

電気学会公開シンポジウム

東日本大震災と電気エネルギー

—電気システムの被害状況から見た課題と明日への方向性—

電気学会公開シンポジウム実行委員会

「電気」はライフラインとして非常に貴重である。我が国においては、世界屈指の高い技術により、停電の少ない安定な電気の供給・利用体系を築いてきた。東日本大震災により、広域におよぶ停電、その後の計画停電、そして節電要請など、「電気」のあり方について注目が集まっている。大震災での電気エネルギーの供給システムの被災が与えた影響を検証し、電気システムがどうあるべきか、その方向性について検討するために、12月6日に国立オリンピック記念青少年総合センターにて、掲題の公開シンポジウムを開催した。公開シンポジウムには、229名（会員162名、一般65名、マスコミ2名）に参加いただいた。

公開シンポジウムは大久保会長の挨拶により始まった。引き続き、電力中央研究所栗原郁夫氏による「電気システムの現状—特に東日本大震災後の課題を踏まえて—」と電気事業連合会豊馬誠氏による「電力システムの被害・対応状況とその課題」の2件の講演と、東京大学横山明彦氏をコーディネータとする「課題の検証と明日への方向性」と題したパネルが行われた。パネリストは、2名の講演者と日立製作所八坂保弘氏（産業界代表）、神奈川県消費者の会連絡会今井澄江氏（消費者代表）と、早稲田大学岩本伸一氏（電力の専門家）の5名である。以下、当日の講演とパネルの内容を要約して報告する（以下敬称略）。

講演1（栗原）：新聞社から質問の多かったのが50/60 Hzに関して。直接接続するとショートを起こしてしまう。60 Hzエリアをそのまま広げると、供給側では保護リレー、計測装置等に問題が発生する。電力会社間の連系線は緊急時の支援を目的とするもので、電力系統利用協議会が安定融通できる電力量（応援融通可能量）を算定している。今冬は、東京電力から東北電力に向けては235万キロワット

になっている。電源設備容量から、定期補修などで停止している設備の容量や水力設備のうち使えない容量を除いたものが供給力。これは最大電力よりも多く、需要変動などに備えている。この部分を供給予備力という。予備率（供給予備力/最大電力）は8～10%程度になるようにしている。しかし、震災後の数日は需要が供給力を上回り、計画停電をせざるを得ず、いくつか問題が指摘された。日本は供給側としてはスマートな系統で通信網が発達し配電自動化もできている。にもかかわらず広範囲で計画停電を回避できなかったのは、スケジュールがタイトであったことが一因である。現在は、よりキメ細かな計画停電も可能である。被災した火力発電設備が復旧しているが、多くの原子力発電設備が停止し、さらに停止が増えると電力供給は厳しくなる。

講演2（豊馬）：震災当日は東北電力管内で約446万軒（約7割）、東京電力管内で約405万軒（約2割）の広域停電が発生した。周波数変換所の緊急融通機能が周波数低下に自動対応し、60 Hzエリアから応援の電力を融通したが解消せず、周波数低下リレーが働き一部地域への供給の自動停止および発電所の出力増により、両エリア全系のブラ



挨拶する大久保仁電気学会会長



講演する電力中央研究所栗原郁夫氏



講演する電気事業連合会豊馬誠氏



パネリスト：東京大学横山明彦氏と栗原郁夫氏



パネリスト：豊馬誠氏と日立製作所八坂保弘氏



パネリスト：神奈川県消費者の会連絡会今井澄江氏と早稲田大学岩本伸一氏

ックアウトは回避できた。被災した電力流通設備の復旧には、東京電力では3月18日までに延べ3万6000人、東北電力では6月18日までに延べ27万7000人が投入されている。これにより東電、東北電力管内の広範囲の停電は1週間程度で復旧した。復旧を一層迅速化するには、現地確認のための衛星画像活用の検討、インフラ設備を優先的に復旧させる自治体との連携、ガソリン運搬の規制弾力化などがある。地域連系線のあり方や需要の把握と負担の少ない需要抑制も電力供給安定化方策の課題である。震災を契機に高まっている再生可能エネルギーの大量導入についても技術的課題がある。

パネルディスカッション

横山：今井さんには消費者、八坂さんには技術者、岩本さんには系統運用の専門家の立場からお話し頂きたい。

今井：我々が行ったアンケートでは、8～9割の方がエアコンの使用を抑えるなど、節電努力をし、夏を乗り切れたと思う。照明も明る過ぎた生活を見直せた。

八坂：系統連系には直流変換設備が重要である。自励式変換器、風力、太陽光エネルギーを大規模に運ぶ連系技術も必要である。半導体素子、余剰電力の調整技術、需要家と配電系統間のインタフェース、双方向の制御技術、電力変動の抑制技術、実証試験を通じた世界展開も大切。

