

## 1. はじめに

2014年4月11日に東日本大震災発生後最初の改定となる「エネルギー基本計画(第4次)」が閣議決定された。同計画において、自立分散型のコージェネレーションは、地球温暖化対策や省エネルギー性の観点のもとより、電力需給ピークの緩和、電源構成の多様化・分散化、強靱性を有するものと位置づけられたほか、発電する電気の取引円滑化や導入支援策の推進など電力自由化に向けた方向性が示されている。

一方、首都直下型地震や南海トラフ地震による被害想定から、とりわけ大都市圏では、地震・津波等の大規模な災害が危惧され、地産地消型の自立性、機能持続性を有する「事業継続計画(BCP)対応型自立分散エネルギー供給システム」の導入検討が不可欠となっており、その導入と大都市圏における安全安心の確保が重要な課題となっている。

こうした背景から、平成24年度には都市安全確保促進事業<sup>1)</sup>が創設され、都市再生安全確保計画やエリア防災計画の作成が求められるようになった。更に、エネルギーの自立化、多重化による省エネルギーかつ安定供給が確保された業務継続地区(BCD)構築への支援<sup>2)</sup>など制度が整備されつつある。そこで、本検討では、上の施策を実施すべき大都市圏として、東京圏、名古屋圏、関西圏の代表的地域をモデルとして取り上げ、その導入可能性の検討を行う。なお、本検討は「大都市圏における業務集約拠点や公共機能中心拠点のBCP対応型自立分散エネルギー供給システムの導入可能性調査委員会((一社)都市環境エネルギー協会)」の成果の一部をまとめたものである。

## 2. 検討対象地域と検討方針

### (1) 板橋区大山駅周辺地区

大山駅周辺地区は、板橋区の中でも、行政、サービス機能が集中しているエリアであり、区役所・警察署を中心に、小中高等学校・大学、体育館、図書館等の教育文化施設や大規模な医療施設、更には、自衛隊十条駐屯地や警視庁第十方面本部などの国・都の重要施設も立地している。このような地域特性から、板橋区大山駅周辺地域は、大規模震災等の非常時において重要な役割を果たす地域として、業務継続街区(BCD)の整備を推進することが求められる。

そこで、当該対象地域に立地する板橋区役所並びに大規模病院施設等<sup>3)</sup>の公共施設を対象として、コージェネレーションシステム(CGS)導入による建物間エネルギー融通計画を行い居住継続計画(LCP)、BCPを視野に入れて自立分散型エネルギー供給システムを構築した場合の環境負荷低減ならびにエネルギー自立度向上の効果を分析し、導入可能性を検討する。併せて、災害時医療継続のための道路整備に伴う新都市共同溝計画等検討を行い、将来的にエネルギーネットワーク構築に向けた方向性を検討する。

### (2) 名古屋市名古屋駅周辺地区

名古屋駅周辺部は、エネルギー密度も高く業務中枢機能が集積している。当該地域には複数の地域冷暖房施設が稼働し、今後、リニア中央新幹線駅開設に伴い、更に、エネルギープラントが計画<sup>3)</sup>されている。一方、今後、発生が予想されている南海、東南海地震による被害、液状化、浸水に対応して、地域レベルでの安全・安心にむけた機能強化の推進を図ることが不可欠である。そのため、今後さらなる、CGS機能の強化、プラント間の相互連携、地下街の防災性の確保等が必要で、当該地域における総合的な街区レベル事業継続(BCD)計画を推進が望まれる。

そこで、当該地域の安全安心機能を含む地域冷暖房施設の実態、今後の計画、地下街の安全性・安心面からの実態調査を行い、今後のあり方と方向性を検討する。

### (3) 大阪市御堂筋船場地区

大阪市御堂筋・船場地区は、商都の中心として、大阪のみならず、我が国をけん引してきたが、現在は、

地盤沈下が著しく、新たな視点からの、街づくりが求められている。即ち、国際化や情報化、低炭素でエネルギー自立、事業継続計画が確保され、賑わいの創出、居住環境高度化等安全安心を含む、新たな街づくりが、大阪再生の役割として期待される。

