

2013 年度卒業論文

山田正雄ゼミナール

環境・エネルギー問題への  
新たなアプローチ  
—スマートグリッドでつくる可能性—

日本大学法学部 新聞学科 4年

学籍番号：1030221

魚井 彩賀

## はじめに

近年、情報通信技術(ICT)は華々しく成長と進化を遂げている。その恩恵に与り、私たち人間の生活も以前より豊かで便利なものとなった。しかしながら、その技術革新の裏側で、徐々に危機にさらされているものも存在する。それは私たちが暮らし、生きるこの『環境』である。

PCやスマートフォンを始めとした電子機器の発達、新規のクラウドサービスの普及・既存のものの躍進によって情報通信関連の市場が活発化するにつれて引き起こされる電力への集中依存はエネルギーの大量消費、および大規模停電の危険性を高めていることが無視できなくなってきた。

また、懸念される事項はそれだけに留まらない。情報通信機器が多く利用されればされるほど、機器から排出される温室効果ガスの量が増加していくことも近年問題視されている。温室効果ガス排出量の増加は以前より警鐘を鳴らされていたが、そこに情報通信機器の排出も合わさって、ますます拍車がかかることが予想される。

環境やエネルギーは、潰滅や枯渇してからでは手の施しようがない。したがってこれから私たちは、安定した活動を行っていくためにも日々環境や電力消費に配慮しながら情報通信技術を利用した経済活動を行っていくことが必要になるといえよう。そのためには、まず環境・エネルギー問題を取り巻く現状と問題を把握し、そしてそれらを解決するにあたって新たに開発されている情報通信技術について理解を深めなければならない。

本論文では始めに今日問題視されている環境やエネルギーについての事柄を明確化する。ユビキタス・テクノロジーを利用した新たな温室効果ガスの排出量の削減や、エネルギー問題の解決に期待される新進の情報通信技術、特に、日本でも脚光を浴びつつある『スマートグリッド』に焦点をあててアプローチを行っていきたい。またそれらを活用・施行していく上での課題を列挙していく。

また、スマートグリッドは日本だけの技術ではない。したがって日本と同じように環境保全やエネルギー問題に直面している世界の国々は、どのようにスマートグリッドを展開しているのかも追っていき、考察する。そうして最後に研究のまとめとして、全項目を通して自身が導き出した展望を提示する。

- 目次 -

はじめに

**1 情報通信技術の革新の裏側**

- 1.1 躍進する情報通技術と産業
- 1.2 情報通信技術が関わる昨今の問題
  - 1.2.1 温室効果ガス排出量増加への懸念
  - 1.2.2 エネルギーの大量消費と大規模停電問題
    - 1.2.2.1 ニューヨーク大停電から学ぶ停電のリスク
    - 1.2.2.2 日本のエネルギー使用状況
    - 1.2.2.3 供給停止の危険と将来的な対策

**2 現代における発電・エネルギー環境**

- 2.1 ベストミックスで利用されている発電
- 2.2 自然を利用した発電方法
- 2.3 従来の発電からの移行
- 2.4 鍵となる「分散型発電」
- 2.5 マイナスを補填する新たな技術

**3 環境・エネルギー問題の解決に貢献する情報通信技術**

- 3.1 ビルエネルギー管理システム(BEMS)
  - 3.1.1 BEMSの導入事例
- 3.2 家庭用エネルギー管理システム(HEMS)
- 3.3 スマートグリッド

**4 スマートグリッドの可能性**

- 4.1 スマートグリッドの仕組み
  - 4.1.1 定義
  - 4.1.2 スマートグリッドの目的
  - 4.1.3 スマートグリッドに関連する技術
- 4.2 スマートグリッドと作る新たな戦略
  - 4.2.1 スマートグリッドの持つメリット
  - 4.2.2 スマートグリッドの現状
  - 4.2.3 スマートグリッドとクラウド

## 5 スマートグリッドの現状における課題

- 5.1 社会的認知度
- 5.2 通信ネットワークへの負荷
- 5.3 サイバーセキュリティ問題

## 6 世界のスマートグリッドの取り組み

- 6.1 世界のエネルギー使用量とスマートグリッド
- 6.2 米国のスマートグリッド
- 6.3 欧州のスマートグリッド
- 6.4 アジアのスマートグリッド
  - 6.4.1 中国の動向
  - 6.4.2 韓国の動向
  - 6.4.3 インドの動向

## 7 展望

- 7.1 高まる「見える化」への需要
- 7.2 問題となる分野での削減が可能に
- 7.3 スマートシティの実現

結びにかえて

参考文献・参考資料一覧

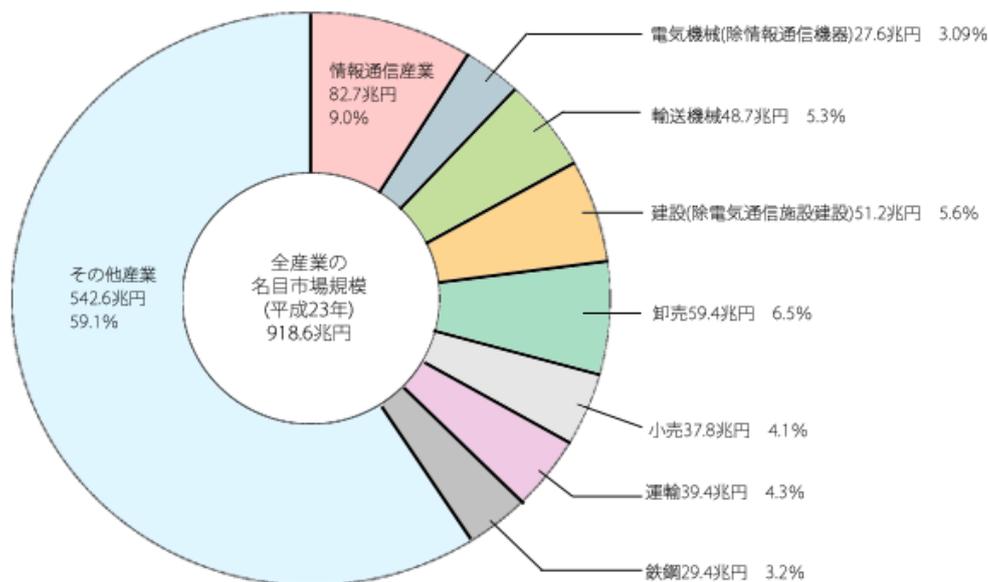
## 1. 情報通信技術の革新の裏側

近年様々な分野で情報化が進み、それによって対応する技術も増加している。小学校でも情報通信の教育が行われるようになり、様々な人間が片手にスマートフォンを持ち、若者たちはソーシャルネットワークサービスの利用に勤しみ、事業者はインターネットを駆使してビジネスを展開する。今や日本では情報通信にまったく携わらない「完全アナログ」な活動をしているもののほうが少ないことがこの事実から推測できるだろう。

### 1.1 躍進する情報通信技術と産業

情報通信技術、および産業の成長は今日日留まることを知らない。総務省発行「平成 25 年度版 情報通信白書」によると、情報通信産業の市場は今や国内の全産業の中で最大級の規模を誇るようになった。経済の変化による多少の減少などはあっても、情報通信産業の市場は年々確実に種類を増やしながらかつ拡大していることがわかる。

図表 1：主な産業の市場規模（名目国内生産額）



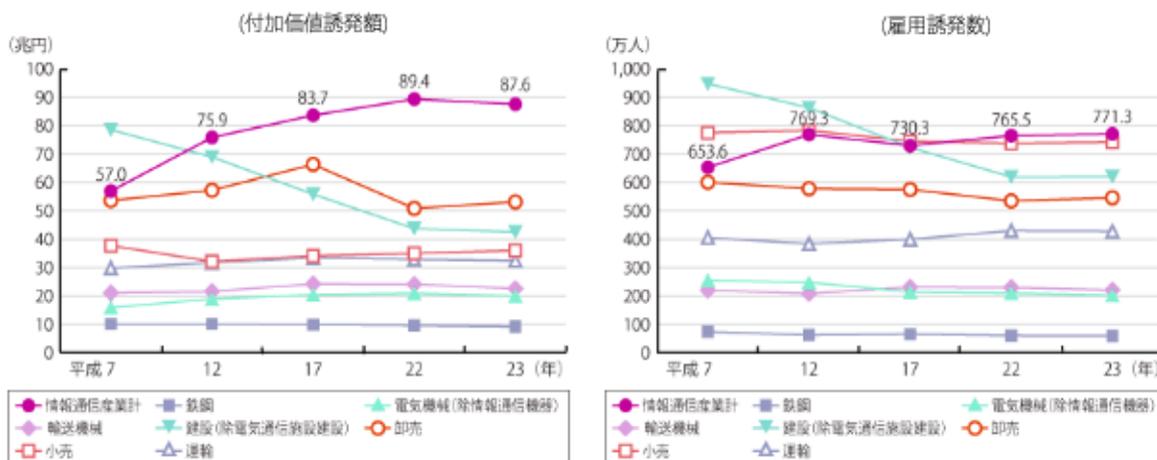
(総務省「ICTの経済分析に関する調査」より作成)

また、実質 GDP 成長率への情報通信産業の寄与度はいずれもプラスとなっているという事実も総務省の同調査で明らかになっている。特に 2009～2011 年は実質 GDP が大幅にマイナスになっているのに対し、情報通信産業の寄与度はプラスを維持しているという結果が出た。

また、「各産業の生産活動」に着目して経済波及効果についてみると、情報通信産業の付加価値誘発額は 2011 年で 87.6 兆円、雇用誘発数は 771.3 万人となっており、

日本の産業の中でも最大規模となっている。

図表 2：主な産業部門の生産活動による経済波及効果(付加価値誘発額、雇用誘発数)の推移



(総務省「ICTの経済分析に関する調査」より作成)

