

エネルギーと情報通信の融合時代を拓くスマートグリッド専門メディア

<http://sgforum.impress.co.jp/sgnl/>

[今月のトピックス&ニュース] … 03 国連気候変動会議 (COP20) 閉幕:国別目標案の準備が本格化へ

[特集:新春インタビュー] … 04 東芝 執行役上席常務 社会インフラシステム社 社長 横田 岳志氏に聞く

東芝のスマートグリッド 国際戦略 <<前編>>

— エネルギー産業の再編と
新ビジネスモデルの展開 —

[視点] … 14

30年後を見据えた 新しい都市の在り方実現に 向けた提言

[特別レポート] … 21 — 米ニューメキシコ州実証の内容とその成果 —

太陽光発電の 大量導入の影響を解決し、 ビルの独立運転も実現へ

[連載] … 28

欧州の風力発電最前線!

— 第3回 風力発電の拡大と電力需給バランス:風力発電にできること —

[Editor's Note & 次号予告] … 34

30年後を見据えた新しい都市の在り方実現に向けた提言

東大グリーン ICT プロジェクト Beyond2020 検討チーム

1990年代にインターネットが普及し始めてから、およそ20年が経過し、ICT（情報通信技術）は広くさまざまな分野で活用されるようになってきている。特にエネルギー分野における利活用は顕著に進められており、BEMS、HEMS^{注1}などビルや住宅への適用のほか、それらの群管理を実現するとともに、供給側の情報をも利活用する面的管理システムであるCEMS^{注1}、更にはエネルギー源に制限を受け難い都市づくりであるスマートシティなどへの適用も検討・実証的検証が進められている。

東日本大震災後、我が国のエネルギー安全保障は、大きな岐路に立っている。本稿では、2030年を見据えた新しい都市の在り方の実現に向けて課題を整理したうえで、提言していく。

▼注1

BEMS: Building and Energy Management System
HEMS: Home Energy Management System
CEMS: Community Energy Management System

▼注2

すなわちその社会的コストを、市民や企業が受容可能なものであること。

2030年、2040年に あるべき社会像

東日本大震災以後、従来型の電力供給システムに依存し続けることが困難であることが明白になっているにもかかわらず、再生可能エネルギーの活用は十分に進んでいないのが現状である。電力供給方法をより効率化・多様化し、ますます複雑高度となる需要サイドとのマッチングを図るには、いまだ解決すべき課題が多く残されている。

2030年、2040年、あるいはそれより先を見据えたとき、環境負荷の低いエネルギーを活用しつつ、持続発展可能な経済活動と快適な社会生活を送ることができ、かつそれが持続可能である^{注2}必要がある。

これを実現するには、単に環境負荷の低いエネルギーの導入を進めるのみならず、現在未利用あるいは有効活用できていないインフラやエネルギー資源、技術等々のリソースを、技術および制度の双方の観点から活用できる仕組みが必要である。

例えば、エネルギーインフラに関して言えば、日本には信頼性の高い送配電網や中高圧ガス供給網が存在している。そうしたネットワークインフラを安全かつ自由度高く利活

用可能なように制度対応できれば、需要家同士でのエネルギー資源の相互融通を、現在より柔軟に行うことが可能になる。

また、系統電力網を安定的に保つため逆流させられないという理由で使われていない電力や、ひたすら廃棄され続けている地下水、更には災害時にのみ利用することを想定して、何年あるいは何十年と利用されていない非常用発電設備等も、多数・多量に存在している。こうしたエネルギー源や設備を有効活用することが可能となれば、負荷の高いエネルギー源への依存度を軽減することができる。

2030年、2040年には、こうした現在未利用あるいは有効活用できていないリソースを、安心かつ安全に利活用可能とすることで、環境負荷が低く安心・安全な社会を実現することが望まれる。