そうした背景から、御堂筋・船場地区内において、都心居住促進を進めている<sup>4)~5)</sup>代表的なモデル地区である「中央区役所周辺部」を対象として、中圧ガス導管を活用した「自立分散型エネルギー供給システム」計画を検討し、その効果について分析する。

### 3. システム計画

#### (1) 板橋区大山駅周辺地区

はじめに、STEP1として、板橋区役所から西側の地域を対象に検討を行う。更に、STEP2として、東側の地域を含めて全体の検討を行う。

現在、各建物では系統電力、都市ガス、上下水道、情報線網を使って個別に電力負荷・熱負荷に対応したエネルギー及び情報を活用している。STEP1では、各建物で事業継続計画(BCP)を実行する際に、非常時において必要となる電力を確保するために新たに自家発電設備となるCGSを設置することを想定し、近隣に立地する建物をネットワークで接続し、電力・熱・情報・水の相互融通を図る計画とする。ネットワークとなるインフラを整備する際、従来の共同溝としての整備ではなく、専用電力線、熱導管、専用情報線、専用水道管等を収容可能とする「新都市共同溝」を提案する。また、建物間の相互融通を制御するためのコントロールセンター機能を有する「エリアマネジメントセンター」を新たに設置することも併せて提案する。STEP2では、建物間ネットワークが進み、検討対象とする建物全てがネットワーク化された状態を想定する。

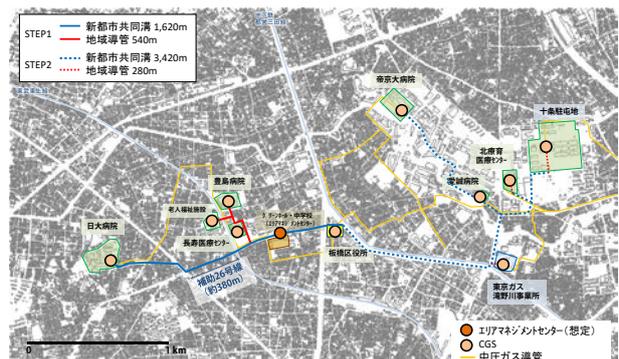


図1 板橋区大山駅周辺地区の概要

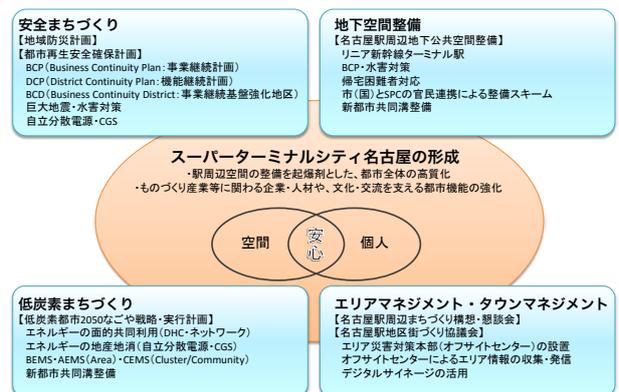


図2 名古屋駅周辺地区のBCD形成に向けた整備検討方針

#### (2) 名古屋市名古屋駅周辺地区

名古屋市・名古屋大都市圏の成長戦略として、リニア中央新幹線の整備を契機とした国際的な「スーパーターミナルシティ」の形成が掲げられている<sup>6)</sup>。駅周辺空間の整備を起爆剤とした都市全体の高質化や、ものづくり産業等に関わる企業・人材や文化・交流を支える都市機能の強化が推進されていく中で、名古屋駅周辺地域を構成する空間と、そこに滞在する人々に安全安心な環境を提供する街区の形成を目指す。

その実現を目指した取り組みとして、i)安全まちづくり、ii)低炭素まちづくり、iii)地下空間整備、iv)エリアマネジメント・タウンマネジメントをコンセプトに検討を行う。