こういった結果から、今後経済の更なる活発化を目指すべく、ますます国内の成長戦略に情報通信産業、及び技術が重点的に組み込まれていくことが推測される。

しかしながら、情報通信技術が私たちにもたらすものは恩恵だけとは言えない。華々しい進化と成長の裏側で、徐々に脅かされているものが存在する。

## 1.2 情報通信技術が関わる昨今の問題

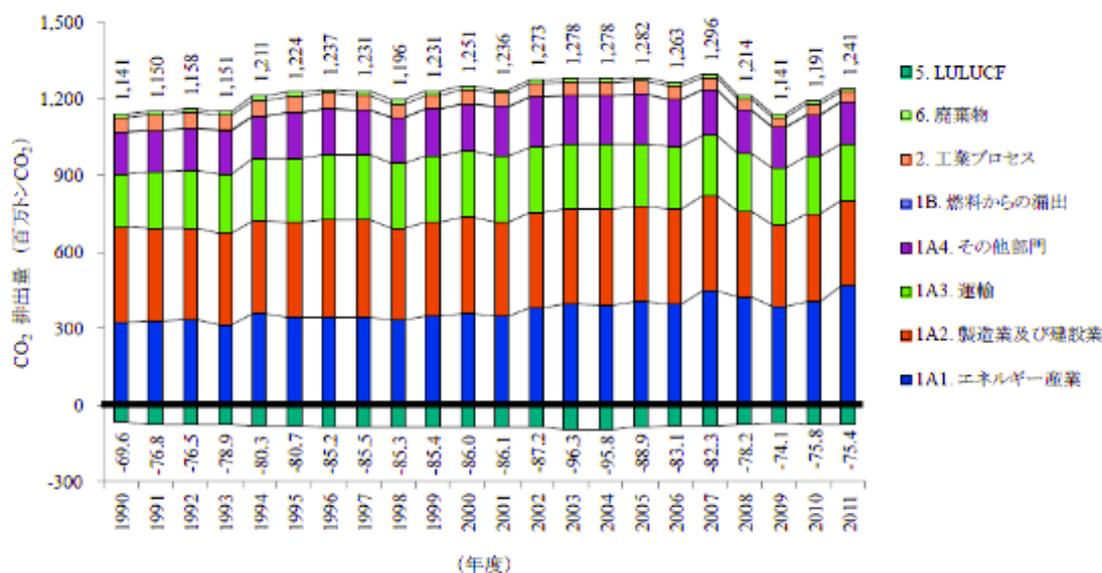
此の程、情報通信への過剰な依存が温室効果ガスの排出量増加と大規模停電のリスクを高めていることが社会的に問題視されつつある。

従来と比較し、どのような変化があるか。問題別にアプローチしていく。

### 1.2.1 温室効果ガス排出量増加への懸念

独立行政法人国立環境研究所から 2013 年に発表された「日本国温室効果ガスイベントリ報告書」によると、2011 年度の二酸化炭素の排出量は 12 億 4,100 万トンであり、温室効果ガス総排出量の 94.9 パーセントを占めた。1990 年度比で 8.7 パーセントの増加、前年度比 4.2 パーセントの増加となった。

図表 3 : CO<sub>2</sub> 排出量の推移



(独立行政法人国立環境研究所 日本国温室効果ガスイベントリ報告書より引用)

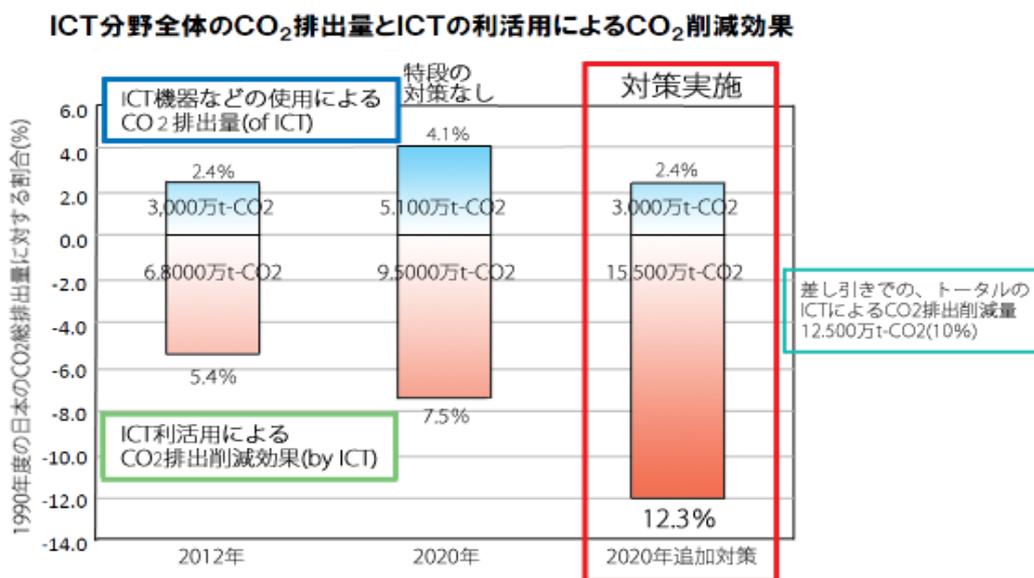
これを部門別にして排出量の増減を見ると、エネルギー産業における燃料の燃焼に伴う排出は 1990 年度比で 43.9 パーセント増加、前年度比で 15.1 パーセントの増加となった。1990 年度からの排出量の増加の原因としては、電力などのエネルギー消費量が増加したことが挙げられる。

温室効果ガス排出量の増加は以前より世界的に警鐘を鳴らされていたが、そこに情報通信機器の過使用も合わさって、ますます拍車がかかることが予想される。しかしながら今や日本は情報通信技術なしに経済活動を行うことは不可能に等しい。

そうすると私たちは温室効果ガスの過剰排出に常に怯えながら、情報通信技術に生きていかなければならないのか。そういった問題や不安を、情報通信技術によって抑えることができる。

環境問題ワーキンググループの試算によると、情報通信技術の利活用による温室効果ガスの削減効果は、2020 年には最大約 1.5 億トンになる可能性がある。環境ワーキンググループは「これは、1990 年の総排出量と比較した場合には約 12.3 パーセントの削減効果に相当し、25 パーセント削減の中期目標達成に大きく貢献」といった予測を立てている。

図表 4 : ICT 分野全体の CO<sub>2</sub> 排出量と ICT の利活用による CO<sub>2</sub> 削減効果



(グローバル時代における ICT 政策に関するタスクフォース 地球的課題検討部会「2020年における ICT による CO<sub>2</sub> 削減効果」より作成)

したがって、情報通信技術を通して引き起こされる問題を、情報通信技術を駆使することによって払拭することが可能なのである。

## 1.2.2 エネルギー大量消費と大規模停電問題

現在日本を取り巻くもう一つの問題として、大規模停電が挙げられる。

そもそも、停電はなぜ起こるのか、その原因を大別すると「電気の過使用」と「漏電」の二つに集約される。送電の基盤が整っており安定した電力インフラを持つ日本では、後者の「漏電」よりも前者の「電気の過使用」が問題視される。

### 1.2.2.1 ニューヨーク大停電から学ぶ停電のリスク

実際に起こった大規模停電の例として、米国の「ニューヨーク大停電」が挙げられる。2003年8月、米国のオハイオ州、ミシガン州、ペンシルベニア州、ニューヨーク州、バーモント州、マサチューセッツ州、コネティカット州、ニュージャージー州およびカナダのオンタリオ州に及ぶ広大な地域で停電が発生した。これが、大規模停電の中でも一般によく知られている、ニューヨーク停電である。

この大規模停電が起こった経緯を振り返ると、きっかけはありふれた火力発電所の装置の異常であった。オハイオ州北部ファーストエナジー社のイーストレーク石炭火力発電所5号機が、装置の異常でストップし、送電線に障害が発生した。その後、同日にファースト

エナジー社の複数の 34.5 万 kV 送電線が樹木接触によってセンサが作動し、次々と電力送電を停止した。

この二つの事故は全く異なる場所で発生した個別の事故であって、どちらもそれ自体が大規模停電を引き起こすほどのものではなかった。しかし、この事態への対応に手をこまねく時間が長かったため、オハイオ州、ミシガン州で送電線の電力が大きくなって送電が止まってしまった。それに伴って電気の使用料が発電量を超える事になり、次々と発電所が稼働停止してこれらの地域一帯が停電に見舞われることとなった。そしてこの負の連鎖がその他地域にも及んだことにより、かの大規模停電が引き起こされたのである。

結果として、この停電による被害は、電力供給支障が約 6,180 万 kW、停電人口約 5 千万人、被害額 60 億ドル相当に及ぶと言われている。総停電時間も 29 時間とかかり、ニューヨーク市民に甚大な被害を与えた。6,180 万 kW は日本で置き換えると東日本大震災前の東京電力の発電量に匹敵するものである。また、停電人口約 5 千万という数字からも、日本の関東圏全域にわたる大停電が発生したのと同じであると考えれば、その規模の大きさが想像できる。<sup>1</sup>

### 1.2.2.2 日本のエネルギー使用状況

以上から、大規模停電が起きたとき私たちに降りかかる被害の規模が推測できた。

それでは、昨今の日本のエネルギー使用状況はどう変化しているか。エネルギーの過剰な消費はピークシフトを狂わせる、安定供給を妨げ発電所を停止させるなどの障害を誘発し、いずれは大規模停電への引き金をひいてしまう危険性がある。

経済産業省・資源エネルギー庁が発行している「平成 24 年度エネルギーに関する年次報告」によると、今後のエネルギー使用量の削減対象として、住宅・建築物が一つの重点分野だという。日本の最終エネルギー消費はほぼ一貫して増加しており、部門別でエネルギー消費量を見ると産業部門が約 0.9 倍、運輸部門が約 1.9 倍であるのに比べ、住宅・建築物などの民生部門は約 2.5 倍と大幅に増加している。

