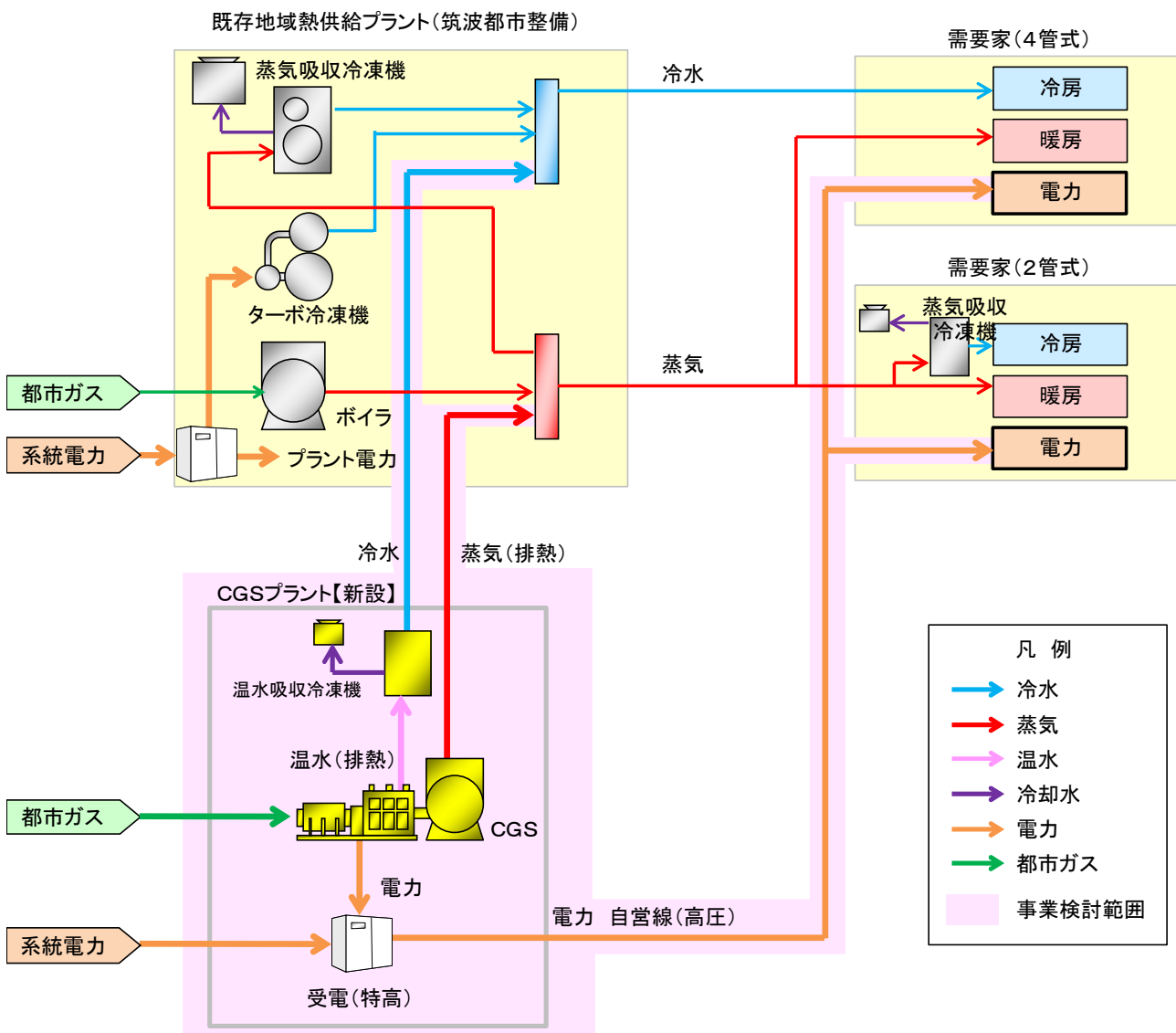


(6) エネルギーシステム計画

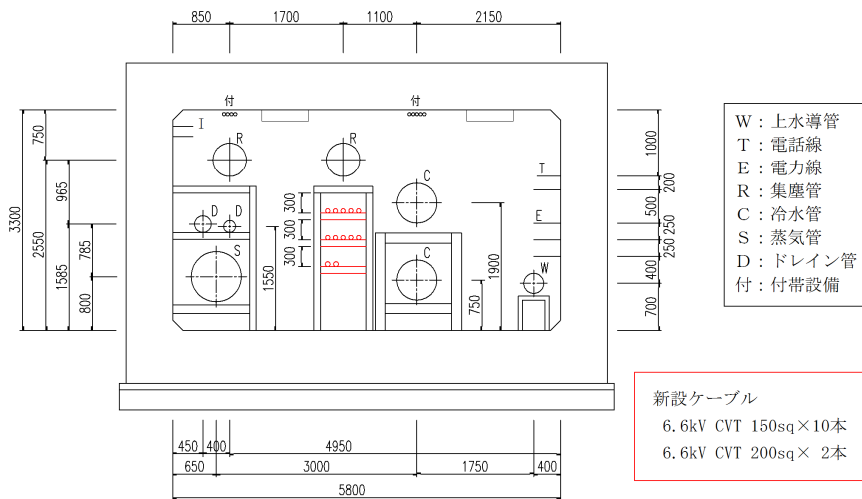
- 既存の地域熱供給プラントの近傍に CGS プラントを設置するとともに、既存共同溝スペースを利用して自営線設備を構築し地域への電力供給を行う。CGS プラントには受変電設備を設置し、系統連系を行う。自営線設備の敷設には既存の共同溝スペースを利用することで、イニシャルコストの低減を図る計画とする。
- また、CGS 排熱（蒸気・温水）は、温水については CGS プラントに設置する吸収冷凍機により冷水に変換して、蒸気・冷水を既存地域熱供給プラントに供給し、省エネルギー、CO2 削減効果および経済性の向上を図る計画とする。