#### (3) 大阪市御堂筋船場地区

将来想定モデルとして、街区一体化によるスマートエネルギーの構築を目指す。具体的には、中央区



図3 船場地区の検討対象地区の将来想定モデル

役所周辺地区において、新都市共同溝を整備しエネルギーネットワーク化することで、将来構想建物内に設置するコージェネレーションシステムの電力と熱の面的利用を行い、環境負荷低減効果、自立電源による電力供給割合を試算する。

自立分散電源であるコージェネレーションを導入することで、地域熱供給及び特定電気供給事業を行うことが可能となり、災害時(停電時)においても最低限必要となる電力及び冷暖房の継続供給が可能なシステムとする。

表2 年間ピーク時の熱・電負荷想定

STEP1	年間	一般電力(MWh/年)	冷房(GJ/年)	暖房(GJ/年)	給湯(GJ/年)
	負荷	41,941[49,546]	104,553	94,562	85,452
ピーク	一般電力(kWh/h)	8,277[11,321]	103,635	87,024	30,843
	負荷				
STEP2	年間	一般電力(MWh/年)	冷房(GJ/年)	暖房(GJ/年)	給湯(GJ/年)
	負荷	72,278[85,780]	190,249	164,809	138,864
ピーク	一般電力(kWh/h)	14,738[20,372]	188,853	151,544	49,638
	負荷				

#### 4. 検討結果

##### (1) 板橋区大山駅周辺地区

###### ①エネルギー供給対象建物延床面積

検討対象の建物延床面積と用途割合を表1に示す。

###### ②エネルギー負荷の試算

エネルギー原単位<sup>7)</sup>を用いて一般電力負荷・熱負荷を算定した。求めた負荷の年間値とピーク値を表2に示す。

###### ③エネルギー供給シミュレーションの条件設定

CGSの発電容量は病院が非常時でも機能維持するのに必要な電力量として、ピーク電力負荷の75%とした。また、環境効果比較のためのシステムとして、熱需要(冷房・暖房)をガス50%、電力50%で賄う比較システムを設定した。比較システムでは、電力負荷には商用電力で、給湯負荷にはボイラで対応する。

###### ④省エネルギー効果

###### (a)省エネルギー効果

年間一次エネルギー消費量を試算した結果、システム導入前と比べ、システム導入後では年間一次エネルギー消費量の省エネルギー効果は33.2~41.7%の削減となった。

###### (b)省CO<sub>2</sub>効果

環境省・経済産業省の「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル<sup>8)</sup>」に従い試算した結果、年間の

表1 対象建物の用途別延床面積と割合

建物用途	STEP1		STEP2	
	延床面積	割合	延床面積	割合
官公庁	35,340 m <sup>2</sup>	16 %	35,340 m <sup>2</sup>	8 %
厚生医療	185,389 m <sup>2</sup>	84 %	321,777 m <sup>2</sup>	72 %
事務所	0 m <sup>2</sup>	0 %	87,914 m <sup>2</sup>	20 %

