

2009年1月14日(水)、東京大学浅野キャンパスの武田ホールにおいて、主催・東京大学ホロニック・エネルギーシステム学(東京ガス)寄付講座、共催・東京大学グローバル COE 機械システム・イノベーション国際拠点、協賛・エネルギー・資源学会、日本エネルギー学会の下、第4回ホロニック・エネルギーシンポジウムが開催された。過去3回のシンポジウムに引き続き、機器メーカー、エネルギー事業者、大学、自治体、研究調査機関、建設会社など産官学から広く202名の参加者が集った。

今回のシンポジウムの副題は「ホロニック・エネルギーシステムの実現に向けて」と掲げ、ホロニック・エネルギーシステムの重要な要素である分散電源側と系統側それぞれにおける技術の現状と今後の対策についての講演とパネル討論や、日本のエネルギー分野の人材育成についての講演が企画された。

シンポジウムは笠木伸英教授(工学系研究科機械工学専攻教授・寄付講座運営委員会委員長)の開会挨拶に始まり、ホロニック・エネルギーシステム学(東京ガス)寄付講座の幸田栄一特任准教授、NTTファシリティーズ主幹研究員の廣瀬圭一氏、新領域創成科学研究科先端エネルギー専攻横山明彦教授、工学系研究科機械工学専攻金子成彦教授の講演が行われた。

幸田准教授の講演では2つのテーマについての報告があった。1つ目のテーマは清水建設・日本設計・東京ガス・当講座の4社で昨年度より構成しているエネルギーの面的利用研究会の成果報告で、都市部の3つの隣接する地冷地区について、マイクログリッドを構築した場合の事業性の検討を行ったものである。検討の1ケースでは3つの地冷をひとつのマイクログリッドにした場合には現状システムを継続した場合に比べて、一次エネルギー消費量は26%削減、CO₂排出量は約40%削減できるという結果になり、初期投資回収年数は8年となった。回収年数が長くなった理由としては建物毎に受電電圧が違い、設備が複雑になったこと、熱輸送配管コストが大きくなったことなどが挙げられ、それらを改善するためにおこなったもう1ケースの検討では、1つの地冷地区の一部をマイクログリッド化した場合の検討を行いました。その結果、投資回収年数が約5年と事業性に改善が見られた。

2つ目のテーマとして、マイクログリッドと系統の間の潮流の変動が系統に与える影響についての検討についての報告があった。マイクログリッドの潮流は現時点ではできるだけ変動を抑えるような制御が施されている場合がほとんどであるが、本検討ではどのレベルまで変動が許されるのかについての定量的な検討である。その結果、マイクログリッドが少しでも潮流変動を吸収する場合には周波数変動を小さくする影響があることが明らかになった。今後、風力発電や太陽光発電などの自然変動電源がマイクログリッド内外に大量導入された場合にマイクログリッドがどの程度全体系統の周波数制御に貢献できるのかについて研究が続けられる。

会場からは、前半の面的利用について、ガスタービンを用いた場合の検討について質問が出ました。坂東より「数千kW級のガスエンジンとガスタービンでは部分負荷の場合でも効率はガスエンジンが高く、さらに台数制御を考えているので、高効率の発電がおこなわれている。」と回答があった。

次にNTTファシリティーズ主幹研究員の廣瀬圭一氏の講演では、「品質別電力供給システムから総合エネルギーシステムへの展開」という副題のもと、NEDOの「品質別電力供給システム」プログラムの実証試験の結果についての報告があった。実証期間中の系統連系モードでの試験結果、自立運転モードでの試験結果にはじまり、システムの環境性についての解析や、昨年東北地方で起きた大地震発生時の電力品質のデータなど、実証試験後を含む最新の成果が発表された。地震発生時には直流送電と高品質A(最も品質の高い交流電力供給)では影響が見られず、高品質B1(2番目の品質の交流電力)、高品質B3(同2番目(当時))では瞬低の度合い、持続時間などが標準品質に比べて改善されていることが確認された。また、環境性については、分散電源がなく熱供給

をボイラにて行っている場合と比べて、本システムでは 13%強程度の CO₂ 排出量削減となった。

会場からの質問では「供給設備に対してほぼ同じくらいの規模の需要であることを考えると、潮流 0kW 制御を施し、遮断機がハーフサイクルで切れるものにしておけば、高品質負荷にそれぞれある DVR は不要なのではないか？」という質問があった。廣瀬氏からは「仙台市エリアに大きな誘導機があり、その対応のために必要であった。」との回答があった。また、環境性の評価期間についての質問があり、廣瀬氏からは「10 月のデータを用いており、熱負荷としては温水と一部暖房が使われている状態での評価である。冷房の需要の多い夏や暖房需要の多い冬であれば、環境性が向上することが期待される。」との回答があった。