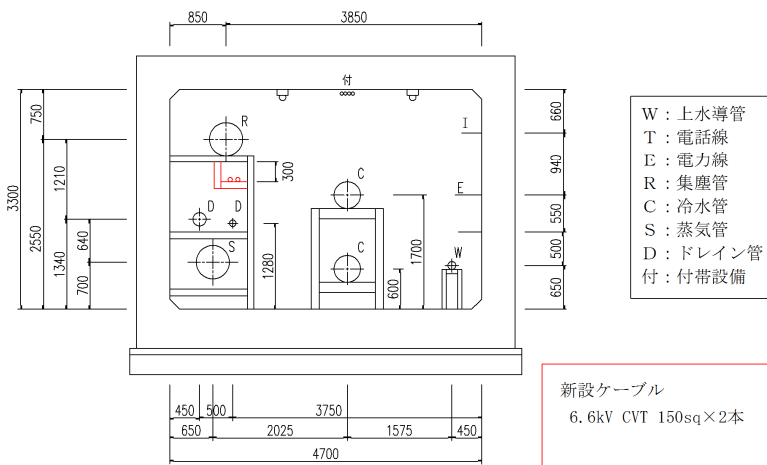
エネルギーシステムフロー

(7) 電力自営線敷設計画（共同溝内電線敷設計画）

- CGS プラントから需要家へは既設共同溝を利用し自営線敷設する。
- 既設共同溝の非法上物件の空きスペースを利用し自営線敷設する。
- 現地調査を行い、非法上物件の既設金物にケーブル受金物に取付けケーブルを敷設できることを確認した。



共同溝内配電線敷設計画（標準部タイプ I）



共同溝内配電線敷設計画（標準部タイプ II）

(8) 検討ケースの設定

- 段階的な整備を視野に、需要対象としてフェーズ1～6の6段階を考慮。フェーズ1は防災上重要と思われる3施設(つくばカピオ, つくば国際会議場, ダイワロイネットホテル)を設定。
- CGSについては規模ごとに発電効率の高いもの3種類を選定し複数台設置。
(発電出力 370kW – 発電効率(LHV) 41.0% 1,000kW – 42.3% 3,800kW – 49.5%)
特に1,000kWについては、複数のフェーズに渡っての増設対応の可能性も検討。

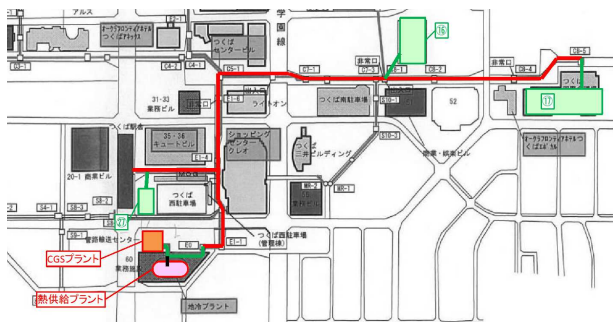
各フェーズの電力需要および各CGS導入ケースの最大電力需要に対するCGS発電能力の割合

フェーズ	フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3	フェーズ4	フェーズ5	フェーズ6	
最大電力需要[kW] (フェーズ6に対する割合)	1,602 (11%)	3,278 (23%)	6,635 (46%)	8,392 (58%)	11,073 (77%)	14,464 (100%)	
年間電力需要[MWh/年] (フェーズ6に対する割合)	4,654 (9%)	12,837 (24%)	27,289 (52%)	35,061 (66%)	41,806 (79%)	52,981 (100%)	
CGS導入ケース	370 kW	×1台 370 kW	23%				
		×2台 740 kW	46%				
		×3台 1,110 kW	69%				
	1,000 kW	×1台 1,000 kW		31%			
		×2台 2,000 kW		61%	30%		
		×3台 3,000 kW			45%	36%	
		×4台 4,000 kW			60%	48%	36%
		×5台 5,000 kW				60%	45%
		×6台 6,000 kW					54%
	3,800 kW	×1台 3,800 kW				34%	26%
×2台 7,600 kW					69%	53%	