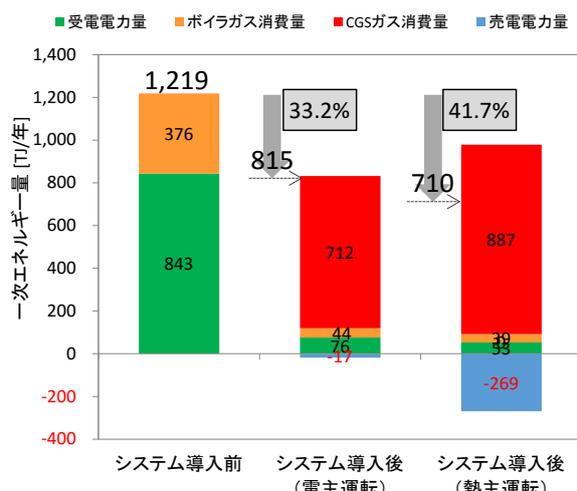


図4 年間一次エネルギー消費量の試算結果

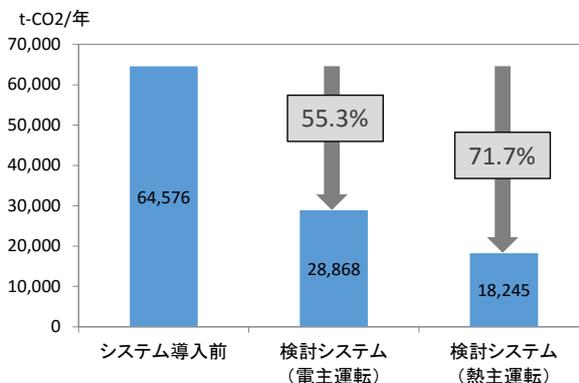


図5 年間CO<sub>2</sub>排出量の試算結果

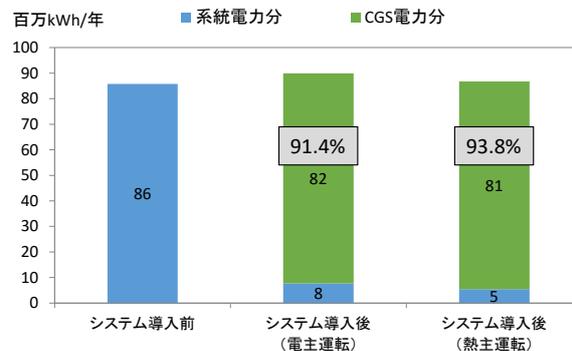


図6 自立電源による電力供給の自立性評価

CO<sub>2</sub>排出量は熱主電従運転で換算係数0.690kg/t-CO<sub>2</sub>/kWhを用いた場合71.7%の削減となった。

(c)CGS 電力供給率

自立型エネルギー供給システムの評価方法として、CGS 電力供給率を求めた。CGS 電力供給率を、年間の電力消費量に対するCGS 電源による発電量の割合として定義する。試算の結果、CGS 電力供給率は91.4~93.8%となった。

(2) 名古屋市名古屋駅周辺地区

図2で示した名古屋駅周辺地区のBCD形成に向けた整備検討方針を踏まえ、リニア中央新幹線の開業、名駅周辺の再開発、地下街の整備計画を受け、地域のエネルギー、防災、情報等を管理する「オフサイトセンター(仮)」の整備を検討する。「オフサイトセンター(仮)」には、自立電源を設置し、名古屋駅周辺の地域冷暖房(DHC)プラントとネットワークで接続し、熱・電力の面的利用の検討を行う。

また、平常時の地域情報、非常時の防災情報を発信するエリアマネジメント・BCP 拠点としての機能を果たし、情報伝達のための情報ネットワーク・デジタルサイネージ等の整備を検討する。図7に断面イメージを示す。

(3) 大阪市御堂筋船場地区

①エネルギー供給対象建物延床面積

検討対象の建物延床面積と用途割合を表3に示す。

②エネルギー負荷の試算

エネルギー原単位<sup>7)</sup>を用いて一般電力負荷・熱負荷を算定した。求めた負荷の年間値とピーク値を表4に示す。

③エネルギー供給シミュレーションの条件設定

CGSの発電容量は病院が非常時でも機能維持するのに必要な電力量として、ピーク電力負荷の

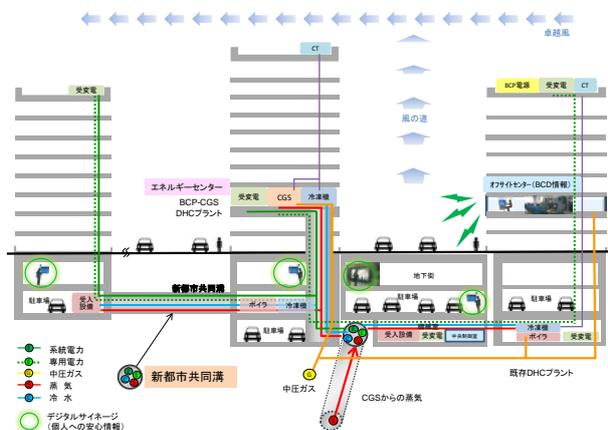


図7 地下空間の安心安全のための整備イメージ

表3 対象建物の用途別延床面積と割合

建物用途	街区数	合計延床面積	割合
業務	60,000m <sup>2</sup> × 4街区	240,000 m <sup>2</sup>	42 %
住宅	48,000m <sup>2</sup> × 4街区	192,000 m <sup>2</sup>	33 %
商業・その他	36,000m <sup>2</sup> × 4街区	144,000 m <sup>2</sup>	25 %

