

COE-INES 総合エネルギーキャプテンシップ実習報告

出張期間：平成 19 年 10 月 1 日～平成 19 年 10 月 4 日

(当初予定の 10 月 5～6 日：波照間島に関する調査は、台風 15 号接近のため断念し、
予定を切り上げて調査終了した。)

出張者：創造エネルギー専攻 博士後期課程 杉山精博、高野啓、富安邦彦、近藤康太郎、酒井雄祐、
原子核工学専攻 博士後期課程 立花優、

引率教員 沖野晃俊 准教授(創造エネルギー専攻)

出張先：沖縄本島(沖縄県庁、沖縄電力)、石垣島(石垣市役所、波照間役場)

1. 本調査の背景

東京工業大学大学院原子核工学専攻および創造エネルギー専攻では、平成 15 年度より文部科学省 21 世紀 COE プログラム「世界の持続的発展を支える革新的原子力」(COE-INES)を実施している。COE-INES キャプテンシップ教育プログラムでは、国際的なリーダーになれる若手研究者や技術者を育成することを最大の目的としている。そのうちのひとつとして「総合エネルギーキャプテンシップ実習」が開講され、博士課程学生の企画立案による総合的なフィールド調査プログラムを実施している。本実習は、平成 19 年度の創造エネルギー専攻および原子核工学専攻の学生により企画され実施されたものである。

2. 本調査の目的

沖縄県は全国に比べ人口の増加率が高く、平均増加率は全国の 0.12 %の対し、沖縄は 0.43 %と推計されている>(*1)さらに全国では、平成 16 年度には人口がピークとなったが、沖縄は平成 37 年度まで人口の増加が続くと見込まれている。人口の増加に伴い、世帯数が安定して伸びていくことにより、電気エネルギー需要の増加が見込まれている。その内訳には、近年急増しているオール電化住宅への移行も含まれている。これにより電気の安定供給が沖縄県民にとって非常に重要な課題となっていくと考えられる。また、沖縄県は広大な海域に 49 の有人島と多数の無人島から構成されており、また 9、10 月頃に多々台風が上陸するなど気象的条件もかなり厳しい状況にある。

そのため、「沖縄地方におけるエネルギーの安定供給に関する調査」というトピックを掲げ、調査場所を沖縄地方(沖縄本島、石垣島、波照間島)に選定し、学生主体の現地調査を行った。沖縄電力株式会社、沖縄県庁、石垣市役所、波照間役場、自衛隊の協力を得て、防災対策、災害時の復旧活動、品質の安定化、価格の安定化、環境保全の 5 つの観点から、電力の安定供給に対してアプローチする調査は、非常に興味深いものとなる。

(*1)(株)沖縄電力 2006 - 2007 パンフレットより

3. 調査方法

調査地(沖縄県庁(担当：富安)(株)沖縄電力(担当：高野)陸上自衛隊第一混成団(担当：杉山)石垣市役所(担当：酒井)波照間役場(担当：近藤)に事前に質問票(報告書に記載)を送り、その質問に沿って討論が行われた。

4. 調査結果および考察

4.1 価格の安定化について

当初、沖縄県は広大な海域に点在する非常に多くの離島を抱えていること、本土 9 電力との連携が地理的に難しいこと、スケールメリットが活かせないことなどの理由により、本土並みの電気料金水準の確保は実現不可能であるかと思われた。また、事業規模が比較的小規模のため設備購入に対する割引がなく、コストが増大してしまう傾向を持っている。このため、各設備を(株)東京電力などの大規模電力会社と同仕様のものとし、共同発注を行う等の対策によりコストの削減に取り組んでいる。実際、平成 17 年度の設備投資額および修繕費は、台風による電柱倒壊対策における無電柱化に莫大なコストを費やしているにも拘わらず、設計・仕様・工法・発注方法の見直しや各設備工事の実施段階における精査、撤去資材の再利用による資材調達コストの低減、合理的な修繕方法の見直し、点検周期の見直しなどにより、計画値から大幅の削減に成功している。