岩本：100万kWの大容量の発電機1機は100万人分の電力を供給する。計画停電前の1000万kWの不足は、東京の人口分に匹敵する。ドイツは電力を補完するため10か国と連系していますが、日本は国際連系線がない。

〈今回の大震災から何を学んだか〉

今井：節電により、一部屋に家族が集まるなど、電力消費のあり方を見直せた。アンペア数を落とす働きかけもしており、これによって基本料金も安くなった。

八坂：私も被災し、電気の大切さを実感し、技術者の役割を果たせてよかった。危機対応の準備の大切さと再生可能エネルギーなど長期的対応の技術の開発の必要性を感じた。

栗原：節電で乗り切れるという誤解が生じることを懸念。需要家の努力や産業界への影響も十分な分析が大切。

岩本：電力関係者は供給責任が身に染みついているので必死に対応した。ヨーロッパのように日本が発送電分離されていたら、ここまでできたろうかと疑問に思う。

豊馬：計画停電の混乱は反省。電力使用制限や節電に関する需要家の皆様のご協力に感謝したい。

横山：電力系統工学の教育研究者として、稀頻度の大事故の対応研究と停電せずに需要を減らすシステム作りの必要性を感じた。

〈設備被害を伴う稀頻度の震災に対して、停電はどうあるべきか〉

今井：事前に停電期間を決めるのは違うと思う。今回は工夫と知恵で計画停電を乗り切った。日本の電気料金制度に

ついては思うところもあり、発送電分離のプラスの面もうかがえたら参考になる。

豊馬：日本の電力は安定供給面で優れている。今回は千年に1度の災害であり、停電はやむを得なかった。電力システムは深い議論を経て現体制になっており、発送電一体が今回の復旧にプラスに働いたこそあれマイナスに働いたことはない。発送電分離は電力の余剰を前提にした競争であり、電力不足状況で議論することは疑問である。また、再生可能エネルギー導入のために発送電分離が必要との主張があるが、割高な再生可能エネルギーは競争市場から隔離しないと進まず、考え方が全く逆。

なお、電気は他のインフラ（通信、水道、ガス）と比較して復旧は最も早かった。

八坂：短時間の停電は工場対策すべき。技術者として、今回は停電をよく食い止めたと感じる。発送電分離が進むと電気代が安くなるという主張に、もう少し分析が必要。

栗原：私も大規模震災に備える設備対策はコスト問題があると思う。発送電分離は以前から電気料金の面で議論されていたが、論点を整理して議論する必要がある。再生可能エネルギー導入が直接発送電分離に結びつくかは別問題。

岩本：送電線の破損などが原因の普通の停電と、供給力を失った大規模停電は異なることを、一般にも認知してほしい。系統については、1点連系でなく、もう1ルート必要。

〈停電対策をコストを含めてどう考えるか〉

横山：対策のために電気代が上がってよいか。

今井：再生可能エネルギーはなぜ高くなるのか、情報が消費者に伝わっていないので何とも言えない。

横山：コストについての情報不足。再生可能エネルギーの導入を含めていかが。

八坂：太陽光はパネルだけでなく全体システムを考えると、20円や25円までいくには相当な技術開発の加速が必要で、ブレイクイブンになるのはかなり遠い将来。風力は、風況のよい所から運ぶコストが必要。資源が乏しい日本はベストミックスをきちんと行うべき。メーカーと政府は分かりやすく説明する責任がある。

栗原：再生可能エネルギーの高コストについて、説明責任を感じる。現状では発電設備そのものが高価であり、不安定なために1日で平均すると発生電力が小さくなるから。太陽光を家庭に入れるのは合理的だが、大量導入となると系統対策コストも考えたベストミックスでなければならぬ。風力は資源が偏在しているので送電コストがかかる。再生可能エネルギーはシステム全体で評価せねばならない。

豊馬：震災で得たことは、短期的には復旧のノウハウの蓄積。中期的には今回の被害を踏まえた設備の耐震性向上を図ることが有効。長期的にはコストなど課題があるが連系

設備強化が検討課題。需要削減方策については、丁寧なコンサル活動などが考えられる。再生可能エネルギーについては実証実験を行っているが、大量導入には電圧など安定化コストが必要になるので今後とも技術的検討が必要。