この結果を踏まえ、資源エネルギー庁は、日本は省エネルギー先進国であるが現在 5 割程度である新築住宅における省エネルギー基準適合率の向上や、住宅ストックの断熱性能の改善などの課題があり、このような状態を踏まえつつ、断熱性能の向上等を含む住宅・建築物全体の省エネルギー化の推進について検討が必要であるという結論を打ち出している。従来から十分な努力により省エネルギー化を促進してきた産業部門における更なる省エネルギー対策に加え、エネルギー消費量が著しく増加している民生(業務・家庭)部門において、一層の省エネルギー化を進める必要があると示した。

### 1.2.2.3 供給停止の危険と将来的な対策

発電所が停止した場合、再起動までには相当な時間を要する。したがって、大規模な停

<sup>1</sup>大嶋輝夫『停電が一番わかる』技術評論社 2013年5月

電が発生した場合などにおいてはすべての需要家が通常に電気を使用できる状況に戻るまで、場合によっては数ヶ月を要することもある。

現在の日本でニューヨーク大停電のような被害が生じる可能性はゼロとは言い切れない。東日本大震災のように想定外の事故が起きた場合や、先に言及したようにエネルギーの過使用によって発電が追いつかなかった場合など、様々な要因が考えられる。

情報通信関連の分野が伸びを見せ、それに乗じて電力需要が高まる現代日本で大規模停電が発生した場合、生活だけでなく各産業も甚大な被害を受け、社会的パニックが起き大混乱に陥ることは容易に予想される。したがって、これから私たちにはエネルギーの省力化、効率的な利用、最終的にはクリーンな「創エネ」を図ることが必要になると考えられる。

## 2 現代における発電・エネルギー環境

前章にて、エネルギーの過剰消費が私たちの経済活動および生活に打撃を与える危険性を有している事を示した。

エネルギーの消費量が増えると、必然的に発電量も増加させなければならない。ところが東日本大震災における原子力発電所事故を引き金に、従来から囁かれていたエネルギーの転換・移行が急展開を見せ始めている。

現在日本ではどのような発電によって、どういったエネルギーが作り出されているのか。今後、どのように移り変わっていくことが予想されるか。

はじめにベストミックスという発電方法で利用されている水力発電・火力発電・原子力発電と、現在社会的に注目されつつある地熱発電・風力発電・太陽光発電など自然の力を利活用した発電に分けて述べ、エネルギー発電に関わる問題へアプローチする。

### 2.1 ベストミックスで利用されている発電

#### ・水力発電

水力発電とは、水の流れる力を利用して発電する方法である。仕組みとして、水が上から下に流れる勢いでポンプ水車を回して電気をつくる。発電の構造として、

- ①ダムで水をせき止めるダム式
- ②高い位置にある河川から水路で低い場所へ導いて発電する水路式
- ③ダム式と水路式の両者を組み合わせたダム水路式

がある。かつては国内総発電量の40パーセントを占めており、電力供給の柱であったが、火力発電が増加したことで現在は10パーセントまで低下した。

水力発電は国内の水資源を利用する純粋な国産エネルギーであり、発電時に温室効果ガスを排出しないクリーンなエネルギーと考えられている。また、発電効率は約80パーセントと高い。しかしながらデメリットとして、他の発電方法よりも発電電力量が下回ることと、

大規模なダムは国内にこれ以上つくる場所がないことが挙げられる。そのため、電力需要が拡大している現代で水力発電をメインに置くのは難しいという見解もある。

### ・火力発電

火力発電とは、石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料を燃やして発生した熱エネルギーを電気エネルギーに変換する発電方法のことを指す。種類としては汽力発電・ガスタービン発電・コンバインドサイクル発電がある。

火力発電は世界中で最も多く利用されている発電方法であり、出力の調整が容易である事がメリットとして挙げられている。しかし、石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料を燃やす際温室効果ガスが発生するため、火力発電への依存における温暖化問題が懸念されている。日本もその例外ではない。しかしながら火力発電が浸透した日本で、いきなり火力を除いたエネルギーの転換を行うことは困難であることが明白だ。

近年注目されているもので LNG 火力発電がある。火力発電の中では最も二酸化炭素の排出が少なく、石油に比べれば安定調達もしやすい。日本は現在、インドネシア、カタール、ロシアなど様々な地域から LNG を調達している。またシェールガス（地下の硬い地層に閉じ込められたガスのこと。これまでは採算性がなく開発が進んでいなかったが、新たな採掘技術が開発されたことにより、近年北米での開発が本格化している）の導入が進んでいることから、天然ガスの経済性、供給安定性は今後さらに大きく向上する見通しがある。

これから政府による政策によって脱原発の完全な施行がされた場合、太陽光発電など再生可能エネルギーが主流になるほど育つまでの過渡的な電源として、LNG 火力への期待が高まっていくだろう。

### ・原子力発電

原子力発電とは、ウランを核分裂させて熱エネルギーを作り、発電する方法である。具体的には原子炉で発生した熱で水を沸騰させて蒸気を出し、この蒸気で発電機を回して発電を行う。ウラン燃料は少量で大量の電気が作れ、また発電量当りの単価が安く、温室効果ガスの排出が少ない。故にかつて日本の温室効果ガス削減策は原子力発電に大きく依存するものであった。

しかしながら、東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故以降私たちがその身をもって思い知らされたように、放射能漏れ等が起こった際の被害規模が極めて大きいことが問題視されている。事実、前述の事故以降、社会における原子力発電の安全性への信頼は大きく損なわれることとなった。そのため、私たちは将来のために原子力の代替エネルギーを考えていかなければならない。

## 2.2 自然を利用した発電方法

太陽光、風力、地熱、バイオマスなどの自然の力を利用したクリーンな発電によってつ

くられたエネルギーは一般に「再生可能エネルギー」といわれている。本節では再生可能エネルギーをつくる発電方法について述べていく。

### ・バイオマス発電

木屑やわら、もみ殻や間伐材などこれまでゴミとして捨てられていたものを燃料として燃やし、その熱で蒸気を発生させて発電機を回し発電する方法である。バイオマスは生物由来の有機物であるため燃焼する際に二酸化炭素を排出する。しかし、バイオマスの燃料はもともと植物などであったため、空気中から内部に取り込んだ二酸化炭素を、燃焼によって排出していると考えられることができるため、バイオマスを燃やしても地球環境における二酸化炭素の量は変わらないと考えることができる。この考えは、一般にはカーボンニュートラルと呼ばれている。

バイオマス発電のメリットはこのようなカーボンニュートラルであることと、廃棄物の有効活用によってエネルギーを無駄なく使えることである。ただし、デメリットとして自然保護の観点から活用できる燃料の量に限りがあることが挙げられるため、他の発電方法と比較すると将来的な普及率は微増程度に留まらるだろうと推測される。

### ・地熱発電

地熱発電は発電時に温室効果ガスを排出しないクリーンな発電であり、地熱によって作られたエネルギーは純国産エネルギーに分類される。この発電方法のメリットは太陽光や風力と違い、天候等に左右されずに発電が行える事である。また、日本は地熱においては世界でも有数の資源国である。しかしながら商業化可能な熱源を掘り当てるための試掘には高額な費用がかかるなど、他の再生可能エネルギーに比べ初期投資費用が高い。

クリーンで純国産の地熱エネルギーによる安定的な電力供給は、地球環境問題等社会的要請に応えるものとして重要だが、事業リスクが高いこと等の課題もあり、現在政府は地熱発電を展開するにあたって補助金を給付するなどして支援を行っている。

#### 1. 中小水力・地熱発電開発費等補助

地熱開発は開発リスクが大きいこと等の課題を抱えているため、発電機等の設置に対して補助を行った。

#### 2. 地熱資源開発調査事業

発電時の温室効果ガス排出量がゼロで環境適合性に優れ、出力が安定した純国産のエネルギー源である地熱資源の開発を促進するため、地熱資源の調査（ポテンシャル調査等）に対する支援を行った。

#### 3. 温泉エネルギー活用加速化事業

地域の特性に応じた温泉エネルギーの自立的普及に向けて、初期需要を創出することによりコストの低減を図るため、温泉熱等の利用を行う民間団体等に対して補助を行った。

#### 4.地域主導による再生可能エネルギー事業のための緊急検討事業

再生可能エネルギーの導入を加速化するため、地域でのコーディネーター育成や地域の関係者が参画する協議会を中心とした事業化計画の策定等に対して支援を行った。<sup>2</sup>

日本は地熱発電を行うのに良好な条件を有しているため、今後も順調に政府の支援が行われれば、地熱発電は他の発電に並ぶ有力な存在となることが予想できる。

#### ・風力発電

自然の風を受けて風車が回り、その風車の運動エネルギーが発電機に伝わることで、電気ができる。日本の風力発電所は、風がよく吹く海岸線や海岸線の近くに立地されていることが多い。この発電方法のメリットには、

- ①発電方法が至ってシンプルであること
- ②二酸化炭素など温室効果ガスを排出しないクリーンな発電方法であること
- ③燃料費がかからず発電コストが低いこと

などが挙げられる。しかしながら、自然条件によって発電量が変動するため、送電網を強化しないと大量導入が難しい。また、風車を何基も建てるには、まとまった広い土地が必要とされる。加えて、鳥が風車のブレードにぶつかるバードストライクの事故や、風車が回る際に発生する低周波音が発電所の近隣に住む住人に騒音被害を与えたという事例もある。

しかし風力発電は従来広く知られている発電方法であり、仕組みや運用についても比較的周知されている。よって、再生可能エネルギー分野においては太陽光発電に続いて注目される発電方法である。

#### ・太陽光発電

この太陽光発電こそが、現在政策的に特に力が入られている発電方法である。何らかの運動エネルギーを利用してタービンを回すことで電力を生み出す他の発電方法と違い、太陽光が持っているエネルギーを直接電気に変換する仕組みである。

太陽光発電は水力発電、風力発電などと同様に発電時に温室効果ガスを排出しないクリーンなエネルギーであり、関連産業の幅も広いことから、産業育成の観点からも導入促進が期待されている。