新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻の横山明彦教授からは、「再生可能エネルギーの大量導入に向けた系統側のインフラストラクチャ整備」とのタイトルで講演が行われた。将来的に再生可能エネルギーが大量導入された際には、蓄電池、揚水発電などエネルギー貯蔵の活用方法が変化することが考えられ、スマートメタリングなどの ICT 技術の活用やマイクログリッドの系統貢献が必要となることが講演された。

会場からは「太陽光が大量に導入された場合に系統が安定して運用されるためには、日本全域での監視システムが必要かと思うが、実際に制御することは可能なのか？」という質問があり、横山教授からは「現時点では判断は難しい。太陽光が導入されていく過程でステップバイステップでの技術開発が必要である。技術的にどうしても無理ということであれば、太陽光の導入目標 5300 万 kW も届かないということである」との回答があった。

機械工学専攻の金子成彦教授からは、「エネルギー分野の人材育成について」とのタイトルで講演が行われた。これまでの機械工学専攻内の教育プログラム、COE の教育プログラムについての紹介や、東大におけるエネルギー研究の動向、金子・山崎研究室におけるエネルギー分野の研究動向・教育方針などの紹介がされた。その後、本シンポジウムに向けて行った人材育成アンケートについての報告があった。人材アンケートは現在の大学教育の在り方に始まり、ホロニック・エネルギーシステムの構築に関わる人材に必要な資質に至るまでのアンケートとなった。理論だけでなく実践の重要性が強調された。



その後、笠木教授の司会進行で、浅野浩志氏(電力中央研究所上席研究員)、馬場旬平准教授(新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻)、金子教授、廣瀬氏、幸田准教授によるパネルディスカッションが行われた。討論に先立ち、浅野氏からはデマンドレスポンスを中心としたエネルギーシステム運用への需要家の参加について、馬場准教授からは清水建設技術研究所で進められているマイクログリッド実証研究の成果について、金子教授からは燃料成分の変動に対応できるガスエンジン制御システムについての講演があり、その後ディスカッションに移った。

本パネル討論の論点としては

1. 地球環境の時代におけるホロニック・エネルギーシステムの時代的意義、果たすべき役割、生み出す価値は何か？
2. ホロニック・エネルギーシステムの実現について
 - その実現に向けた技術、経済、制度はどこまで達成されたか？
 - 残された課題と採るべきアクションは？

の2点が挙げられた。

質問1について

- (笠木) 寄付講座の立ち上がった頃では、まだホロニック・エネルギーシステムは概念的であり、具体的な形はなかなか見えなかった。徐々に形が見えつつあると思う。その段階にある今、改めてホロニック・エネルギーシステムの意義を問いたい。
- (幸田) 環境問題が重要という点はコンセンサスがとれている。その中でエネルギーシステムを最適化していくために、ホロニック・エネルギーシステムは需要側・供給側も積極的に参加できるしくみとなりえる。
- (浅野) 需要側・供給側が一体となり、環境問題を解決し、豊かな社会を築くことに貢献する。ホロニック・エネルギーシステムは、ユーザーが必要とするサービス水準に見合ったエネルギー供給を可能とする。需給双方が情報をうまく交換しながらエネルギーとその他のサービス全体を見通すことが必要である。
- (馬場) 一般の消費者にもエネルギー供給システムについて意識して頂かないと地球環境時代に適合したシステムは認知してもらえないと思う。ホロニック・エネルギーシステムの研究を遂行し情報を公開して行くことで一般の消費者などにとっても供給側と一緒に考えていく良いきっかけになると思われる。
- (廣瀬) ユーザーニーズの多様化に対応が可能なシステムの実現の一助になる。
- (金子) 全体を見通せる人材の育成が必要。技術者教育のためのハード、ソフト両面にわたる技術の継承とさらなる展開の場となりうる。