表4 年間とピーク時の熱・電負荷想定

年間	一般電力(MWh/年)	冷房(GJ/年)	暖房(GJ/年)	給湯(GJ/年)
負荷	73,607[81,960]	147,281	82,243	54,448
ピーク	一般電力(kWh/h)	冷房(MJ/h)	暖房(MJ/h)	給湯(MJ/h)
負荷	17,206[20,595]	117,775	73,532	19,808

※一般電力の[ ]は、熱源での使用電力量を含めた時の電力負荷の値を示す。

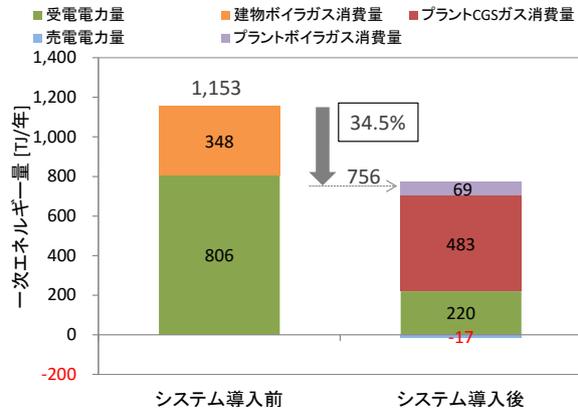


図8 年間一次エネルギー消費量の試算結果

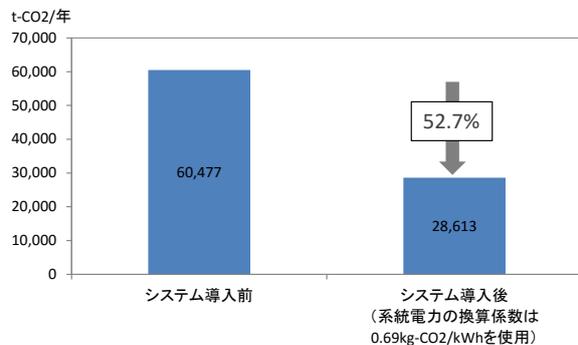


図9 年間CO<sub>2</sub>排出量の試算結果

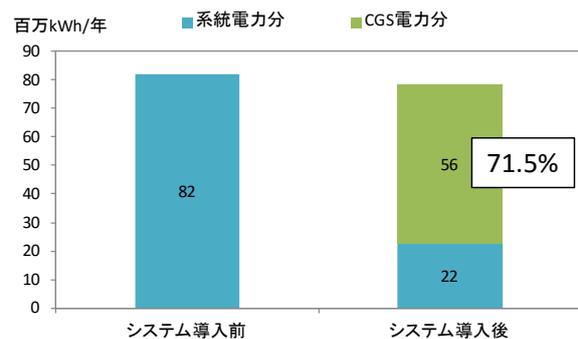


図10 自立電源による電力供給の自立性評価

50%とした。また、環境効果比較のためのシステムとして、熱需要(冷房・暖房)をガス 50%、電力 50%で賄う比較システムを設定した。比較システムでは、電力負荷には商用電力で、給湯負荷にはボイラで対応する。

#### ④環境負荷低減効果の試算

##### (a)省エネルギー効果

年間一次エネルギー消費量を試算した結果、システム導入前と比べ、システム導入後では年間一次エネルギー消費量の省エネルギー効果は 34.5%の削減となった。

##### (b)省 CO<sub>2</sub> 効果

環境省・経済産業省の「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」<sup>8)</sup>に従い試算した結果、年間の CO<sub>2</sub> 排出量は熱主電従運転で換算係数 0.690kg/-CO<sub>2</sub>/kWh を用いた場合 52.7%の削減となった。