特定送配電事業は発電能力の制限なし
(発電能力ピーク電力の50%未満も可)
・ 事業税あり
・ 発電電力にも再エネ賦課金

特定供給の場合
ピーク電力の50%以上の
発電能力確保が必要

フェーズ1



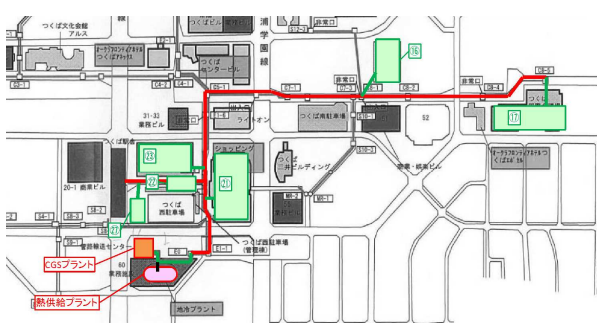
機器仕様

ガスエンジンCGS	370kW	発電効率:	41.0%
		蒸気回収効率:	17.1%
		温水回収効率:	15.7%
温水吸収冷凍機	30RT(105kW)	COP:	0.7

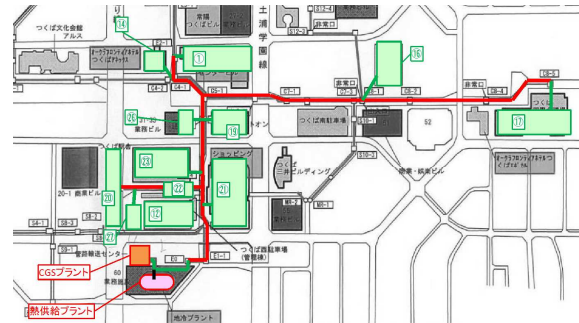
ガスエンジンCGS	1,000kW	発電効率:	42.3%
		蒸気回収効率:	17.3%
		温水回収効率:	18.9%
温水吸収冷凍機	100RT(352kW)	COP:	0.7

ガスエンジンCGS	3,800kW	発電効率:	49.4%
		蒸気回収効率:	14.6%
		温水回収効率:	15.7%
温水吸収冷凍機	240RT(844kW)	COP:	0.7