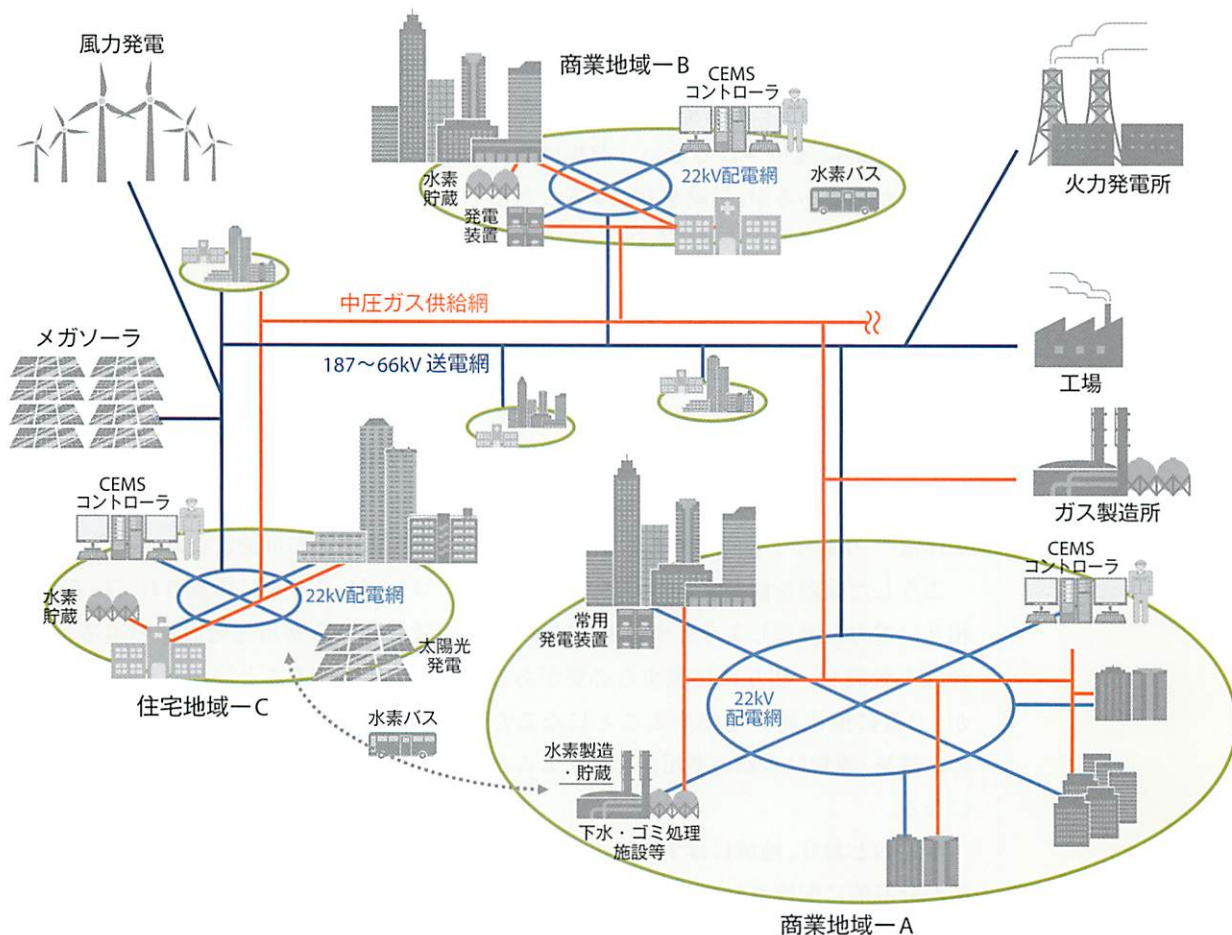
2020年に世界的な注目が東京・日本に集まることを契機として、前述したような新しいエネルギー利活用方策の一部を試行的に社会実装することによって、東京・日本の先進的かつ先端的な取り組みを世界に対して広くデモンストレーションし、さらに、10年後の2030年に向けての持続的な取り組みによる、東京のスマートタウン実現を強烈にアピールすることが重要である。