##### (c)CGS 電力供給率

自立型エネルギー供給システムの評価方法として、CGS 電力供給率を求めた。CGS 電力供給率を、年間の電力消費量に対する CGS 電源による発電量の割合として定義する。試算の結果、CGS 電力供給率は 71.5%となった。

## 5. まとめ

いずれの地区も業務機能や公共機能の集約拠点の BCP に対応して適切な規模・範囲で自立分散エネルギー供給システムを備えることにより、平常時の大幅な省エネルギーと低炭素化ならびに非常時の BCD としての機能強化が図れることが示された。検討の内容を踏まえ、地区特性、計画概要と効果、今後の課題と方向性について表 5 にまとめる。

### 【謝辞】

本研究は「大都市圏における業務集約拠点や公共機能中心拠点の BCP 対応型自立分散エネルギー供給システムの導入可能性調査委員会(一社)都市環境エネルギー協会」の成果の一部をまとめたものである。研究を進めるに当たり相田康幸様(早稲田大学研究員)、佐土原聡様(横浜国立大学教授)、下田吉之様(大阪大学教授)、奥宮正哉様(名古屋大学教授)、小林紳也様(早稲田大学研究員)及び東京都板橋区、名古屋市、大阪市を始め関係各位の皆様にご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。(2014 年度建築学会大会(近畿)等で発表済み)

### 【参考文献】

- 1) 国土交通省都市局長:都市再生安全確保促進事業制度要綱, 国土交通省, 2012.6(最終改正 2013.5)
- 2) 国土交通省都市局:災害時業務継続地区整備緊急促進事業(施設整備事業支援)平成 27 年度 第 1 回募集要領, 国土交通省, 2015.3
- 3) 国土交通省市街地整備課:JR東海名古屋駅北地区における先導的エネルギーの面的利用事業計画, 国土交通省, [http://www.mlit.go.jp/toshi/city/sigaiti/toshi\\_urbanmainte\\_tk\\_000036.html](http://www.mlit.go.jp/toshi/city/sigaiti/toshi_urbanmainte_tk_000036.html) (参照 2015.8.10)
- 4) 内閣府地方創生推進室:都市再生緊急整備地域及び特定都市再生緊急整備地域の一覧(H27.7.24 時点)大阪駅周辺・中之島・御堂筋周辺地域, 内閣府, [http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/toshisaisei/kinkyuseibi\\_list/pdf/37osakaeki/c-osakaeki.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/toshisaisei/kinkyuseibi_list/pdf/37osakaeki/c-osakaeki.pdf) (参照 2015.8.10)
- 5) 大阪市都市計画審議会専門部会:御堂筋の活性化に関する検討調査中間とりまとめ, 大阪市, [http://www.city.osaka.lg.jp/hodoshiryo/cmsfiles/contents/0000195/195833/20121217\\_public-come\\_gaiyoban.pdf](http://www.city.osaka.lg.jp/hodoshiryo/cmsfiles/contents/0000195/195833/20121217_public-come_gaiyoban.pdf) (参照 2015.8.10)
- 6) 名古屋市:名古屋市・名古屋大都市圏の成長に向けた国際競争力強化戦略, 名古屋市, 平成 24 年 1 月, [http://www.city.nagoya.jp/jutakutoshi/cmsfiles/contents/0000010/10046/kokusaikyousouryoku\\_20120224.pdf](http://www.city.nagoya.jp/jutakutoshi/cmsfiles/contents/0000010/10046/kokusaikyousouryoku_20120224.pdf) (参照 2015.8.10)
- 7) 一般社団法人都市環境エネルギー協会:地域冷暖房技術手引書改正第 4 版, 2013.11
- 8) 環境省・経済産業省:温室効果ガス排出算定・報告マニュアル Ver.4.0, 環境省・経済産業省, 2015.5