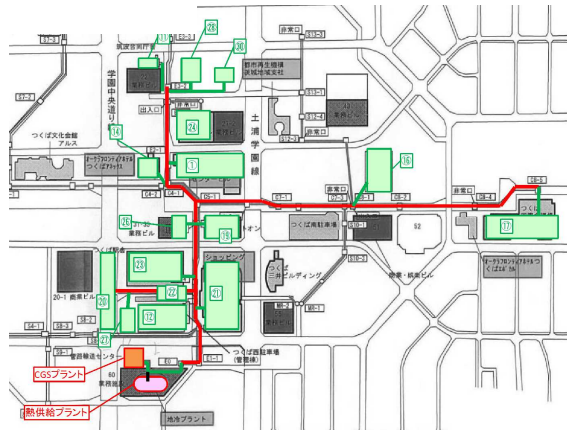
フェーズ2



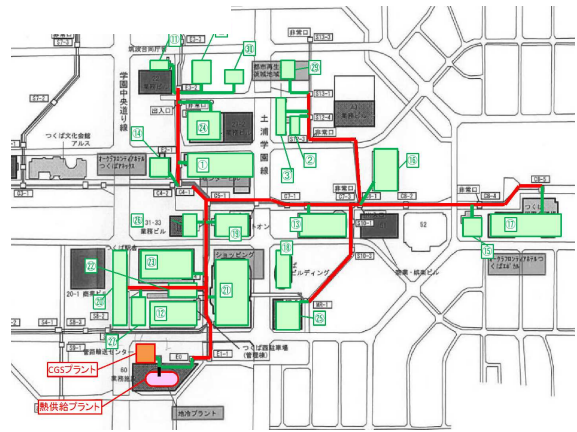
フェーズ3



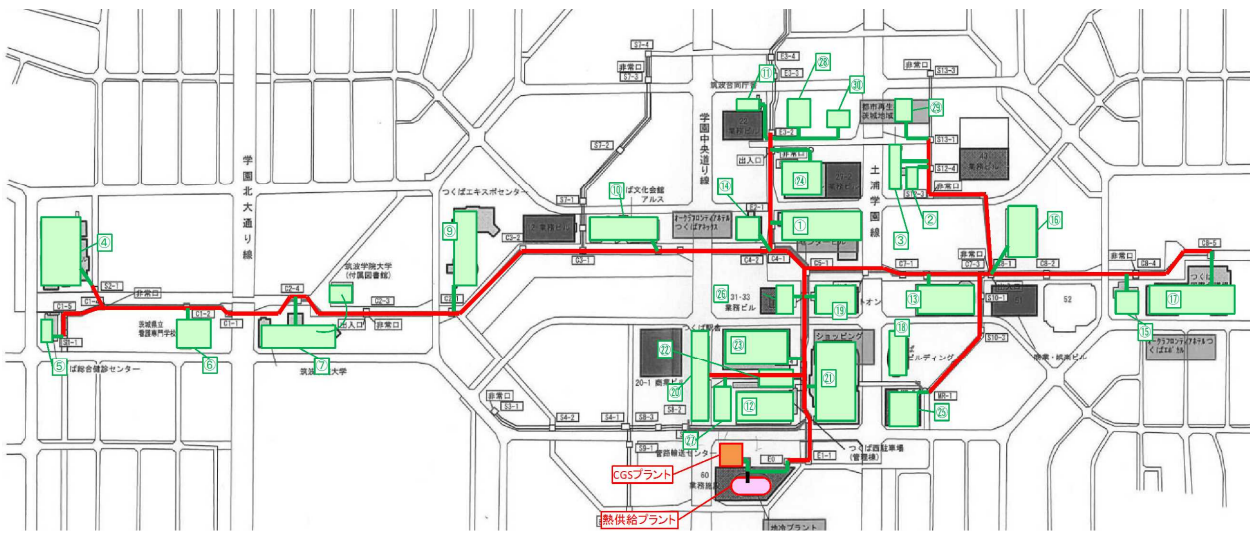
フェーズ 4



フェーズ 5



フェーズ 6



(8) 環境性評価

- CO2 削減量は 171~4,929t-CO2/年, CO2 削減率は約 7.4~18.6%と試算される。

各検討ケースのCO2削減量[t-CO2/年]とCO2削減率

フェーズ	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	フェーズ 4	フェーズ 5	フェーズ 6
最大電力需要[kW] (フェーズ6に対する割合)	1,602	3,278	6,635	8,392	11,073	14,464
年間電力需要[MWh/年]①	4,654	12,837	27,289	35,061	41,806	52,981
基準CO2排出量[t-CO2/年] (①×0.50)	2,327	6,418	13,645	17,531	20,903	26,491
CGS 導入 ケース	370 kW	×1台 370 kW	171 (7.4%)			
		×2台 740 kW	314 (13.5%)			
		×3台 1,110 kW	321 (13.8%)			
	1,000 kW	×1台 1,000 kW	558 (8.7%)			
		×2台 2,000 kW	893 (13.9%)	1,071 (7.8%)		
		×3台 3,000 kW		1,485 (10.9%)	1,537 (8.8%)	
		×4台 4,000 kW		1,819 (13.3%)	1,915 (10.9%)	1,974 (9.4%)
		×5台 5,000 kW			2,180 (12.4%)	2,326 (11.1%)
		×6台 6,000 kW				2,564 (12.3%)
	3,800 kW	×1台 3,800 kW				2,592 (12.4%)
×2台 7,600 kW					3,778 (18.1%)	4,929 (18.6%)

※CO2削減率はそれぞれのフェーズの電力供給対象施設の電力消費に伴うCO2排出量を分母とする。

※CO2排出係数 電力：0.50kg-CO2/kWh (2015年度東京電力公表値<調整前>) 都市ガス：2.29kg-CO2/Nm3 (東京ガス公表値)

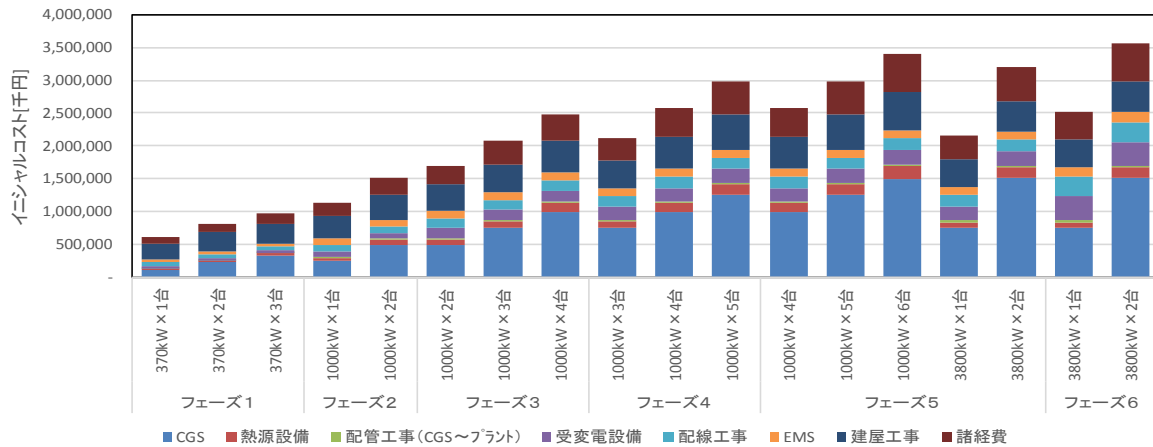
(10) 経済性試算結果

- 特定供給で、熱料金は燃料費相当とした場合、フェーズ1～3ではランニングメリットが得られない結果となった。フェーズ4でCGS5台案が辛うじてランニングメリットが得られ、フェーズ5、フェーズ6と供給範囲が大きくなるほど経済性がよくなる結果となった。
- また、同フェーズではCGS台数が多いほど経済性はよくなる傾向がある。これは、蒸気排熱についてはCGSの規模が大きくなってほほ100%利用できているためと考えられる。
- 特定送配電事業とした場合は、再エネ賦課金が販売電力にも付加され、かつ法人事業税が追加となり、特定供給とする場合に比べると経済性が悪くなる。
- 参考までに販売熱量単価の感度分析として、熱供給事業の従量単価の0.7掛けで販売できるものとして試算した。これによるとフェーズ3からランニングメリットが得られる等、全体的に経済性がよくなる。