我々の提案のポイントは図1の通りである。

図1 提案のポイントと提唱する2030年に目指すべき都市イメージ

1. インターネット(The Internet)への接続と利用を前提に、かつ、インターネットのアーキテクチャの特徴である自立性、自律性、分散性、協調性、相互接続性を持ったインフラを設計構築する。
2. 街づくりには、街区においてエネルギー供給源となり、また耐災害性の高い施設(コンプレックス^注、大規模商業施設、廃棄物・下水処理施設等)を中心に据えることにより、平時のみならず災害時にも人々の安心・安全を確保可能な街づくりを進める。22kVレベルの配電網によりカバーされる区域(街区)を1つの都市として捉え、災害時であっても、当該街区区内において必要最低限のエネルギーセキュリティを確保可能なインフラを構築する。
3. 上記を実現するために、エネルギーインフラの活用を検討する。
 - ①電力網について、既存の系統電力網を活用し、22kVレベル配電網単位でCEMSを構築する。現在のところ系統電力網(配電網)は6.6kVが主流ではあるが、10万kW規模のCEMSの構築(大型コンプレックス等は現在のところ5万kW規模)や将来的な大規模分散電源の収容を見据えた場合には、22kVレベルの配電網の整備を進めるべきである。
 - ②CEMSを構築する場合、地域のエネルギー供給源の確保が重要となるが、これについて、地域に存在する廃棄物・下水処理施設等を活用するとともに、現在多くの大型コンプレックスに設置されているコジェネに代表される常用発電設備の活用を進める。現在、多くの大型コンプレックスでは自施設のエネルギーの一部を賄うために常用発電設備を設置・運用しているが、災害時にはこれら設備による発電電力を系統電力網の活用により、地域に提供できる仕組みを確立する。こうした常用発電設備に関しては、災害時にも強い中圧ガス供給を活用することにより、より災害に強い街づくりをすすめる。また、政策レベルでこうした常用発電設備の設置を支援することにより、災害時及び平時により安定したエネルギー供給を行える仕組みを実現する。
 - ③平時において余剰の電力が生じた際に、当該電力を活用するための1つの方策として、水素製造(併せて貯蔵)設備を整備する。水素貯蔵基盤を活用し、環境負荷の低い公共交通機関を整備する
 - ④その他、現在十分には利活用されていないエネルギー源としては、例えば以下に示すようなものが存在する。
 - ・東京都の地下に潤沢に存在する地下水:冷媒としての利用。
 - ・災害時対応を目的とした非常用発電設備:常用化することで電力源として利用。
4. 上記のインフラを整備するために必要な施策を行う。
 - ①制度面:特区の整備、補助金制度の確立等
 - ②技術面:ICTを安心して利活用可能なセキュリティ基盤の確立等

(注)コンプレックス:複合体



▼注3

輪番停電:電力の需要量が、供給可能な容量を上回ることにより大規模停電が発生することを防ぐため、順番に、一定の時間、特定の地域の電力供給を停止すること。

▼注4

総合資源エネルギー調査会・都市熱エネルギー部会ガス安全小委員会災害対策ワーキンググループ:東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策検討報告書

既存エネルギーインフラの活用による
エネルギーセキュリティの向上

〔1〕22kVレベルの配電網によりカバーされる区域(街区)の系統網を活用した
CEMS化

現在配電網は6kVと22kVが存在するが、今後増えていくことが予想される太陽光発電などの自然エネルギー由来の電力を収容していくためには、22kVの配電網をベースに据えることが合理的であると考えられる。なお、現在の配電網は6kV配電網を22kVにすることによって、6kVの配電網に比べて、配電ロス7%程度軽減することも期待できる。

こうした仕組みを提供することで、平時においても売電を局所的に行うことが可能となる。

これら系統電力網は、一般電気事業者によって運営・管理されており、需要家はその運用に関与することはできない。これは系統網が安定的に運用されるという前提に立っているからであるが、供給を意識することなく電力を利用できる状況であれば、こうした仕組みでも問題は特に生じない。しかし、ひとたび大規模災害が発生し、系統からの電力供給が途絶えてしまうと、仮に近隣に利用可能な小規模な発電設備があったとしても、それを地域で融通し合いながら利用するといったことは不可能である。これは例えば輪番停電^{注3}の場合でも同様である。

こうした問題を回避するために、需要家が相互に電力を融通しようとする場合には、自営線を敷設し、相互に接続する必要があるが、2重に配電網を構築することになるため、構築・運営に多額の費用が発生することになる。

