13に示す。

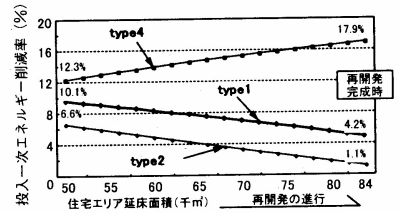


図13 再開発の進行に伴う投入一次エネルギー削減率の変化

減率の関係について調べたのが図13である。ここではtype4が住宅面積が増加すればするほど、削減率が高くなっていくことが分かった。これは、住宅の熱需要が増えていくために全体としてCGS排熱の余剰分が減るためである。

②環境汚染物質

算定方法は地域開発拠点のときと同じで、結果を図14に示す。ここでもやはりtype4が最適でCO₂は59.0%削減されるという結果になった。

③単純投資回収年数

各タイプのインシャルコスト、ランニングコスト、単純投資回収年数について図15で示す。

4-2 契約面からみたCGS導入効果

第二期開発での再開発地区全体へのCGS導入は、現行のエネルギー契約形態では不可能である。そこで今回のように地区全体にCGSを導入する場合には、エネルギーの地区内一括契約といった新たな契約形態を提案しなければならない。この提案により設備容量の削減、地区単位での負荷平準化が期待できる。図16は地域開発拠点における電力需要である。現状のような個別契約の場合、個々のピークをとって設備容量が決まるため、地区全体として407kWの容量が必要である。これを一括契約にした場合、地区全体のピークは329kWまで落とすことができ、設備容量を19.1%削減することができる。また住宅に関して同時使用率を考慮した場合、図17で示すように22.8%まで削減することができる。

5. まとめ

西富久再開発地区にはtype4のシステムを導入することが最適であるという結果になった。このシステムは図18で示すように全ての施設の一般電力をCGS発電電力で、冷・暖・給湯需要をCGS排熱でまかなうシステムである。ただ、地域開発拠点のみにCGSを導入する場合にはtype3が最適となった。このことから住宅の空調システムが現状のような電力主体の場合にも、他の施設と

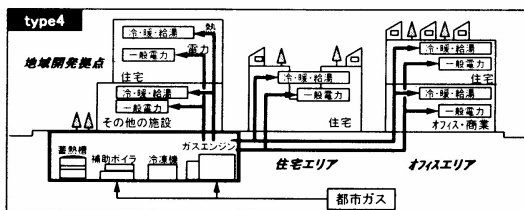


図18 西富久再開発地区のエネルギー供給システムフロー図

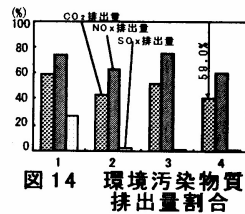


図14 環境汚染物質排出量割合

表5 環境汚染物質排出量原単位

環境汚染物質	年間ガス消費量 × 排出原単位 (g/Nm ³)	年間電力消費量 × 排出原単位 (g/kWh)
CO ₂	2274	424.6
NO _x	0.809	0.31
SO _x	0.012	0.258

	インシャルコスト	ランニングコスト	単純投資回収年数	
			補助金なし	補助金あり
従来型			—	—
type1	CGS設備・配管	燃料・電力	56.8年	37.0年
type2	住宅・空調・その他施設・空調		4.0年	2.6年
type3		上下水・排水	4.3年	2.8年
type4			8.1年	6.4年

図15 コストと単純投資回収年数

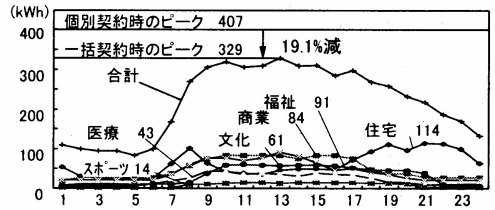


図16 地域開発拠点における契約形態別電力ピーク

契約体系	同時使用率	地域開発拠点		再開発地区全体	
		削減率	削減率	削減率	削減率
個別契約	1.0	—	—	—	—
	0.6	5.7%	11.2%	11.2%	11.2%
一括契約	1.0	19.1%	13.8%	13.8%	13.8%
	0.6	22.8%	19.1%	19.1%	19.1%

図17 同時使用率を考慮した電気設備容量削減率

複合化することで熱電需要のバランスをうまくとればCGS導入は効果的であることが分かった。また、開発面積の違いによって投入一次エネルギー削減率は大きく変化するので、CGS導入時には開発の進行の仕方や上限面積についてしっかりと把握しCGSの規模設定をすることが重要である。

また、今回の研究でエネルギー契約の問題が浮き彫りになったが、その解決策としての具体的な方法について、今後模索していくことが必要である。契約問題については今後の課題としたい。

謝辞

今回の研究にあたり、新宿区立コスモススポーツ、渋谷区スポーツセンター、財団法人スポーツ会館、大久保区民センター、豊島区立生活産業プラザ、関電工(株)の方々貴重な資料を頂いたことを厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 「都市住宅エネルギーシステム調査(その4)」住宅・建築省エネルギー機構
- 「ガスコージェネレーションシステム98」東京ガス
- 「都市ガスによるコージェネレーションシステム」空気調和・衛生工学会

*1 早稲田大学

*2 早稲田大学大学院修士課程

*3 早稲田大学大学院博士課程・工博

*4 早稲田大学理工学総合研究センター助教授・工博

*5 早稲田大学教授・工博