しかしながら、この発電方法にも他と同じくデメリットがある。太陽光の場合、天候と電力需要が合致していないとリスクが生じる。例として、電力需要が下がる時期に需要を超える電力を発電してしまうと、電力系統に悪影響が及ぶ危険性がある。<sup>3</sup>

---

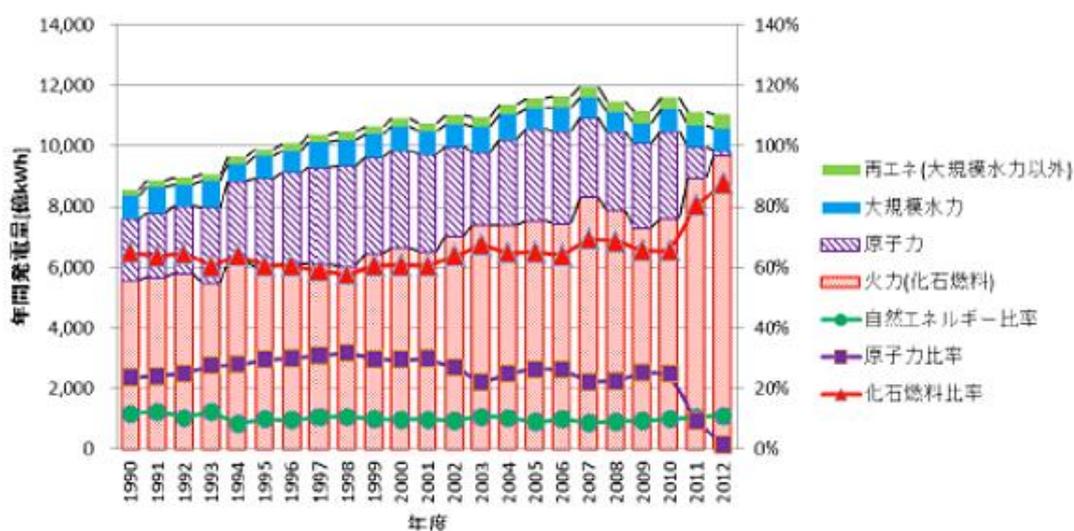
<sup>2</sup>資源エネルギー庁『エネルギー白書 2013』

<sup>3</sup>飯田哲也・白鳥敬『図解 よくわかる自然エネルギーと発電のしくみ』日本実業出版社

## 2.3 従来の発電からの移行

電力の予備力を安定的に確保するために、日本では水力発電、火力発電、原子力発電を3本柱として、それぞれの電源の特徴を生かした最適な組み合わせで電力需要に対応する、ベストミックスという方法が採用されてきた。ベストミックスでは、水力発電と原子力発電をベース供給力として利用し、火力発電でその時々需要に合わせて供給を行う。しかしながら、この従来形ベストミックスも、東日本大震災以降の原子力発電所の運転が停止することによって大きく変わろうとしている。

図表 5：日本の全発電量の推移



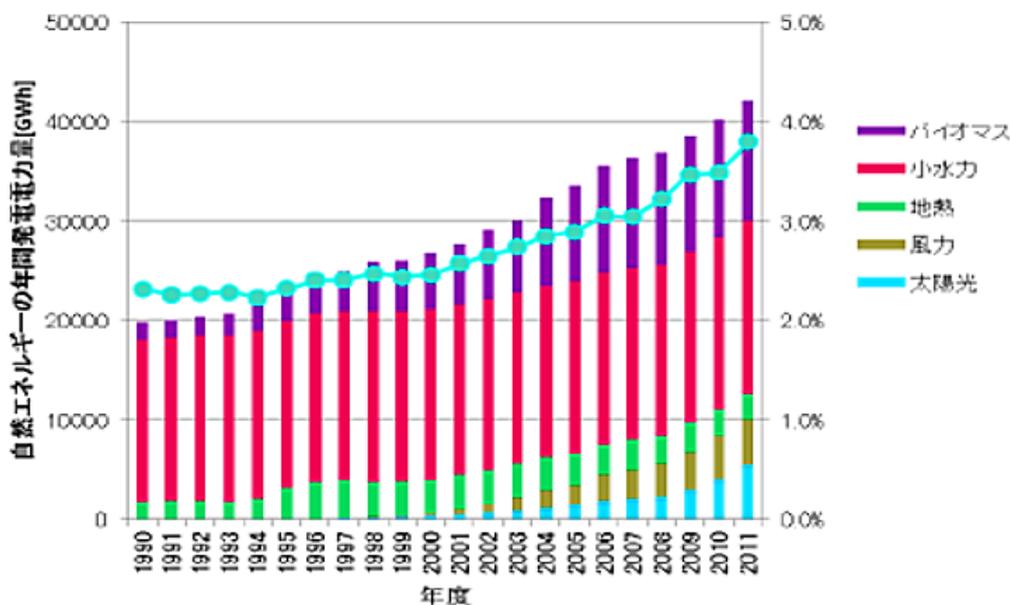
(環境エネルギー政策研究所(IEEP)『自然エネルギー白書 2013』より作成)

日本の全発電量の推移を調査した結果によると、果然東日本大震災が起きた 2011 年から原子力発電での発電量が著しく減少している。そして原子力発電に取って代わるように、火力発電への依存が高まった。

しかし、前節で述べたように火力発電は温室効果ガスを排出することがデメリットにある。元より温室効果ガスの削減を謳う日本は、いつまでも火力発電へ依存しては行かない。遠からず、温室効果ガスを排出しない再生可能エネルギーへの移行が必要になると考えられる。

それでは、自然エネルギーの中でも現在特に稼働が進んでおり、今後の活躍が見込まれるものは何か。自然エネルギー別に見ると、太陽光発電が次第に右肩上がりになっている。太陽光発電が最も有力であることが示唆されている。

図表 6：日本国内の自然エネルギーによる発電量の推計



(環境エネルギー政策研究所(IEEP)『自然エネルギー白書 2013』より作成)

自然エネルギー、もとい再生可能エネルギーの導入は 2020 年には 1.3~2.0 倍、2030 年には約 2~3 倍になると見込まれている。再生可能エネルギーの発電にあたっての整備や政策も次第に整えられていることから、この見通しが実現できる可能性は高いと言えよう。

## 2.4 鍵となる「分散型発電」

電力は大規模集中型発電所から需要地まで送配電されるのがこれまでの標準であった。しかし近年、電力の需要地近くに設置される小規模な発電設備の運用が脚光を浴びつつある。これを分散型発電設備といい、地熱を利用した地熱発電や、建物の屋根に設置される太陽光発電がその典型と考えられる。したがって、再生可能エネルギーと分散型発電は切り離せない関係なのである。

太陽光発電パネルなどのほかに、エンジンやタービンで発電機を回してその排熱を給湯や冷暖房に利活用する、コージェネレーションと呼ばれる電熱供給システムは、現状でかなり普及している分散型発電設備である。そして商品化されつつある家庭用や業務用の燃料電池はコージェネレーションの一種であると考えられる。またこの燃料電池の燃料にバイオマスを使えば、温室効果ガスを排出しないとみなされるカーボンニュートラルとなり得る。

また最近、蓄電池の技術にも期待が寄せられている。これから普及する電気自動車やプラグインハイブリッドカーに使われている高性能蓄電池は、今後エネルギーの効率的な活

用を行う上で重要な働きをすると予想される。<sup>4</sup>

## 2.5 マイナスを補填する新たな技術

再生可能エネルギーへの移行の意識が高まりつつある。前述のように、風力発電や太陽光発電などの自然の力を利用した発電には、天候次第で出力が変動するため発電量が一定でないというデメリットがある。しかしながら、安定した発電及び供給が行えなければ第1章で述べたように大規模停電へのリスクが跳ね上がってしまう。

こういった問題を補填する新鋭技術に、BEMSやHEMS、そしてスマートグリッドという技術がある。

BEMSやHEMS、スマートグリッドを活用すれば、偏在するエネルギーの需要調整を効率よく行うことができる。そして、電力供給の信頼性を高めエネルギー効率を最大まで上昇させることが可能となる。これらの詳細については次章、および後の第4章で述べていく。

## 3 環境・エネルギー問題の解決に貢献する情報通信技術

前章で言及した通り、今日日BEMS、HEMS、そしてスマートグリッドの活躍が期待されている。それぞれどういった仕組みを持ち、どのような効果を発揮するのか。本章では各システムや技術について明確にしていく。

### 3.1 ビルエネルギー管理システム(BEMS)

BEMS(Building Energy Management System)とは、建物の空調・衛生設備、電気・照明設備、防災設備、セキュリティ設備などの建築設備を対象として、各種センサ、メーターによって室内環境や設備の運転状況をモニタリングし、運転管理、および自動制御をするシステムを指す。一般的には、建物全体でのガス・油、水、電力それぞれの消費量を時間、日単位で計量し、季節や曜日、時間帯ごとに消費傾向を分析して実績を把握し、それをもとに施設運用やエネルギー契約の最適化などを図るものと考えられている。<sup>5</sup>

#### 3.1.1 BEMSの導入事例

BEMSは建物全体を対象にした管理システムであるため、現状では一般消費者のあいだでの認知度は低い。しかしながら、既に導入事例及び成功報告がある。その中から、例としていくつか挙げていく。

##### ・テナントビルでの導入

東京都指定歴史的建造物に登録されている近三ビルヂング(東京都中央区)ではEIA

<sup>4</sup>飯田哲也・白鳥敬『図解 よくわかる自然エネルギーと発電のしくみ』日本実業出版社

<sup>5</sup><http://sii.or.jp/> 一般社団法人 環境共創イニシアチブ

demand-Light というシステムを導入し、「節電テナントビル」の実現に励んだ。EIA demand-Light は、テナント自身が見える化により電力の使い方を把握できることが大きな特徴といわれている。また、それに合わせてビル全体の電力量のピークを知る事で、テナント自身がどれだけ節電に貢献しているかを明確にするという働きも期待されている。