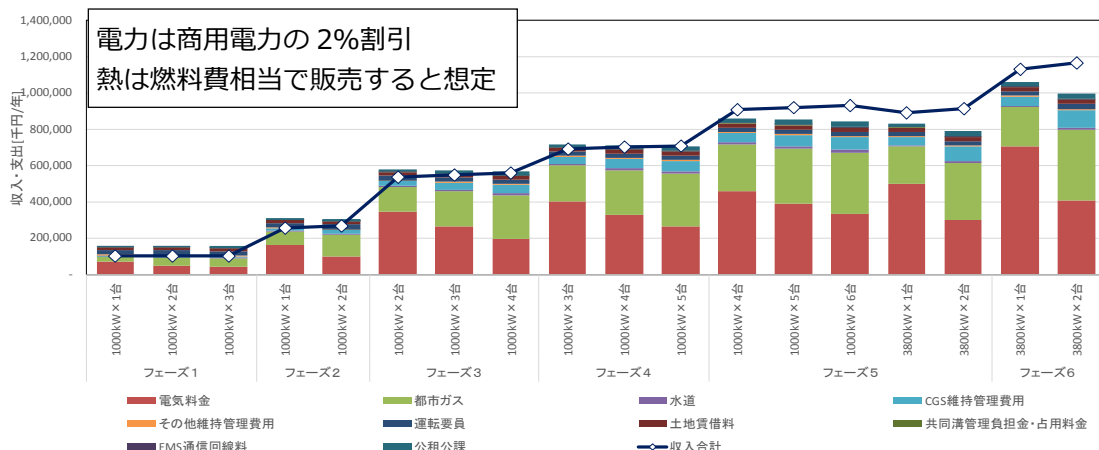
※各フェーズ・各ケースは、それぞれの条件において独立して計算したものであり、段階的整備による累積的な効果は見込んでいない。

※段階的整備を行う場合は、将来を見込んだ先行投資が必要となるため、イニシャルコストの増加が見込まれる。

◆イニシャルコスト



◆収支



投資回収年数<特定供給、熱販売単価は燃料費相当、補助金1/2、()内は補助金2/3>

フェーズ		フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3	フェーズ4	フェーズ5	フェーズ6	
最大電力需要[kW](フェーズ6に対する割合)		1,602 (11%)	3,278 (23%)	6,635 (46%)	8,392 (58%)	11,073 (77%)	14,464 (100%)	
年間電力需要[MWh/年](フェーズ6に対する割合)		4,654 (9%)	12,837 (24%)	27,289 (52%)	35,061 (66%)	41,806 (79%)	52,981 (100%)	
CGS 導入 ケース	370 kW	×1台 370 kW	回収不可					
		×2台 740 kW	回収不可					
		×3台 1,110 kW	回収不可					
	1,000 kW	×1台 1,000 kW		回収不可				
		×2台 2,000 kW		回収不可	回収不可			
		×3台 3,000 kW			回収不可	回収不可		
		×4台 4,000 kW			回収不可	回収不可	25.6 (17.0)	
		×5台 5,000 kW				407 (271)	21.5 (14.3)	
		×6台 6,000 kW					19.6 (13.1)	
	3,800 kW	×1台 3,800 kW					18.5 (12.3)	17.9 (11.9)
		×2台 7,600 kW					12.7 (8.4)	10.7 (7.1)

投資回収年数<特定送配電事業、熱販売単価は燃料費相当、補助金1/2、()内は補助金2/3>

フェーズ		フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3	フェーズ4	フェーズ5	フェーズ6	
最大電力需要[kW](フェーズ6に対する割合)		1,602 (11%)	3,278 (23%)	6,635 (46%)	8,392 (58%)	11,073 (77%)	14,464 (100%)	
年間電力需要[MWh/年](フェーズ6に対する割合)		4,654 (9%)	12,837 (24%)	27,289 (52%)	35,061 (66%)	41,806 (79%)	52,981 (100%)	
CGS 導入 ケース	370 kW	×1台 370 kW	回収不可					
		×2台 740 kW	回収不可					
		×3台 1,110 kW	回収不可					
	1,000 kW	×1台 1,000 kW		回収不可				
		×2台 2,000 kW		回収不可	回収不可			
		×3台 3,000 kW			回収不可	回収不可		
		×4台 4,000 kW			回収不可	回収不可	2941 (1961)	
		×5台 5,000 kW				回収不可	134.5 (89.7)	
		×6台 6,000 kW					77.0 (51.3)	
	3,800 kW	×1台 3,800 kW					89.8 (59.9)	65.2 (43.5)
		×2台 7,600 kW					27.3 (18.2)	22.1 (22.1)