前述のとおり、地域にはすでにエネルギー源が分散的に配置されているので、これら施設と地域の需要サイドを系統電力網により連携させることが可能になれば、災害時など

に系統からの供給が途絶えた場合であっても、既存の地中化された災害に強い22kV電力網を利用して、電力を効率的に地域で融通することが可能になる。

ただし、系統からの供給が途絶えた状況、すなわち地域の分散電源のみで電力供給を行う場合、電力の需給バランスや地域に配置されている分散電源の規模などを考慮しつつ、適切な規模単位でセグメント化し、それぞれのセグメントにおいて電力の需給バランス管理、周波数調整等を行うCEMSコントローラを配置することが必要である。また、セグメント化される単位を意識しながら街づくりを行うこと、例えば、災害時にも電力供給を必要とする病院等の重要施設を分散電源の側に配置するなど、が可能となる。

〔2〕中高圧ガス供給の有効活用

日本のガス配送管、特に高圧・中圧は、高い耐災害性を備えており、阪神・淡路大震災や東日本大震災規模の災害であっても、供給が停止することはない。事実、阪神・淡路大震災、東日本大震災においても、高圧は被害なし、中圧はkm換算でそれぞれ2箇所/km(被害箇所数は106箇所)、0.2箇所/km(被害箇所数は22箇所)程度であった^{注4}。

こうしたインフラの特性を活かし、災害時に高圧・中圧のガスインフラを有効活用できる仕組みを構築することにより、需要家にとっては、災害時にエネルギー調達が多様化を図ることが可能になる。具体的には、大型複合施設に設置されている、あるいは設置される常用発電設備のエネルギー源として活用すること等が考えられる。

防災兼発電拠点を分散整備した
都市インフラ

〔1〕大型複合施設の常用発電設備

複合施設、大規模商業施設や廃棄物/下水処理施設等は、その施設の特性から

高い耐災害性が確保できるような構造となっている。

特に大型コンプレックスは、多くの人が来場することを想定した施設であり、多くの人がある間に大規模災害が発生しても一定期間避難生活を送ることが可能なように生活物資の備蓄をするとともに、必要最低限の避難生活を送ることが可能となるよう設計されている。とりわけ電力に関しては、平時から自施設の電力の一部を賄うことを目的として、常用発電設備等を設置・運用している。

現在のところ、こうした常用発電設備（一般的にはコージェネ）は、大型コンプレックスが、自施設のエネルギーセキュリティを確保することのみを目的として設置・運用しているのが実態であるが、災害時に同設備による発電電力を地域で融通するできる仕組み、すなわち、系統電力網を介して地域に還元できる仕組みを構築することで、地域のエネルギーセキュリティを高めることが可能となる（前述の22kV電力網）。ただし、常用発電設備を設置・運用することは、非常用発電設備を設置・運用することに比べて高コストとなるため、常用発電設備を整備することに対するインセンティブを与える方策を政策的に支援していくことが重要である。

〔2〕 廃棄物処理施設の災害時の有効利活用

また廃棄物処理施設については、現在、東京都には62の焼却施設（23区内に23施設、多摩地域に20施設、島嶼（とうしょ）地域に10施設、民間施設が9施設）があり、特に23区内には300トン／日以上処理を行える施設（20施設）が多数存在している（図2）。

焼却施設は、平成25（2013）年5月に閣議決定された「廃棄

物処理施設整備計画」^{注5}において、「地域の防災拠点として、特に焼却施設については、大規模災害時にも稼働を確保することにより、電力供給や熱供給等の役割も期待できる。」とされており、災害時の有効利活用が期待されているところである。実際、一部の焼却施設では、蒸気、温水に留まらず、電力を周辺施設に提供を行っている。

すなわち、大規模商業施設や廃棄物／下水処理施設といった施設は、災害時に防災拠点として活用することが可能な施設であると言える。また、平時においても多くの人が集まったり、安定的にエネルギーを供給することが可能な施設であることから、街づくりにおいては、これらの施設を人とエネルギーのハブとしてその中心に据えることが、ある意味で合理的であると言える。

一方で、これらの施設がもつポテンシャルを最大限活用し、地域のエネルギーセキュリティを高め、地域住民（あるいはその地を訪れた人々）に対して安心・安全を提供できる街づくりを進めるには、さまざまな仕組みが必要である。

図3（18ページ）に、提言する2030年に目指すべき都市インフラのBCP機能を示す。

▼注5

<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=16705>

図2 東京23区の清掃工場



- ▼注6
FCV: Fuel Cell Vehicle
- ▼注7
<http://newsroom.toyota.co.jp/jp/2014>
- ▼注8
<http://jscp.nepc.or.jp/article/jscp/20131203/375782/>
- ▼注9
<http://www.kotsu.metro.tokyo.jp/information/service/bus.html>