従来はビル全体のデマンドと月次電力使用量および各テナントの月次電力使用量しか把握できなかったが、前述のシステムの導入によって①テナント別、②階数別、③用途別など様々な分類で、それぞれデマンド値と電力使用量をリアルタイムに把握する事が可能となった。結果として、テナント側は、これまでオーナー側しか知ることのできなかった、自主的に行った節電活動の効果を把握できるようになった。また、オーナー側でもあらゆる角度での「見える化」から、次に打つべき対策の選定や実施した改修の効果を詳細に分析可能となり、更には将来の自動課金、テナント別デマンドコントロール、デマンド値による基本料金設定等に拡張する為の統合的な BEMS の基盤形成が実現可能となった。

#### ・スーパーマーケットでの導入

スーパーマーケット「マックスバリュ」北上店(岩手県北上市)では Ad-BEMS Fel システムを導入し、二酸化炭素の削減に踏み込んだ。このシステムは、スーパーマーケットという業態の特徴でもある全電力量の多くを占める冷凍機の電力量を個別に測定し、制御を行うという仕組みになっている。

この店舗の場合、BEMS 導入の前に LED を導入したこともあり、それらの相乗効果が削減効果に顕著に現れたという調査結果が出ている。年間の電力使用量を比べると、一年間で約 12.5 パーセントの削減を実現した。これは BEMS システムの特徴である「見える化」のメリットが最大限引き出された良い事例であるといえよう。

商業施設やオフィスで利用される BEMS の市場は、2018 年度には、2012 年度と比較して 20.4 パーセント増の 565 億円に拡大するという見通しがある。市場拡大の理由としては、BEMS が従来のオンサイト型だけでなく、クラウド型のシステムも展開し、今後それらが市場に定着していくからと考えられる。

### 3.2 家庭用エネルギー管理システム (HEMS)

HEMS(Home Energy Management System)とは、家庭の電力の使用状況を把握し、住環境を快適に保ちながら、エネルギー効率を上げる仕組みのことである。例えば、現在の電力使用量を電子機器ごとに表示し、時系列で並べたり、1年前との比較を行うことができる。同時に当月の電気料金予測を表示し、省エネルギー活動を促進するなどを可能にする。テナントビルなど大型の建物を対象とした BEMS と比べると、住宅を対象とした HEMS はやや私たちに近いシステムであるといえよう。また HEMS は震災以降、節電を指向する近未来型の住宅設備システムとして、一躍脚光を浴びるようになった。

従来、ネットワーク化されているのはAV機器だけであった。しかし今後エアコンや冷蔵庫など、これまで家庭のネットワーク化の波から取り残されてきた白物家電が中心となってネットワーク化されていくという見込みがある。

また日本ではHEMSはこれまで家電メーカーが中心となって開発を進めてきたため、自社の家電しかネットワークに繋がらない方式になりがちで普及しなかった。しかし現在では、家電メーカーが開発してきた技術を基に、住宅メーカーや大手建造建設業者などが中心となって、住宅やビル単位の電力管理システムを構築し、HEMSが開始されている。

HEMSは前述のとおり需要家が直接利用するエネルギー管理システムであり、今後需要家のエネルギー利用の意識向上に大きな役目を果たす可能性のある、重要な要素と考えることができる。<sup>6</sup>

### 3.3 スマートグリッド

スマートグリッドは、情報通信技術を活用した需要と供給を制御することによって、エネルギーの効率的な利用の支援から再生可能エネルギー電源の利用促進を行う働きをする。これによって、温室効果ガスの排出や発生を抑制することも可能になる。

先に言及したBEMSやHEMSのようなエネルギー管理システムも、其の実スマートグリッドの一環として考えることができる。

スマートグリッドという言葉が社会で注目されるようになったきっかけは元々、米国にある。発電設備の不足と送電インフラが脆弱であるという問題を抱えていた米国が、「グリーン・ニューディール政策」の一環としてスマートグリッドの構築推進を掲げた。電力供給において情報通信技術を活用することで頻発する停電をなくし、電気の供給信頼度を高めていくことを狙ったのである。

一方日本には、米国のような送電インフラの脆弱性と発電設備の不足といった課題はなかった。そのため、電力業界からは「日本では米国のようなスマートグリッドの取り組みは必要ない」という声も出ていた。しかし、東日本大震災によって、電力の供給力不足が注目されるようになり、以前に比べ関心が高まってきた。ゆえに、国内のスマートグリッドの取り組みはこれから本格化していくと考えられる。

## 4 スマートグリッドの可能性

スマートグリッドは、その特性から省エネルギー化や温室効果ガス排出削減にあたって妙々たる効果をもたらすことが期待されている。しかしながら、現状では社会的認知度が低く、一般の電力需要家たちにあまりその働きを知られていない。

したがって本章では、新鋭技術であるスマートグリッドについて、基盤から戦略までを順に展開していく。

---

<sup>6</sup>加藤敏春『スマートグリッド革命 エネルギー・ウェブの時代』NTT出版社

## 4.1 スマートグリッドの仕組み

其の、実、「スマートグリッド」という言葉のみからどういう技術かを予想することは容易ではない。したがって、まず始めに定義を展開し、仕組みへの理解を深めてから、どのような技術によって成り立っているのかを明確化する。

### 4.1.1 定義

スマートグリッド(Smart Grid)は直訳すると『賢い電力系統』であるが、日本ではしばしば『次世代送電網』という意味で使われている。

スマートグリッドについては、さまざまな機関が異なる定義を掲げている。資源エネルギー庁主催「低炭素電力供給システムに関する研究会」が掲げる定義では「従来からの集中型電源と送電系統の一体運用に加えて、情報通信ネットワークにより分散形電源やエンドユーザーの情報を統合・活用して、高効率、高品質、高信頼度の電力供給システムの実現を目指すもの」となっている。また、特定の技術テーマについて研究開発を促進するために欧州連合の支援の下運営されている組織「欧州テクノロジープラットフォーム」ではスマートグリッドを「接続されているすべての構成者を知的に統合し、接続可能で経済的かつ確実な電力を効率的に供給する電力ネットワーク」と定義している。さらに、IEC(国際電気標準会議)では、スマートグリッドの定義を「双方向通信技術と制御技術、分散処理技術とセンサ技術および事業者側機器と需要家側機器を用いる電力ネットワークであり、あらゆる電源と需要をつなぐために電力技術と情報通信技術を統合化したものである」としている。<sup>7</sup>

前述のように、スマートグリッドに関しては決まった定義がない。しかし、この特徴を一言で言うと『蓄電設備を含む分散形電源を採用することによって、電力の流れが従来の発電所から需要家への一方向の流れから双方向に変わり、これに対応してネットワークの効率的運用・制御のための情報の流れも双方向に変わった、電力ネットワーク』であると言える。

### 4.1.2 スマートグリッドの目的

スマートグリッドの目指すところに、電力系統を流れる電気エネルギー全体の利用効率を大きく向上させ、ひいては発電所などで使われる化石燃料の消費を引き下げるといったものがある。そのためにはまず、個々の住宅やビルに電気の使用をできるだけ効率化するシステムを導入する必要がある。双方向通信機能をもったスマートメーターを設置し、電力の消費をリアルタイムで計測したデータをメーターから需要家たちに通信で送るのである。そうすることによって、データを受けた需要家たちに信号を送り返させ、個別の電力消費を抑制するなどの制御を行ってもらいたい。

送配電系統の側では、温室効果ガスの排出削減及び地球温暖化防止の切り札である風力

---

<sup>7</sup>合田忠弘『スマートグリッド教科書 インプレス標準教科書シリーズ』インプレスジャパン

発電や太陽光発電などを、できるだけ多く接続して受け入れる。クリーンな自然エネルギーを使った発電はまだ出力が不安定なものが主流のため、新しい系統制御方式の導入が必須となる。

そして、需要の制御や系統の制御を情報通信技術により相互に連係し、発電から消費までの全体のシステムが最大効率になるように運用していくのがスマートグリッドの重要な使命なのである。

#### 4.1.3 スマートグリッドに関連する技術

システムとしてのスマートグリッドのなかで最も重要な機器が、一般に「スマートメーター」と呼ばれる、情報通信機能を有するものである。スマートメーターは数 100 メートル程度の近距離通信機能が組み込まれ、エアコン・給湯器・証明・テレビ・冷蔵庫などの家庭や企業内の機器と接続される。これらを取り付けると、需要家の電力使用状況を遠隔地から把握できるようになるのである。

こうした情報のやり取りが増えると、ネットワークを往来するデータの量は増大し続けることが予想される。一件当たりの情報量は小さくても、需要家の数が多いだけにネットワーク全体の情報量は膨大になるのである。膨大な情報の送受信を円滑に行うためには、インターネットや専用線などの通信インフラを抜本的に強化することが必要になり、後述するように、クラウドコンピューティングの活用も必要になる。

また今節メディアでも取り上げられている電気自動車やプラグインハイブリットカーに搭載する蓄電池や充電技術、家庭用燃料電池、オール電化などもスマートグリッドに関連する技術や機器のひとつとして考えられる。

### 4.2 スマートグリッドと作る新たな戦略

スマートグリッドをただ導入するだけでは私たちが期待するほどの効果は得られない。スマートグリッドの展開に合わせ、新しい戦略を構築し遂行することで、はじめて頭角を現すことが可能となる。

#### 4.2.1 スマートグリッドの持つメリット

スマートグリッドには、以下の五つの効果が期待できる。まず一つめとして、ピークカットやピークシフトによる電力設備の有効活用と需要家の省エネルギー・節電を促進することにより、電気料金の実質的な低減を図れるようになる。二つめとして、再生可能エネルギーを大量に導入できるようになる。三つめに、プラグインハイブリット車や電気自動車を普及させることができる。四つ目には、関連する新産業を創生し、雇用を増大させることができる。そして五つ目に、電気保安、停電対策、電気の品質の確保が行える事が挙げられる。また、間接的にエネルギーの効率化を図ることで温室効果ガスの排出も抑制することを可能にする。