投資回収年数<特定供給、熱販売単価は熱供給事業従量料×0.7、補助金1/2、()内は補助金2/3>

フェーズ		フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3	フェーズ4	フェーズ5	フェーズ6	
最大電力需要[kW](フェーズ6に対する割合)		1,602 (11%)	3,278 (23%)	6,635 (46%)	8,392 (58%)	11,073 (77%)	14,464 (100%)	
年間電力需要[MWh/年](フェーズ6に対する割合)		4,654 (9%)	12,837 (24%)	27,289 (52%)	35,061 (66%)	41,806 (79%)	52,981 (100%)	
CGS 導入 ケース	370 kW	×1台 370 kW	回収不可					
		×2台 740 kW	回収不可					
		×3台 1,110 kW	回収不可					
	1,000 kW	×1台 1,000 kW		回収不可				
		×2台 2,000 kW		回収不可	回収不可			
		×3台 3,000 kW			364 (242)	回収不可		
		×4台 4,000 kW			46.7 (31.1)	51.5 (34.4)	14.4 (9.6)	
		×5台 5,000 kW				31.7 (21.1)	13.0 (8.7)	
		×6台 6,000 kW					12.4 (8.3)	
	3,800 kW	×1台 3,800 kW					12.5 (8.4)	12.7 (8.5)
		×2台 7,600 kW					9.6 (6.4)	8.3 (5.5)

(11) 補足

- つくば都心地区においては、電力自営線の道路埋設工事が不要。例えばフェーズ5 (3,800kW×2台) では約2kmの共同構内敷設延長があることから、約1億円の建設費 (全体建設費の3.1%) が削減できたものと考えられる。さらに、排熱を地域に供給するための導管敷設費用が大幅に削減される。フェーズ5 (3,800kW×2台) において、排熱供給導管敷設延長を1km程度 (既設導管は約4km) 見込むと約10億円の建設費 (全体建設費の31.2%) が削減できたものと考えられる。
- 需要家意見交換 (経済性試算後) では、販売電気料金は2%安くするという前提の試算について大口需要家ではメリットがあるが小口需要家ではメリットが少ないため、その他の料金メニューの検討も必要との意見があった。

4. 新規開発街区における分散型エネルギーインフラの整備

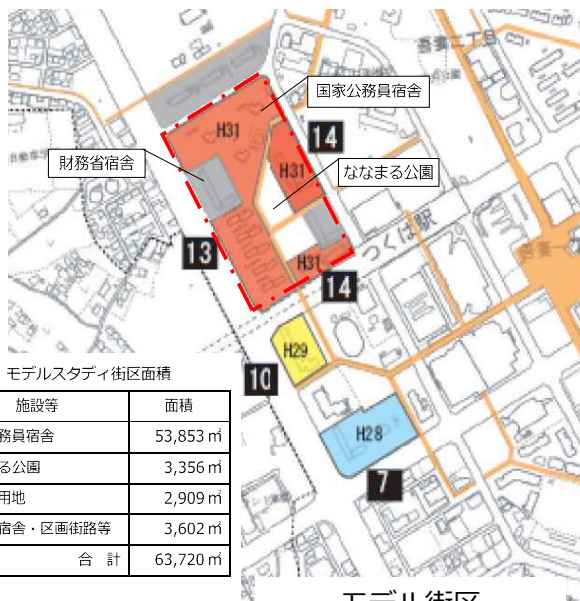
(1) 検討の目的・背景

- つくば市の課題の一つとして、国家公務員宿舎等の跡地の都市再生がある。平成 25 年には公務員宿舎削減をふまえた今後のあり方等について検討され、中心市街地は積極的な施策展開により都市再生を進めることとなっている。
- 本調査検討において、国家公務員宿舎跡地をターゲットに、つくば C E M S の展開について検討する。具体的には、跡地開発を低炭素化・防災性向上を目指したスマートコミュニティとし、先進的なエネルギーインフラを整備するオンサイトエネルギービジネスの可能性について検討する。

(2) モデルスタディ

①対象街区・施設想定

- つくば C E M S の一拠点となる開発地区におけるまちづくり・エネルギー基盤整備を検討するうえで、具体的な課題を整理し、今後の検討の方向性を導き出すには、具体の地区を想定したモデルスタディが有効。本調査でも具体のモデルスタディ街区を想定し、整備イメージ・事業化の課題について検討する。



- 通常 70 街区と呼ばれている街区で、約 6.4ha
- 平成 31 年度に売却予定の国家公務員宿舎の他、財務省宿舎、つくば市公園で構成
- 全区画一体での再整備を検討
- 第一種中高層住戸専用地域・第一種文教地区
- 建設可能な建物用途は住宅、公共施設（病院は不可）、学校、店舗（1 敷地 150 m²以下に限る）