未利用あるいは現在有効利用されていないエネルギーの活用

(1)「水素」の有効活用

トヨタ自動車株式会社(以下、トヨタ自動車)が、2014年12月15日にFCV^{注6}(燃料電池自動車)を発売する^{注7}など、近年、水素が次世代のエネルギー媒体として注目されている。水素は、燃焼によって、水しか排出しないため、環境負荷が極めて低く、クリーンなエネルギーである点も大きなアピールポイントである。

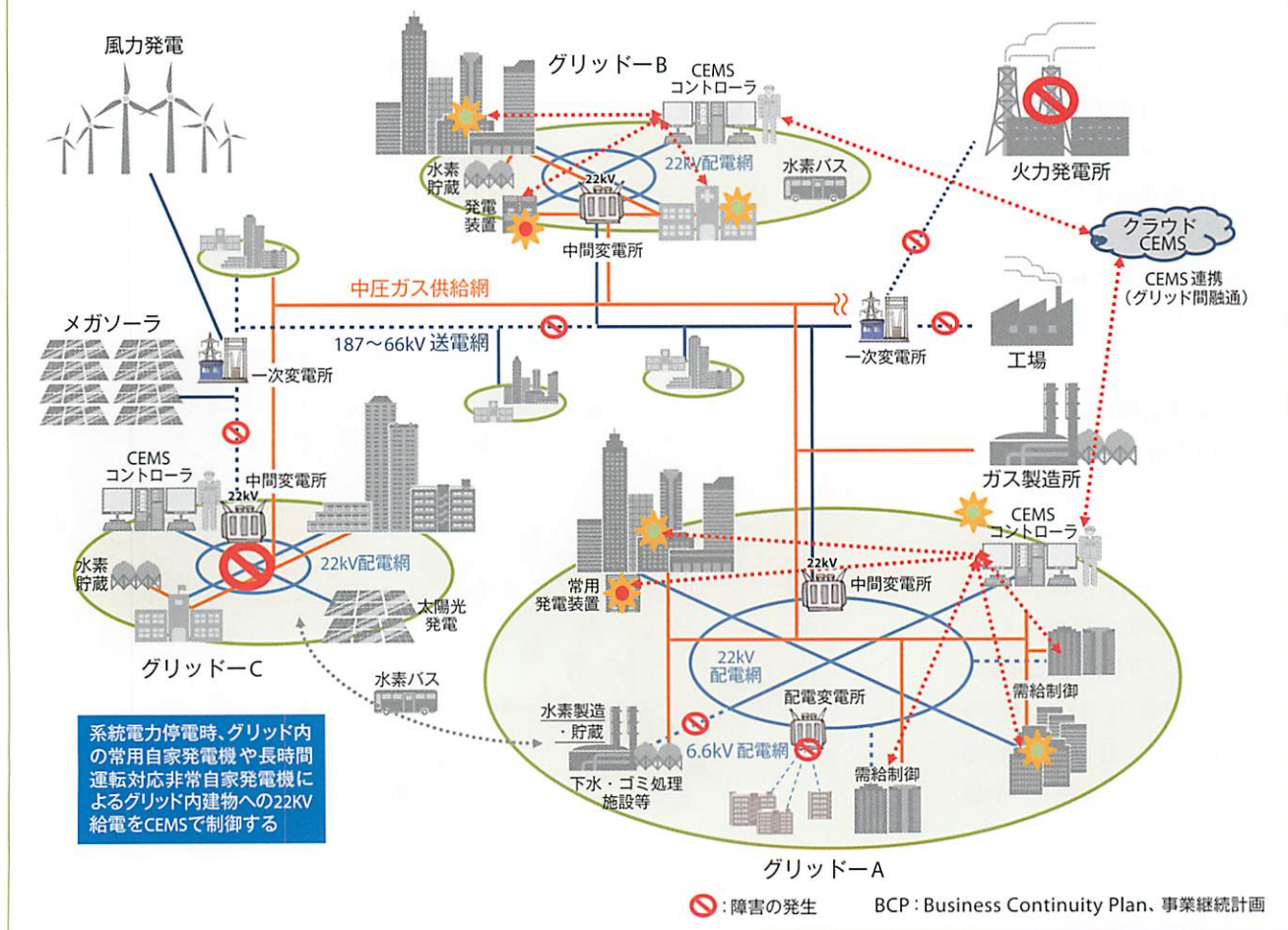
さらに同社は、豊田市においてFCバスを活用したV2H (Vehicle to Home) の実証実験を実施している^{注8}。同実証実験では、FCバスを平時には環境負荷の低い公共共通手