スマートグリッドはこのように様々な効果を持つことから、国によってスマートグリッドの展開の仕方も異なる。たとえば米国は、電気の保安や停電対策のメリットからスマートグリッドを導入し始めた。しかし、今はその他四つの効果を含めたメリットの実現を目指し、スマートグリッドを推進している。

それに対して日本のスマートグリッドはどの効果を狙って展開されているのかというと、一つめから三つめがメインで、そこに四つめの効果をあわせて総合的なメリットを追求すべくスマートグリッドを展開している。日本は米国と異なり、送電インフラの脆弱性と発電設備の不足などの問題には直面しておらず、停電対策や電気の品質の確保などの対策基盤が以前から整っているため、五つめの効果へのニーズはあまり高くない。このように、各国でスマートグリッドへの取り組み方には差異が出ている。したがって、スマートグリッドを拡大する上では他国の真似するのではなく、日本の特性に合わせた利用の仕方を考えていく必要があるだろう。<sup>8</sup>

#### 4.2.2 スマートグリッドの現状

ここまでスマートグリッドのもたらす効果などを提示したが、本格的な実用化に向けて実証実験を進めているのが実状である。したがって現在は日本版スマートグリッドをどのように構築し、世間に浸透させていくか、模索している段階であるといえよう。

また、スマートグリッドを普及させるためには同時に基盤となる太陽光発電などの普及活動も行っていかなければならない。こうして見ると道のりは果てしないようだが、日々確実に進歩しており、今後の普及拡大は十分に期待できる。

また政府は2030年までにスマートグリッドの普及率を100パーセントにするといった計画も掲げている。

#### 4.2.3 スマートグリッドとクラウド

スマートグリッドには、家庭やオフィスなどのさまざまな機器がネットワークに接続される。したがって、巨大なセンサネットワークが出現することになる。このセンサネットワークをサポートする際に活躍するのが、クラウドコンピューティングである。

クラウドコンピューティングとは、インターネットの先にあるサーバに膨大な情報処理を行ってもらうシステム形態を指す。グーグル、マイクロソフト、アマゾンなど世界的な企業がさまざまなクラウドサービスを展開しており、NTT、日本IBMなどの日本企業も国際競争力の確保のために巨額の投資を行っている分野であるが、一般消費者には、クラウドコンピューティングと言っても、従来、それによりどのような変革が起こるのか今一つピンと来なかつただろうというのが実状である。

しかしながら、今後はスマートグリッドによる巨大センサネットワークの誕生が、引き

---

<sup>8</sup>加藤敏春『スマートグリッド革命 エネルギー・ウェブの時代』NTT 出版社

起こす仮想と現実の融合が需要応答などの基礎となる。そうなると、クラウドコンピューティングのインパクトを、電気料金の実質的引き下げや、カスタマイズされたサービスの提示など人々に非常にわかりやすい形で提示することになるだろう。

スマートグリッドに関係する分野こそ社会的フレームワークが大きく変化しようとしている分野であり、ブロードバンドの利活用、クラウドコンピューティングの利用が一挙に進みやすい分野である。故に、今後インフラ、プラットフォーム、ソフトウェアの機能のうちユーザーが必要とするものをサービスとして利用できるようにするアース(IaaS)、パース(PaaS)、ソース(SaaS)についても、環境エネルギー分野、特にスマートグリッドにおける展開を考えていく必要があるだろう。総務省は、2010年6月に政府が取りまとめた新成長戦略ロードマップのなかに「スマートクラウド戦略」を盛り込んでおり、その動向が注目される。<sup>9</sup>

## 5 スマートグリッドの現状における課題

情報通信技術の発展と進化に光と影があるように、スマートグリッドも、現状でいくつかの問題を抱えている。それらの問題を克服しなければ、最悪は大規模なサイバー犯罪に発展する危険性もある。

### 5.1 社会的認知度

米国のスマートグリッド推進団体「グリッドワイズ・アライアンス」事務局長・キャサリン・ハミルトンは「消費者が参加しないかぎり、スマートグリッドはスマートとは言えない」と語っている。その言葉のとおり、政府や電力供給者がいくらスマートグリッドを利用した効果的な戦略を掲げても、消費者に浸透し、消費者に使われなければ意味を成さない。

それでは消費者、つまり一般の需要家のあいだでのスマートグリッドの認知度はどの程度のものなのか。

---

<sup>9</sup>加藤敏春『スマートグリッド革命 エネルギー・ウェブの時代』NTT 出版社

図表 7：スマートグリッドの認知状況



(博報堂スマートグリッドビジネス推進室『スマートグリッドなどに関する生活者調査』より作成)

博報堂「スマートグリッドビジネス推進室」が全国の20代～60代の男女1000名を対象に行った調査によると、東日本大震災が起こる前である2010年と東日本大震災が起きた後である2011年で比較するとスマートグリッドの社会的認知度は歴然と変化を遂げている。しかし、その翌年である2012年には伸びが見られず、さらに2013年には減少が目立つ。

何故、近年右肩下がりの傾向を見せているのか。理由としては、東日本大震災によって福島第一原子力発電所が停止し、計画停電などが実施されることで一般の需要家のあいだで節電意識が高まった。しかしその一件から節電へ繋げる鍵の一つとしてスマートグリッドの認知度が急上昇したものの、電力供給が安定してきたことによってスマートグリッドへ関心を寄せられる機会が減少したからであると考えられる。この事実は、私たちにもたらされる「安全」がスマートグリッドの認知度へある種マイナスの影響を与えていることを示唆しているだろう。

私たちは危機を迎えてからの対策では遅いことを、東日本大震災から学んでいるはずである。よって、危機に先回りするためにも、なるべく早急にスマートグリッドの社会的認知度を拡大し、利便性や重要性について言広めていく必要があると言えよう。

また社会的認知度を大きく向上させるためには、スマートグリッドだけでなく、スマートグリッドに関連する「再生可能エネルギー」への関心を高めていく必要があると推測できる。需要家たちが再生可能エネルギーを導入すれば、必然的にそれを制御し電力の安定供給を行うためにスマートグリッド技術を取り入れることになるからである。

政府によって早期導入に向けて需要家たちへの再生可能エネルギーに対する理解促進を

すべく、新エネルギー等設備導入促進事業に取り組んだ。この事業には政府によって 566 百万円の予算があてられている。事業内容としては、再生可能エネルギーの普及の意義や制度内容について新聞・インターネット広告を使った制度告知をはじめ、制度解説パンフレット、再エネ発電設備の市民ファンド・共同出資事例集、住宅用太陽光発電を巡る悪質商法の注意喚起リーフレット等の制作や、再エネをテーマにしたシンポジウムの開催等を行い、幅広い層に向けて、普及・啓発事業を行うなどした。

このように積極的な呼びかけ・働きかけを行うことを持続させれば、着々と再生可能エネルギーおよびスマートグリッドの認知度は向上していくことが推測できる。

## 5.2 通信ネットワークへの負荷

スマートグリッドの普及・展開が本格的に進むに伴い、スマートグリッドに接続された個々の機器から電力使用情報等に関する小規模データが多量に通信ネットワークに流通することとなる。このような大量の小規模データの流通により、通信ネットワーク全体に大きな負荷がかかることとなる。

(総務省「スマートグリッドの通信ネットワーク技術高度化実証事業 実施要領」より引用)

一般に、各電力会社は需要家と電力契約を結んで電力を供給しているため、家庭やオフィス、工場などの電力の供給先の顧客情報などを認識している。スマートグリッド環境においても、電力会社と家庭における様々な機器は、スマートメーターを通じて相互に認識され、接続される。このため、通信網に接続される、家庭の空調や照明などの家電機器を始めとしたすべての機器の情報を電力会社が収集し管理することが必要となる。そのため、電力会社には多数の顧客情報を蓄積するデータベースや、これらの情報を即時に検索あるいは処理するためのサーバ技術が必要になる。

さらに、このような新しく取得したユーザー情報を電力会社自身がこれまで電力保安通信網で管理している情報と高度に連携させ、運用するためには、電力会社の情報通信技術はより高度なものが求められるようになる。また、スマートグリッド環境で新しいサービスを提供する場合には、従来電力保安通信網が管理している情報と、新しいサービスを連携するための情報通信技術が必要になる。

ネットワークやインフラの整備は決して容易ではない。しかしながら、エネルギー需給の早期安定化のためにスマートグリッド技術は必要とされている。そのため、通信ネットワークの安全性・信頼性を確保するためのスマートグリッドに適した通信インフラの早期展開が求められる。

## 5.3 サイバーセキュリティ問題

スマートグリッドを推進していく上では、様々な脅威からシステムを保護するためのセ

セキュリティ対策が重要課題となってくる。

米国では近年、電力や水道、鉄道といった社会インフラの制御システムを狙ったサイバー攻撃が増加している。セキュリティ対策ソフトの開発・販売を手がけているトレンドマイクロ社の社長エバ・チェン氏はこの攻撃状況を見て「米国のような調査が日本にはないため実態は不明だが、公表されていないだけではないか。仮に実例がないとしても、今後攻撃される可能性は高い」と述べた。

スマートグリッド自体がまだ社会全体に浸透し、定着している存在ではないため、何が危険となるか、何が問題となるかの脅威が適切に見出せない状況に置かれている。故に、通信機能が高度化してもセキュリティの確保がすぐには追いつかない可能性がある。しかしながら信用性の確保と普及率向上と安全な運用にあたって、なるべく早急にスマートグリッド利用者を守る策を投じねばならない。