質問 2 について

- (浅野) ICT を中心に技術、経済性は相当程度進展してきた。制度面では、電力市場の整備など進展している。需要家の環境意識を高めることと、関係分野の人材育成が課題である。
- (幸田) 多様な価値をいかに定量的に評価して、受益と負担を分配するか？そのために電力側の意見も取り入れながら話を進めていきたい。
- (笠木) 今回紹介されたマイクログリッド実証設備はほぼ都市型であると考えられるが、世界的にみれば非都市型になる地域がほとんどだ。地域事情にフィットしたエネルギーシステムの構築について聞きたい。
- (馬場) 今回は系統が発達した都市型マイクログリッドの実証試験に携わった。途上国などの非都市型でのマイクログリッドについては、電源をバイオガスエンジンなどにする事で、技術的には今回の実証試験の成果で十分対応できるのではないかな。
- (廣瀬) 大規模実証といいつつも、全体系統の規模からみるとまだまだ小さい規模である。もっと大規模に実証する必要があるのではないかな。実現段階ではオペレーションの問題が大きくなると思われる。
- (金子) 実現段階では、開発者と運用者が別な人であること一般的である。システムが故障した場合に開発にあたった特定の人を呼ばないと復帰しないようでは困る。従って、開発された技術内容を分かりやすく伝える方法を開発する必要がある。適当なサイズに技術情報をマクロ化し継承することを検討する必要がある。また、開発にあたった人から運用にあたる人に向けた分かりやすい技術情報の提供が必要で、特にドキュメンテーションが重要である。

会場からの質問

- Q. 長い期間をかけて需要家も供給側も Win-Win の関係で電力供給システムが培ってきた料金体系などの現状システムは、現時点での最適なシステムであると思うが、今後ホロニックを目指した部分最適の結果が、システムを全体最適から遠ざけることもありえるのではないかな。
- A. 電力システムがこれから迎えないければならない方向性の変化、例えば環境性への考慮や、需要家の参加などを受け入れた上での最適な形は、これまでの安定供給と経済性を重視してきた現状のシステムとは大きく違うものとなる。需要、供給面での多様性を許容するホロニック・エネルギーシステム構築の最適化には新たな評価基準が必要である。
- Q. 系統上どこでも同じメリットを享受するしくみづくりが必要であると考えます。どうやっていくのか。
- (横山) マイクログリッドの制御が集中型ネットワークの制御につなげる必要がある。方法などはまだ決められない。









パネリストからの解題としては以下の通りです。

1. 地球環境の時代におけるホロニック・エネルギーシステムの時代的意義、果たすべき役割、生み出す価値は何か？
 - ・ 需要側・供給側の連帯、市民参加への途、地域フィットネス
 - ・ 経済的・環境的な価値に加えて、多様な価値の提供
選択可能性、自然エネルギー、電力品質の選択、最適化. . . .
 - ・ エネルギー分野の人材育成と学術進展の仕組み
2. ホロニック・エネルギーシステムの実現に向けて

- ・ 個別技術・システム技術の進歩により, 自立と自律を実現
ICTとの融合による DR, アンシラリーサービスの達成
- ・ 経済的・環境的な価値, 提供される多様な価値の定量化
需要家の満足度, 価値の認識, 受益と負担の分配. . . .
- ・ 求められる技術者の育成と市民への情報発信

プログラムは下記のとおりです。

司会進行: **坂東 茂** (東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻特任講師)

- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 13:00～13:10 | 開会あいさつ | 笠木 伸英 (東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻教授) |
|  | 13:10～13:50 | 講演(1) | 幸田 栄一 (東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻特任准教授) 「ホロニック・エネルギーシステム実現に向けて」 |
|  | 13:50～14:30 | 講演(2) | 廣瀬 圭一 (NTT ファシリティーズ主幹研究員) 「環境性と信頼性の向上を目指した分散エネルギーシステムの実証 —品質別電力供給システムから総合エネルギーシステムへの展開—」 |
|  | 14:30～15:00 | 講演(3) | 横山 明彦 (東京大学大学院新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻教授) 「再生可能エネルギーの大量導入に向けた系統側のインフラストラクチャ整備」 |
|  | 15:00～15:20 | 休憩 | |
|  | 15:20～16:00 | 講演(4) | 金子 成彦 (東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻教授) 「将来のエネルギー分野を担う人材の育成について」 |
|  | 16:00～17:20 | パネル討論 | 「ホロニック・エネルギーシステムの実現に向けて」 |
| | | コーディネーター | 笠木 伸英 |
| | | パネリスト | ■ 浅野 浩志 (電力中央研究所社会経済研究所スタッフ上席研究員) ■ 馬場 旬平 (東京大学大学院新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻准教授) ■ 金子 成彦、■ 廣瀬 圭一、■ 幸田 栄一 |
|  | 17:20～17:30 | 閉会あいさつ | 杉山 昌樹 (東京ガス株式会社常務執行役員) |
| | 18:00～ | 技術交流会 | |

以上