段として提供するとともに、災害時には外部の建物等に電力を供給する燃料電池として活用する仕組みの在り方について検証・検討を行っており、移動型防災拠点の可能性を示している。

東京都では、都営バス(車両数:1,453^{注9})を運用・管理しており、当該バスが保有する車両の一部をFCバスとすることにより、実質的に街中に分散型の電池を配備することが可能となっている。これにより、災害発生時にも必要な場所に必要な電力を一時的に供給することが可能となる。

一方で、現在のところ、水素を自然に生成することはできず、それ自体を生成するためにエネルギーを必要としている。そのため、低い環境負荷で生成することが必要となるが、例えば、前述した焼却施設の排熱を有効

図3 提唱する2030年に目指すべき都市インフラのBCP機能



活用し、当該熱源を活用して水素を生成することにより、環境負荷を抑えながら水素を作り出すことが可能となる。

東京都の場合、前述の焼却施設や地域防災施設を活用して水素を生成管理する拠点とし、バス等の大型車両を組み合わせて、高度な水素流通を目指した実証コンプレックスを組むことが可能である。

現在のところ水素ステーションは、1基あたりのコストが5億円とも10億円とも言われており、普及方策を、このコンプレックスの中で模索することが実証の大きなポイントとなる。

(2)「地下水」の有効活用

地下水は年間を通じて温度変化が相対的に小さく、夏は(相対的に)冷たく、冬は(相対的に)温かいという特徴がある。このため、近年、地下水を空調熱源として利用することが着目されている。

具体的には、夏場外気が高い時期は相対的に温度の低い地下水を冷媒として活用し、冬場外気が低い時期は逆に熱源として利用することができる。大規模施設等においては、ピークカットまたはピークシフトに対応するために、電気代の低い夜間の電力を活用した夜間蓄熱などの取り組みを行っているが、電力に頼らざるを得ないのが現状である。

地球温暖化が進む昨今においては、環境負荷が低く利用可能な熱源としての地下水は非常に大きなポテンシャルを秘めていると言える。ここで電力消費量を軽減することで、例えば、余剰電力を先に述べた「水素」製造に活用するということが可能になる。

現在のところ、東京都では「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例(略称 環境確保条例)」(平成13年4月1日施行)により、地下水の揚水量に制限が設けられている。これは地盤沈下を避けるために重要な施策ではあるが、前述のとおり、冷媒^{注10}としての効用が期待できることから、エネルギー消費量の多い施設・街区において循環を前提

とした揚水を認める等の利活用策を講じることが重要である。

(3)「非常用発電装置」の平時活用

大規模商業施設や公共性の高い施設、あるいは病院等の重要施設では、外部からの電力供給が途絶える事態を想定して、非常用発電装置を導入するのが一般的である。また、東京都でも白髭(しらひげ)東団地の防災設備には、連続7日間防災設備を運転可能な規模の大規模非常用発電機が設置されている^{注11}。

しかしながら、これらの設備は本質的に「非常時の利用」を想定しているため、定期的なメンテナンス時にしか利用されないのが実情である。また、設備としても、「非常用」を想定した設計となっているため、長期に渡って利用することができない。

一方で、こうした設備を平時から利用する、すなわち「非常用」を「常用」とする仕組みを構築することは、結果として地域のエネルギーセキュリティを高めることに繋がると考えられる。ただし、当然のことながら、非常用発電装置と常用発電装置では、その設計が本質的に異なるため、導入コストも異なり、また設置基準も大きく異なる。このため、実際に非常用発電装置の常用発電装置への移行について、定量的に評価することが必要である。

これらの検証の結果、有効性が明らかとなった場合には、その普及展開に向けた政策的な支援を行っていくことが必要となる。例えば、常用発電設備の設置基準をある一定の条件を満たす地域(街区)において緩和したり、あるいは常用発電設備の導入支援をしたりといったことが考えられる。