また、少なからず需要家側での防衛も必要になるだろう。しかしながら今、サイバーセキュリティに対する一般の需要家の関心は高いとは言えない。情報通信技術そのものについてはメディアで取り上げられる機会が徐々に増加しているものの、そのセキュリティに関しての話題が取り上げられる機会は至って少数どころか、減少しつつある。何故これほど関心が低いのか。その理由として、「無知のスパイラル」が発生していることが挙げられる。サイバーセキュリティに関心を持つ人が少なければ、当然、メディアは報道しなくなる。報道が減れば、さらに関心が低くなる。この連鎖が、いつまでもサイバーセキュリティの関心度の向上を妨げ、結果としてサイバー攻撃などの負を引き出すことになるのである。

したがって、スマートグリッドの社会的認知をさらに拡大するのであれば、同時にサイバーセキュリティの重要性も説いていくことが必須になるだろう。

## 6 世界のスマートグリッドの取り組み

スマートグリッドは日本独自の技術ではない。今日日、世界でも展開や推進活動が行われている。本章ではエネルギー消費量の推移とスマートグリッド展開について言及する。

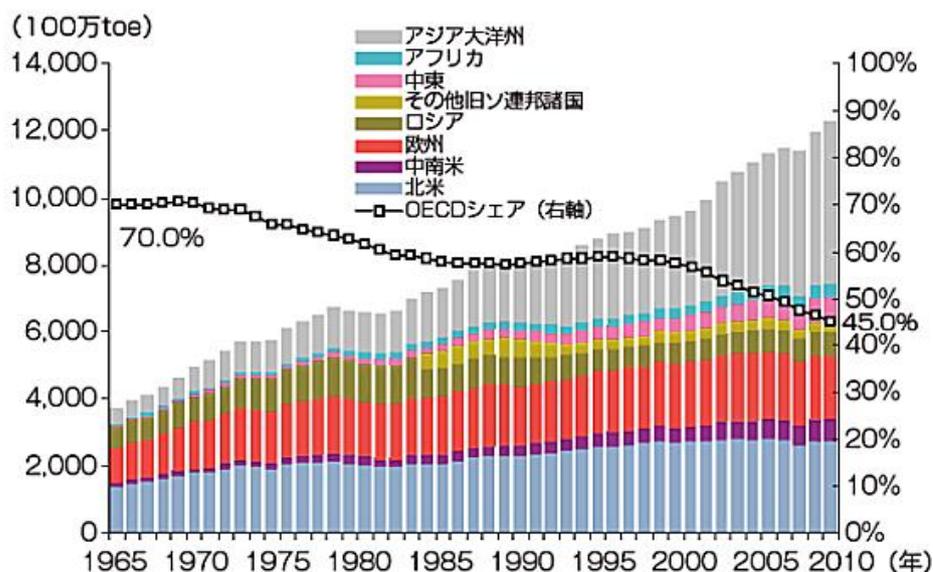
### 6.1 世界のエネルギー使用量とスマートグリッド

世界のエネルギー消費量は経済成長とともに増加を続けており、1965年の38億トンから年平均2.6%で増加し続け、2011年には123億トンに達した。その伸び方には、地域的な差異が存在し、先進国(OECD諸国)では伸び率が低く、開発途上国(非OECD諸国)では高くなった。これは先進国では経済成長率、人口増加率とも開発途上国と比較して低くとどまっていること、産業構造が変化したこと、エネルギー消費機器の効率改善等による省エネルギーが進んだことによるものだと考えられる。

一方、開発途上国ではエネルギー消費が堅調に増加してきている。特に、経済成長の著し

いアジア大洋州地域は、世界のエネルギー消費量の大きな増加要因となった。かつて世界のエネルギー消費に大きな割合を占めていたロシア及びその他旧ソ連邦諸国は、1991年のソ連邦崩壊以降、経済・社会の混乱とともにエネルギー消費量が減少していたが、1999年以降、エネルギー消費量は増加に転じた。

図表 8：世界のエネルギー消費量の推移(地域別)



(資源エネルギー庁『エネルギー白書 2013』より引用)

それでは、エネルギーの過剰消費を解決する技術であるスマートグリッドの展開は、各国ごとにどうなっているか。

米国では前述のとおり、スマートグリッドという言葉が以前から浸透している。米国全体のエネルギー効率を上げ、再生可能エネルギーを導入することで石油輸入を減らし、国内の石炭や天然ガスを長持ちさせて米国の安全保障レベルを向上させることを目的としたエネルギー自立・安全保障法という法律でも、最も重要な方策の一つとしてスマートグリッドの推進が挙げられている。

欧州でも、欧州連合が2006年にスマートグリッドのビジョンと戦略に関する報告書を出し、送配電システムの効率化と高度制御に向けたスマートグリッドの実現が検討されている。

また、送電網が十分に整備されていない中国を中心としたアジア諸国、中南米や中東・アフリカ諸国などでも、安定した効率の高いシステムの構築に向けて、急速にスマートグリッド導入の気運が高まっている。また、韓国などでは安全保障の一環という意味合いを含めて、スマートグリッドを導入するプロジェクトが始まっている。このように、スマートグリッドは日々多くのプロジェクト及び推進運動が立案・施行されており、それぞれが国の特性に合った効果を発揮しようとしている。

次節より、現在スマートグリッド関連の事業に取り組み、世界で注目されている国を挙げていく。

## 6.2 米国のスマートグリッド

2009年、オバマ政権は「グリーン・ニューディール政策」の一環としてスマートグリッドの構築推進を掲げた。この政策は発電設備の不足と送電インフラが脆弱であるという米国の問題を解決するために練られたものであり、これこそが「スマートグリッド」が世界的に注目されることになったきっかけとも言える。

シリコンバレーにある電力研究所のEPRI(Electric Power Research Institute)は、向こう20年で米国がスマートグリッドに投じる資金は、1650億ドルに達すると予測している。また、米国のコンサルティング会社であるブラトル・グループが試算した米国市場のスマートグリッド関連分野への投資金額は、2010年から2030年までの20年間の合計で総額を15兆ドルとしている。こうした巨大な市場規模になると推測されるのは、政府による政策もさることながら、米企業や国民がスマートグリッドに対して積極的に対応し、その成果を取り入れようとしているからであると考えられる。

また、米国におけるエネルギー使用と温室効果ガス排出の約40パーセントは家庭やオフィスなどの建物におけるものであり、これらの省エネルギー改修も重要課題となっている。そこでテキサス州南東部に位置するヒューストンでは、200万台以上のスマートメーターを設置し、一部家庭にHEMSを導入している。ここでは住宅所有者は、どのように電力消費を行うかについての意思決定のために、電力の使用情報に簡単にアクセスできるようになっており、エネルギー管理を大規模な住民参加型で行っている。またニューヨーク市では、主に公立校1,400以上のエネルギー使用状況を把握・管理し、天気予測を利用してエネルギー需要予測を生成し、共有暖房・冷房、コミュニティ発電など、地域の電力消費を最適化するという取り組みを行っている。<sup>10</sup>

## 6.3 欧州のスマートグリッド

欧州は再生可能エネルギーの導入比率が世界的に見て高く、中でもドイツは風力発電と太陽光発電を大量に導入している実績がある。このように再生可能エネルギーの導入比率が高い理由には環境問題に対する意識が高いほか、北海油田・ガス田の枯渇を睨んだ地産エネルギーの確保という地政学的背景があると言われている。

また、欧州はエネルギーの消費自体を抑制することも重視している。その例として、米国がスマートメーターの設置に時限を設けていないのに対し、欧州連合は加盟国に対して2022年までの全戸取付けを義務付けている。これは電力供給不足への対応ではなく、2020

---

<sup>10</sup>合田忠弘『スマートグリッド教科書 インプレス標準教科書シリーズ』インプレスジャパン

年に向けた環境目標達成とエネルギー安全保障に対応するためだと言われている。

将来的に見ると、欧州のスマートグリッドに求められる機能は、米国や日本をはじめとした国々とは異なる部分が大きくなると推測される。欧州の電力市場は家庭用レベルまで自由化されている国々が多いため、お互いに競争する電力供給事業者が、変動する自然エネルギーからの電力の価格情報をメーターに送って、できるだけ多くの需要家に選択して使ってもらうような方向に進んでいくであろう。送られる電力の価格も、電力量がピークになる時間帯に高くする米国方式ではなく、再生可能エネルギーが多いときに安くするような消費促進策になる可能性も無いとは言えない。

## 6.4 アジアのスマートグリッド

新興国は急増する電力需要に対応するために発電能力を増強することが重要課題であるが、新興国のみでスマートグリッドを構築するのは困難なため、先進国による電力関係と情報通信関係の両面に渡る設備や技術、管理サービスの提供が必要になってくると考えられる。

### 6.4.1 中国の動向

中国では、一部メディアの報道で「送電会社の国家電網公司(世界最大の電力配送会社。中国全土へ送電・変電・配電をしている)が 2020 年までに、太陽光や風力などクリーンな再生可能エネルギーの利用拡大に不可欠なスマートグリッドのインフラを 4000 億元(6 兆円)かけて整備する」といった情報が流れている。一説によると、電力設備の投資を含めて数十兆円規模の計画になるという。

また、中国は現在地方自治体など地方政府に対し積極的な省エネルギー、新エネルギーの導入の指示を出していると言われている。しかし、この指示の方に関しては国家電網公司のような資金的援助がされないため、各地方自治体は外資をはじめ投資者を求め、様々な動きを見せ始めた。その一例であり代表例としても挙げられるのが、「天津エコシティ・プロジェクト」と呼ばれているものである。このプロジェクトではこれまでの成長一辺倒から経済成長と省エネ・環境保護の両立を目指した『持続的な成長』の実現が強調されている。このようなスマートグリッドのインフラ整備とエコプロジェクトの施行を順調にすることができれば、今後中国は大きく変わっていくだろう。<sup>11</sup>

### 6.4.2 韓国の動向

韓国は、サムスン電子などのような世界的な情報産業分野の企業が伸びてきているのに比べ、新エネルギーに関わる産業が出遅れているのが実状である。その理由として考えられる事柄は二つ存在する。一つは、韓国電力そのものがこのような新エネルギー技術やそ