〈再生可能エネルギー電源の大量導入をどう考えるか〉

横山：再生可能エネルギーの電源の大量導入、環境とコストの関係についてのお考えをどうぞ。

岩本：電力会社間連系線は、もともと緊急時のための容量しか持っていない。今後は再生可能エネルギーを送るために連系線を増やすべき。電力会社のみでそれを行うには、資金や株主の理解の問題があり、国等の関与も必要。

横山：再生可能エネルギー電源の大量導入、地産地消、全体最適の議論にも入っているがどうか。

豊馬：連系線については、その増強費用や利用状況などを踏まえて検討しておかないと、将来、なぜ造るのか、といった議論が生じる心配がある。消費者への周知も重要。再生可能エネルギーの導入を進めていく必要があるが、系統安定化などの経済的負担も十分考えなければならない。

〈スマートグリッドの構築（時間軸、コスト負担）についてどう考えるか〉

横山：自然エネルギーの大量導入について、系統対策費用との兼ね合いで一定の割合で抑制制御する試みがある。環境によいエネルギーは1分たりとも止めるべきでないという意見もあるが、どうか。

今井：消費者が系統対策や余剰対策コストを理解すれば、一定の制御は理解が得られると思う。現状では情報が少なく、消費者の学ぶ意識も低い。

横山：大変貴重なご意見。私も情報提供について反省している。

八坂：車やエアコンなどの日常に近づけて説明すれば、消費者も分かりやすいと思う。技術的には電力もインターネットと同じように送ることができる社会になると思う。日本が世界のさきがけになればいい。

栗原：スマートグリッドを適用するスマートコミュニティの中では、地産地消の話も出ている。これらローカルの最適化と全体最適化の調和は難しいが、電気事業者が積極的にスマートコミュニティに進出してほしい。

横山：スマートグリッド、スマートコミュニティには需要家のコスト負担もあるが、消費者団体には情報はきていないのか。

今井：皆無と思う。高齢化などを考えると、料金的には弱者に優しいものでなければいけない。

〈今後の電気エネルギーシステムの方向性、ビジョン、課題は何か〉

横山：最後に一言ずつ。

岩本：私は原発の代替エネルギーはコンバインドサイクルのガスタービンだと思う。再生可能エネルギーが導入され

ても、バックアップとして火力発電はあると思う。この辺りはメディアと見解が異なる。ただ再生可能エネルギー自体は非常に重要で、積極的に導入すべきだと思う。

栗原：電気はコアとなるエネルギーだと確信している。将来的にはスマートグリッドなどで大きく変わり、電気代の上昇は種々の要因から避けられないと思うがベネフィットも得られる明るい未来になると思う。

八坂：新技術によって、社会コストがミニмумになることを実現すべき。火力は減らないが、火力以外の技術も併用の可能性がある。

豊馬：技術者として、原子力発電は、危険を十分認識した上で、安全技術によって克服できると思う。資源が乏しい日本は原子力の重要性を十分認識する必要がある。また、電力流通設備については高経年化も大きな課題。

今井：福島のことを思うと原子力に頼りたくない。電気なしの生活はないので、ベストミックスがいいと思う。その時に、情報が大切。消費者は、電気自動車などの充電を通して電気のあり方をもう一度考える必要がある。今日学んだ課題を一つ一つ理解できるようにならねばと思う。

横山：今日のディスカッションをまとめるのは難しいが、さまざまな議論をいただき、ありがとうございました。

アンケート自由記述欄から

- 発送電分離についていろいろな議論があって良かった
 - 小規模分散型電源が多数設置された場合、設備保安の問題（ex. 太陽光など各家庭レベルに設置され、それらが被災した場合の課題はないのか？）があるのでは。
 - もう少し反対意見を出す方をパネルに入れば問題点も浮きぼりになり、聴衆にとって意味のあるものになるのではないかと？
 - 大震災以後 CO₂ の議論がなくなってしまった。環境と電気エネルギーの視点のテーマが欲しい。
 - 1 回限りではなく、継続的にこのようなテーマのシンポジウムでやっていくことに意義があるのではないかと。
 - 「電気エネルギーシステム」を電気学会で論じるとき、システムの範囲はどこまでなのか。大震災を経てその見直しが必要なのではないか。今日のシンポジウムのとらえ方は不十分ではないか。
 - 震災直後の系統の挙動、福島原発の被害についてもっと聞きたかった
 - 電気学会は震災復興にいかに関与できるか。電気学会は、電気インフラの構築に関し、電気以外のエネルギーインフラとのインタフェースをどう考えるか？
- パネルディスカッションの中でも、アンケートでも指摘があったように、発電コスト・発送電分離・信頼性など消費者への情報提供が不足している。引き続き、消費者や電気学会外を交えた議論と情報提供の重要性を感じる公開シンポジウムであった。