例えば、常用を前提とした場合、発電のための燃料の確保は重要な課題となる。現在の発電装置は、重油をその燃料として用いるのが一般的であり、その場合、発電設備の付近に備蓄する必要がある。重油の備蓄量が増えると、(400リットル以上2,000リットル未満の場合少量危険物取扱所、2,000リットル以

▼注10

冷房・冷凍機などで温度を下げるために用いる熱媒体となる物質のこと。

▼注11

<http://www.gikai.metro.tokyo.jp/record/yotoku/2012/4-08.html>

▼注12

東大グリーンICTプロジェクト
ト: <http://www.gutp.jp/>

▼注13

<http://www.nisc.go.jp/conference/seisaku/index.html>、第39回会合(平成26年5月19日)、報道発表資料「重要インフラの情報セキュリティ対策に係る第3次行動計画」

上では危険物取扱所としての)規制を受けることになる。このため、常用を前提とするのであれば、ガスを燃料として用いることは1つの選択肢となる。前述のとおり、都市ガスの中高圧ガス供給網は耐災害性が高いので、このようなガスをを用いることは、災害時における電力確保の多様化という観点からも効果が期待できる。

ICT基盤の利活用

分散化されたエネルギー供給源を活用した街づくりを進めていくためには、地域のエネルギー需要と供給にかかわる情報をリアルタイムに収集・分析し、フィードバックする仕組みを構築していくことが必要である。

〔1〕標準化規格による相互接続性の確保

多様な施設の多様な設備の情報を収集・管理することが必要になるため、マルチベンダ・マルチシステムを想定したプラットフォームを構築することが重要である。

東大グリーンICTプロジェクト^{注12}では、スマートグリッドにも適用することが可能な国際標準通信規格IEEE 1888(UGCCNet: Ubiquitous Green Community Control Network)の研究開発を進めている。

IEEE 1888は、さまざまな設備の情報、および設備が利用する通信プロトコルを汎用的に取り扱うことが可能となるように設計された通信規格であり、多棟BEMSの領域

で導入・運用実績を積んでいる。

このようなオープンで誰もが利用可能な規格を活用してシステムを構築することが、プラットフォームを展開するうえで重要になる。

〔2〕セキュリティの確保

一方で、こうしたインフラは、地域住民の安心・安全にも直結するため、しっかりとセキュリティを確保することが重要である。政府においても2014年5月19日に「重要インフラの情報セキュリティ対策に係る第3次行動計画」^{注13}が決定されるなど、重要インフラのセキュリティを確保することの重要性が示されている。

そのため、こうした仕組みを構築する際には、セキュリティ対策にかかわる検討も同時並行的に実施していくことが重要である。

さいごに

実際に街づくりを進めるうえでは、地域にどの程度利活用可能なエネルギー源があるか、またどの程度の需要が存在するかを見極めながら、最適な規模のCEMSを構築することが必要である。そのため、技術的な実証を行うとともに、最適なCEMSの在り方について、ディベロッパー、ゼネコン、メーカー、ベンダなどとともに検討を行っていくことが重要である。

◎ Profile

東大グリーンICTプロジェクト Beyond2020 検討チーム

東大グリーンICTプロジェクトは、2008年に発足した産学連携のコンソーシアム。先端的ICT技術を用いたスマートなビルやキャンパス、さらには街(シティ)を実現することで、節電・省エネを実現し地球温暖化へ貢献する。

また「スマート化」を行うことで、活動の効率化、自然災害や事故などに対する危機対策(BCP: Business Continuity Plan)の強化、さらに、新しいライフスタイルやビジネスを創生・創造することを目的としている。

東京大学本郷キャンパス内にある工学部2号館(地上13階建て)を用いた技術検証からスタートした活動は、すでに国内外のビルやキャンパスにおいて、ICTを用いた設備の管理・制御のみではなく、システム全体のエコシステム化、システム間での協調によるエコシステム的设计へと進化・展開されている。

「Beyond2020 検討チーム」は、2020年に開催予定の東京オリンピック・パラリンピックを契機に、さらにその先の東京地域のスマート化に関する具体的な提言をまとめるために集まった有志によるタスクチーム。