表5 検討のまとめと今後の課題

	板橋区大山駅周辺地区	名古屋市名古屋駅周辺地区	大阪市御堂筋船場地区
地区特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都心の直下型地震等災害時バックアップ可能な立地</li> <li>・病院(約4,000床)が集積し、緊急時、地域並びに東京都心の救急医療、防災拠点として期待</li> <li>・大山駅周辺地区開発が活発</li> <li>・板橋区役所が対象地域の中心部に立地</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リニア中央新幹線駅舎等周辺開発が活発化</li> <li>・地下街、地下通路が複雑化、南海、東南海地震等の被害想定等から帰宅困難者を含む防災、避難対策が不可欠</li> <li>・地域冷暖房施設が数か所導入され、一部ネットワーク化も実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大阪市緊急整備地区内に位置し、夜間人口を増やし、賑わいの創出を推進</li> <li>・御堂筋・船場地区全体計画と連動した計画で、都心居住推進地域として各種施策を実施</li> <li>・南海地震、上町断層等地震、浸水等深刻な被害が想定</li> </ul>
計画概要と効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各病院にコージェネを設置し、排熱導管、電力、情報等をネットワーク化</li> <li>・ネットワークには、新都市共同溝を敷設し、計画的整備</li> <li>・ネットワークの中心部に、防災情報センターを設置</li> <li>・省エネ(41.7%)、省CO<sub>2</sub>(71.7%)、自立電源(93.8%)の効果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エリアマネジメントにおける位置づけを図りつつ、帰宅困難者、地下街避難者対応の災害情報サイネージ設置計画</li> <li>・熱、電力等エネルギー自立を図りながら、各プラント間ネットワーク化を計画</li> <li>・非常時、平常時活用のオフサイトセンターの設置と関連情報の発信基地</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・御堂筋・船場地区の総合的な事業継続街区計画(BCD)に位置付けられる計画</li> <li>・夜間人口確保のため集合住宅を計画</li> <li>・中央区役所にCGS、地域防災情報センターを設置、新都市共同溝によりネットワーク化</li> <li>・省エネ(34.5%)、省CO<sub>2</sub>(52.7%)、自立電源(71.5%)の効果</li> </ul>
今後の課題と方向性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京都並びに板橋区における本計画の位置づけの検討(国家戦略特区等施策)</li> <li>・地元商店街、病院施設等との調整、協議、協力支援体制の検討</li> <li>・対象地域の病院並びに対象施設の実態調査に基づく計画の実施</li> <li>・大山駅前開発整備計画を含めて整備スケジュールの検討</li> <li>・新都市共同溝の敷設道路の埋設物調査並びに敷設計画と補助金を含む法的検討</li> <li>・本計画の建設費、事業収支計画、事業形態の検討</li> <li>・事業推進体制、事業主体形成の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・名古屋駅前周辺部の開発動向、整備スケジュールの状況調査</li> <li>・地下街、地下通路の実態調査と課題整理</li> <li>・名古屋市、JR、名鉄等事業者並びに周辺地権者との課題共有</li> <li>・エリアマネジメント協議会、地下街連絡協議会等における役割と位置づけ</li> <li>・名古屋市等行政の地域防災計画との関係と位置づけ</li> <li>・実態調査に基づく、熱・電力・情報のネットワーク計画</li> <li>・災害情報サイネージ、オフサイトセンターの具体的な計画</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大阪市、中央区における本計画の位置づけの検討(国家戦略特区等施策)</li> <li>・地元商店街等との調整、協議、協力支援体制の検討</li> <li>・対象地域内の集合住宅、都市開発計画の状況調査並びに具体的な検討</li> <li>・御堂筋、船場地区全体の事業継続街区計画(BCD)との整合性検討</li> <li>・新都市共同溝の敷設道路の埋設物調査並びに敷設計画と補助金を含む法的検討</li> <li>・本計画の建設費、事業収支計画、事業形態の検討</li> <li>・事業推進体制、事業主体形成の検討</li> </ul>