---

<sup>11</sup>合田忠弘『スマートグリッド教科書 インプレス標準教科書シリーズ』インプレスジャパン

れを取り巻く産業や政策に保守的であったことである。そしてもう一つの理由として、保守的な状況に一石を投じるように導入した「フィードイン・タリフ」という固定価格買取制度がうまく機能しなかったことが挙げられる。「フィードイン・タリフ」は太陽光発電や風力発電などクリーンな新エネルギーによる電力を電力会社へ売る場合、その売電価格を法律で固定し、太陽光発電などの設備を設置するユーザーを優遇することで新エネルギーの発電の普及効果をねらう制度であったが、国内導入にあたってその原資を税金でまかなったため、予算が尽きると助成が行えなくなるという問題を引き起こした。結果、それが新エネルギー及びスマートグリッドの出遅れを招くこととなったのである。

韓国政府は現在、出遅れた現状を打破すべく新たに構想を打ち立て、徐々に国内のスマートグリッドの展開を加速させようとする動きを見せている。

### 6.4.3 インドの動向

インドは、電力システムの信頼性が低く、停電が日常的に引き起こされている。インドは「2028年までには中国を抜いて世界の人口大国になる可能性がある」と国連の報告書で述べられるほど近年人口増加が著しいにも関わらず、電力基盤が未だ整っていない状況に置かれているのである。

そのため現在、様々な先進国がインドでのスマートグリッドの展開の構想を掲げ始めている。日本においては、電力システムの信頼性が比較的高い工業団地を対象にしたスマートグリッドの実証実験を目指している。実証実験及びプロジェクトを担うデリー・ムンバイ間産業大動脈開発会社には東京電力、関西電力、東京ガスのほか、自動車、情報通信、電機などの主要メーカーが協力している。

しかしながら、インドには先進国にはない特徴的な商習慣や、複雑な地方の政治機構など様々な側面があるため、スマートグリッドの展開の際は注意する必要がある。実験の実行にのみ重点を置くのではなく、これらの独特な側面にも慎重に対処していくことも考えていかなければならない。<sup>12</sup>

## 7 展望

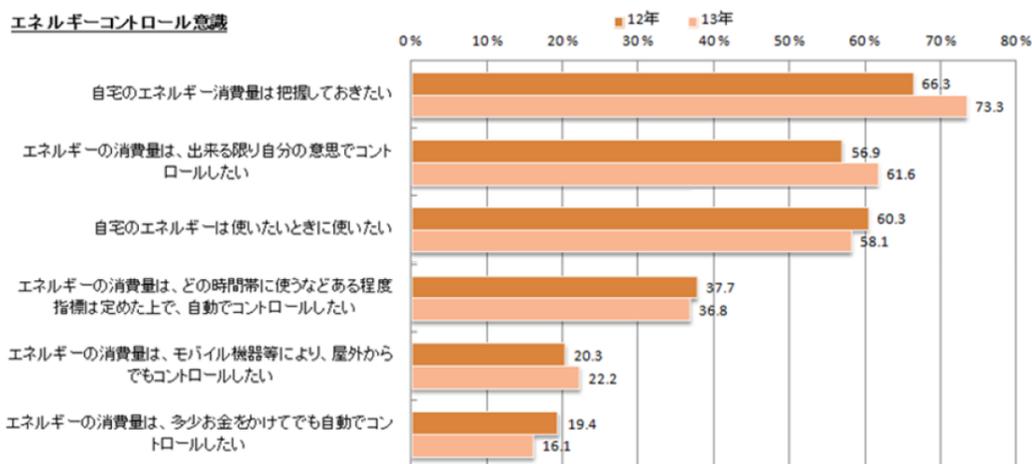
これまで、問題提起や最新の技術についてアプローチを行い、省エネルギー化や温室効果ガス排出の削減への鍵となる要素を明らかにしてきた。本章では研究を通して得た知識をもとに、スマートグリッドなどの新鋭技術および、温室効果ガス排出量の抑制や省エネルギー化の展望を提示する。

---

<sup>12</sup>合田忠弘『スマートグリッド教科書 インプレス標準教科書シリーズ』インプレスジャパン 2011年3月

## 7.1 高まる「見える化」への需要

図表9：エネルギーコントロール意識



(博報堂スマートグリッドビジネス推進室『スマートグリッドなどに関する生活者調査』より引用)

昨今の日本では、需要家たちの間で「自宅のエネルギー消費量を把握したい」「エネルギーの消費量をできる限り自分の意思でコントロールしたい」「エネルギーの消費量を屋外からでもコントロールしたい」という自己管理意識が高まっている。

スマートグリッドの利点は「見える化」と「いつでもどこでも、ユビキタスな電力制御」である。つまり、一般の需要家の意識とスマートグリッドは合致していると考えられる。

認知度が低いことが課題として挙げられたスマートグリッドだが、こういった自己管理を所望する需要家をうまく巻き込むことができれば、予想を上回る速さで躍進することも不可能ではないと推測できる。

## 7.2 問題となる分野での削減が可能に

第1章で今後のエネルギー使用量の削減対象として、住宅・建築物が一つの重点分野だと述べたが、BEMSやHEMS、スマートグリッドなどのシステムを活用すればそれらの目標に取り組むことができる。

経済産業省は平成26年度、1万世帯程度にHEMSを導入し、ビッグデータを活用した新しいエネルギーマネジメントモデルに取り組むことを目標として約40億円の予算案を掲げた。また、補正予算案ではスマートグリッド関連機器である定置用リチウムイオン蓄電池導入支援や家庭用燃料電池導入支援のための多額の予算を計上している。政府は近年展開に積極的であり、今後もこのようなシステムによる支援を行うことで、家庭や事業者のあいだでの省エネルギー活動を促していくことが予想される。

### 7.3 スマートシティの実現

今日日、スマートシティという言葉がある。これは情報通信技術や環境技術などの先端技術を駆使して街全体の電力の有効利用を図ることで、省資源・エネルギー化、温室効果ガス排出の抑制を徹底した環境配慮型都市を指す。具体的には再生可能エネルギーの効率的な利用を可能にするスマートグリッド、電気自動車の充電システム整備に基づく交通システム、蓄電池や省エネ家電などによる都市システムを総合的に組み合わせた街づくりが行われる。世界各地で実証実験が始まっており、日本でも京都府関西文化学術研究都市(けいはんな学研都市)、福岡県北九州市、愛知県豊田市、神奈川県横浜市で官民一体での実証実験が進められているほか、東京都が2020年までに実現を目指すとしている。

スマートシティが早急に実現されればされるほど、将来への寄与度が高まることが予想できる。スマートグリッドを始め色々なエコ・システムを親世代が早期導入すれば、それらに囲まれて育った子供たちは、やがてそれらに取り組むことに抵抗や躊躇を持たなくなるだろう。そうして「スマート教育」を受けて育った次世代の人々の力によってスマートシティが国内全体で実現すれば、現状の「あると便利なスマートグリッド」から将来的には「スマートグリッドが当たり前」な社会に変化し、いずれ日本は持続可能な経済活動を行う上で、最も秀でた国となり得ることが推測される。

### 結びにかえて

私たちは通常、つい華々しい進化や成長に目を向けがちで、裏側で淘汰されているものに関心を寄せることが少ない。環境破壊や大規模停電の問題もその一例といえよう。

しかし技術は日々革新している。経済活動を妨げる障害に対し、情報通信技術の駆使で立ち向かうことができる。スマートグリッドを始め様々な有用なシステムの展開に期待せずにはいられない。

最後に、2年間共に学び、時には寝食を共にし、あらゆる困難を乗り越えてきた12期のゼミナール生や、ご指導ご鞭撻して下さった沢山の先輩方、そして時には厳しく時には温かく私たちゼミナール生を導き、問題解決に取り組む力をつけて下さった山田正雄教授に厚く感謝の意を表し、本論文の結びとする。

## 参考文献・参考資料一覧

飯田哲也・白鳥敬『図解 よくわかる自然エネルギーと発電のしくみ』日本実業出版社 2013年1月

John Viega『セキュリティの神話』オイラリージャパン 2010年4月

児玉晴男『進化する情報社会』放送大学教育振興会 2011年3月

大嶋輝夫『停電が一番わかる』技術評論社 2013年5月

夏目幸明『大停電を回避せよ！電力マンの暑すぎる夏』PHP研究所 2012年6月

山藤泰『よくわかるスマートグリッドの基本と仕組み』秀和システム 2010年7月

合田忠弘『スマートグリッド教科書 インプレス標準教科書シリーズ』インプレスジャパン  
2011年3月

加藤敏春『スマートグリッド革命 エネルギー・ウェブの時代』NTT出版社 2010年7月

環境エネルギー政策研究所(ISEP)『自然エネルギー白書 2013』七つ森書館 2013年5月

IRI ユビテック・ユビキタス研究所『ユビキタス・テクノロジーのすべて』NTS 2007年

打川和男・内藤高志『最新 温暖化対策の基本と仕組みがよ〜くわかる本』秀和システム  
2008年

総務省『平成 25 年度版 情報通信白書』2013年

資源エネルギー庁『エネルギー白書 2013』2013年

総務省『ICT の経済分析に関する調査』2013年3月

博報堂スマートグリッドビジネス推進室『スマートグリッドなどに関する生活者調査』2013年11月

独立行政法人国立環境研究所『日本国温室効果ガスイベントリ報告書』2013年4月

グローバル時代における ICT 政策に関するタスクフォース 地球的課題検討部会『2020年における ICT による CO<sub>2</sub>削減効果』2010年

総務省『スマートグリッドの通信ネットワーク技術高度化実証事業 実施要領』

株式会社日立 (<http://www.hitachi.co.jp/>)

環境ビジネスオンライン (<http://www.kankyo-business.jp/>)

一般社団法人 環境共創イニシアチブ(<http://sii.or.jp/>)

NHK オンライン(<http://www.nhk.or.jp/>)

IT用語辞典 e-Words(<http://e-words.jp/>)

コトバンク(<http://kotobank.jp/>)