現状の法規制・まちづくりの方針（つくば中心市街地再生推進会議）に基づき、施設想定を行った。住宅中心（約 900 戸）のまちづくりを想定する。

表 施設想定

用途	階数	敷地面積	1F 面積	延べ床面積	建築面積	戸数	建蔽率	容積率	備考	
① 戸建て住宅	2	5,000	1,625	3,000	1,625	25	32.5%	60.0%	住戸面積@120m ² /戸、敷地面積@200m ² /戸	
② 分譲マンション (タワー型)	A	12	8,820	913	10,956	1,620	120	18.4%	124.2%	@91.3m ² /戸、高さ36m
	B	12	9,590	913	10,956	1,620	120	16.9%	114.2%	@91.3m ² /戸、高さ36m
	C	9	4,450	913	8,217	1,620	90	36.4%	184.7%	@91.3m ² /戸、高さ27m
③ 分譲・賃貸マンション	D	9	4,600	660	5,940	660	135	14.3%	129.1%	@44.0m ² /戸、高さ27m
	E	9	4,950	660	5,940	660	135	13.3%	120.0%	@44.0m ² /戸、高さ27m
	F	9	4,770	660	5,940	660	135	13.8%	124.5%	@44.0m ² /戸、高さ27m
④ サービス付き高齢者向け住宅	4	3,280	1,350	5,400	1,350	128	41.2%	164.6%	平均25m ² 程度、計128室程度	
⑤ 商業施設	1	2,170	600	600	600	-	27.6%	27.6%	延べ床面積150m ² ×4軒	
⑥ クリニックモール	1	3,530	960	960	960	-	27.2%	27.2%	8院程度	
⑦ 公園		3,360								
⑧ 道路等		9,200							緑道を含む	
計		63,720	9,254	57,909	11,375	888	17.9%	90.9%		

②エネルギー需要想定

表 施設想定から推計したエネルギー需要

	最大(kW)				年間(MWh/年)				計	
	住宅専用	住宅共用	商業施設	クリニックモール	住宅専用	住宅共用	商業施設	クリニックモール	最大	年間
m ² (戸)	56,349	1,045	600	960	56,349	1,045	600	960	kW	MWh/年
電力	1,690	72	37	36	1,183	523	170	110	1,835	1,987
冷房	2,620	0	115	95	524	0	105	79	2,831	707
暖房	1,967	0	61	71	1,313	0	31	15	2,099	1,359
給湯	1,149	0	0	0	2,155	0	0	0	1,149	2,155

※上記電力及び冷暖房の最大需要には同時使用率は考慮されていない。
住宅の同時使用率を考慮すると、上記最大需要の1/3程度と想定される

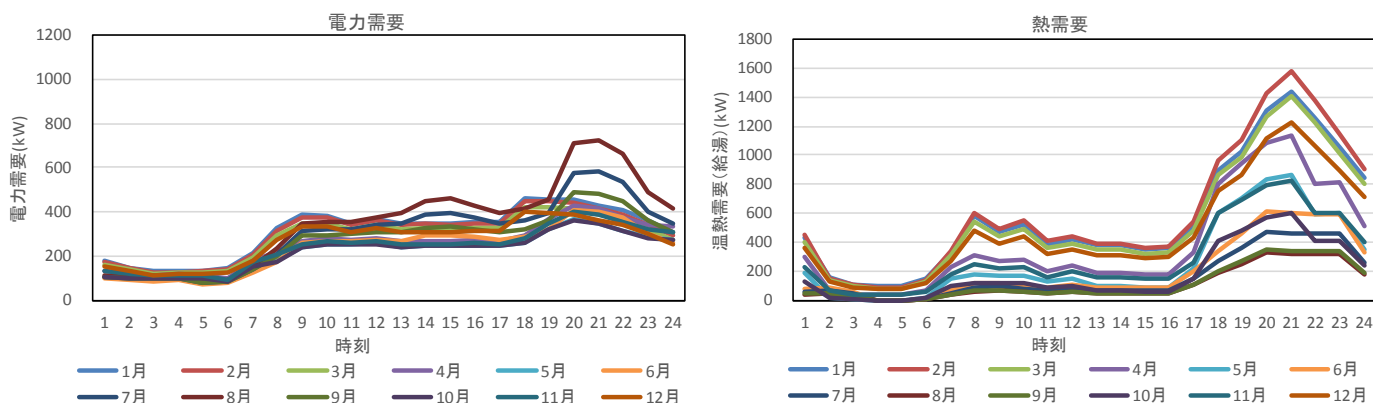


図 各月の時刻別エネルギー需要

※上記需要は冷房需要の全部および暖房需要の1/2はエアコンで行い、電力需要に含める。
暖房需要の1/2は温水床暖房、給湯は給湯器で行うものとして、それらの合計を熱需要としている。

③エネルギーシステムコンセプト

エネルギーシステムコンセプト

①災害に強い

- ・ガスCGS(災害に強い中圧ガス)、蓄電池の大量導入
- ・街区全体で1戸当たり350W程度の自家発電設備(常用防災兼用)導入
- ・エネルギーシステムの災害時給水設備への活用

②低炭素

- ・再生可能エネルギーの大量導入(太陽光発電・太陽熱・地中熱)
- ・コージェネレーション(ガスエンジン、燃料電池)の導入

③IoTを活用した新規ビジネスの創出

- ・全戸HEMS導入
- ・蓄電池や蓄熱槽等のVPP整備によるアグリゲーションビジネスの創出
- ・各住棟は一括受電で託送を含め電力の融通がフレキシブル

④人にやさしいシステム

- ・HEMSを活用した子育て支援・高齢者見守りサービス

④エネルギーシステム計画

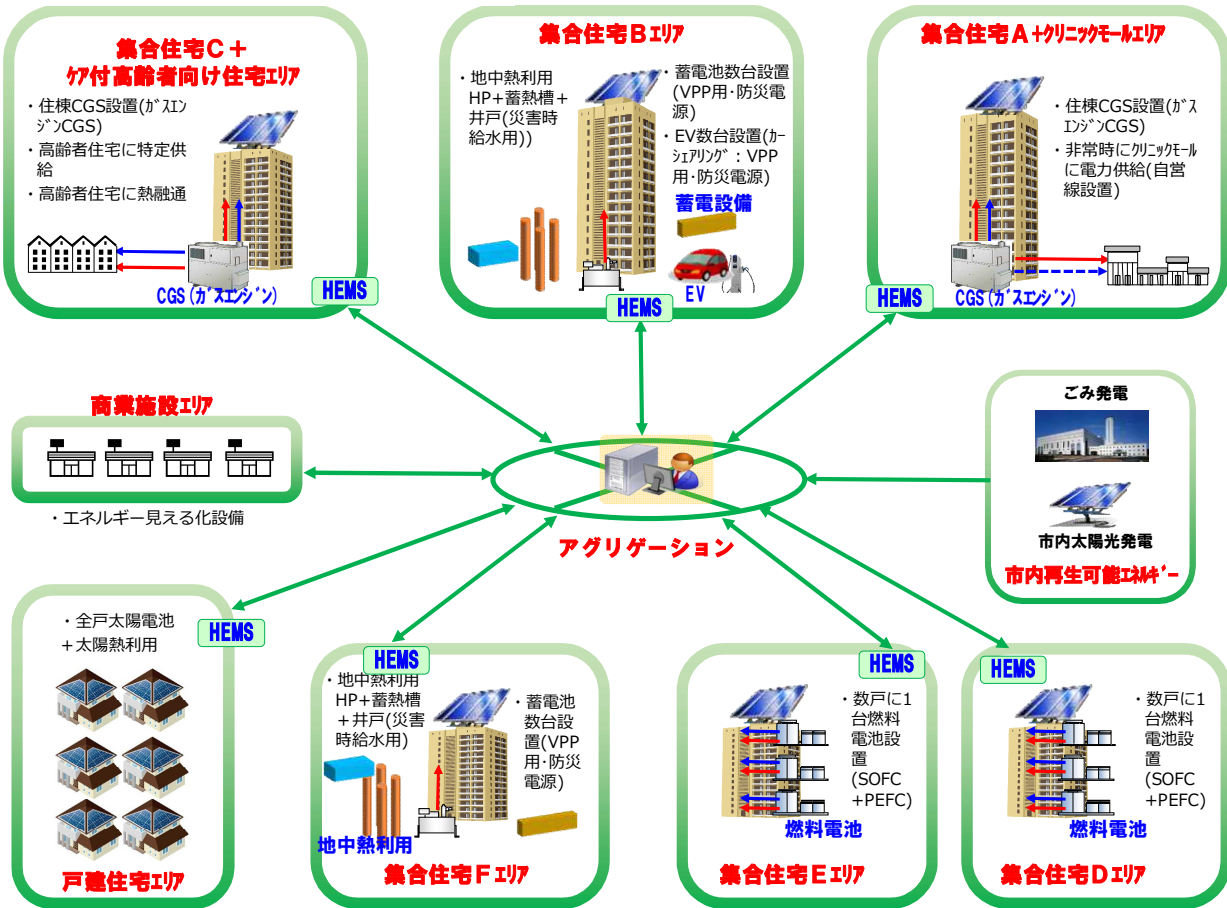


図 エネルギーシステムイメージ

表 分散型電源 (CGS) 導入量

発電機種類	容量 (kW/台)	台数	容量計 (kW)	発電効率 (%)	排熱効率 (%)	備考
ガスエンジン	35	8	280	33.5	53.5	Aエリア7台、Cエリア5台設置、停電対応機
燃料電池 (PEFC)	0.7	36	25.2	39	56	D・Eエリア各階2台×9階×2棟、停電対応機、DSS運転、熱が余らないよう稼働
燃料電池 (SOFC)	0.7	12	8.4	52	35	D・Eエリア各棟6台×2棟、停電対応機、連続運転のためメンテナンス需要賅う
計		56	313.6			

表 その他導入設備

太陽光発電	戸建住宅用：25kW (1kW/戸×25戸)
	集合住宅等その他建物：481kW
	合計容量：506kW
太陽熱利用	戸建住宅用：2㎡/戸×25戸
	集熱効率：40%
地中熱ヒートポンプ	24.4kW/台×20、高温水型 (25~75℃)
蓄電池	電気自動車：72kWh (24kWh/台×3台)
	固定式蓄電池：200kWh (20kWh/台×10台)

分散型電源容量(合計)

CGS: 313kW (最大需要の40%程度)

太陽光発電: 506kW