4.2 品質の安定化について

沖縄県は地理的特徴から電力供給が不安定になりやすい要素がいくつかある。例えば、台風による電柱の倒壊、

腐食による海底ケーブルの断線などである。このことから、それらの対策として主に3つの対策を行っている。

1つ目は、電柱の倒壊による断線に備えて事故時に即対応できない箇所のみ2系統送電線、事故時に発電機車などで即対応できる箇所は1回線としていることである。また、従来の耐風圧50 m/sの電柱より耐風圧10 m/s向上した電柱への変更も考えられている。2つ目は、電線の地中化を行っていることである。しかしこれには、メンテナンス費用や整備する際に莫大な費用が掛かる。その上、地中電化するには1.線路要件(=観光的に見栄えがよい、幹線路であるなど)、2.用途要件(=使用用途)、3.環境要件(=地中化によって環境改善が出来るか?)、4.沿道要件(=バリアフリー、需要家の安定性など)などの条件を満たす必要があり、沖縄県全域を地中配線化することは非常に難しいと考えられる。3つ目は、繊維強化プラスチック(FRP)を用いてケーブル自体を覆うことで海底ケーブルの耐腐食性能の向上させることが行われている。沖縄電力は発電、流通、メンテナンスをほぼ全て独自で行っていることから、電力品質の安定化を向上させるためには沖縄電力の今後の取り組みが最重要と考えられる。

4.3 防災対策、災害時の復旧活動について

防災対策に関しては、すべての訪問箇所(沖縄県庁、(株)沖縄電力、陸上自衛隊第一混成団、石垣市役所、波照間島)が柔軟に連携をはかっていることがわかった。

- ・**沖縄県庁**では、電気に関する災害が起こった場合、沖縄電力からの情報を受けて、住民に注意喚起を行っている。情報の伝達は、マスコミや各市町村を通して行っている。また、最近ではハザードマップの作成に着手しており、より災害危険度の高い地域に設備対策の重きを置くといった対応を考えている。
- ・**沖縄電力**では、例えば台風が接近した場合、以下の3つの段階に分けて対応している。1段階目は、準備指令であり暴風域に入る8時間前から準備することである。被害を予想し、救援車両や救援物資を調達する準備も行う。2段階目は警戒指令であり暴風域に入る2時間前に発令する。この状況になった場合、大規模停電等の緊急事態が発生しない限り、各事業所で電力会社職員が待機し、台風が過ぎ去るのを待つ。3段階目は、復旧指令であり暴風域を抜けた時に発令される。ここで各職員は現場に赴き、被害状況を調査し復旧計画を立てる。その後、1段階目で準備した物資を使用し速やかに復旧にあたる。送電路と配電路の断線により復旧目標や復旧時間は大きく異なる。送電路が、1回線のみの場合、切断から復旧までの平均時間は約6時間である。ただしこれは架線の状況により変化する。都市部では地中ケーブルのため、どの程度復旧時間がかかるかはわからない。配電路の場合、単純に切断しただけの場合、復旧まで30分以内を目標としている。ただし、これに電柱の折れなどが加わった場合、それに応じて復旧まで多くの時間がかかるようになる。沖縄電力では、配電路のトラブルに対してコールセンターを開設し対応しており、コールセンターから各支店にトラブルの情報が送られる。実際の復旧指示と対応は各支店が行っている。配電システムをチェックし、切断箇所を切り離す配電自動化システムにより、停電範囲は大幅に改善されている。一方で、災害時の停電箇所近隣の復旧までの時間は、10年前の150分に比べ、現在は170分とそれほど変化していない。一方で、災害時以外の理由での停電時間は27分から15分へと短縮されている。なお、昨年電柱が1000本倒壊した時の復旧時間は約2週間であった。
- ・**陸上自衛隊第一混成団**では、災害派遣が必要な場合、1.知事からの災害派遣要請を受けた時、2.自主派遣(震度5弱以上)が起こった時の2つがあり、これら対処のため、24時間即時対応が可能な体制が整えられている。同様の体制を飛行隊・陸上部隊ともに保持している。具体的には、初期段階の部隊は連絡の後、30分以内に初動可能な体制となっている。災害派遣に用いる装備は基本的に防衛任務に用いる機材を使用するが、災害派遣専用装備品として「人命救助システム」が導入されている。実際の災害としては、本州に見られる地震などの災害はほとんどなく、台風に関連した災害派遣が多い。その他、急患輸送も災害派遣となる。近年においては、久米島での台風被害に対して、沖縄県要請に基づいて、沖縄電力が災害復旧に用いる投光器の輸送を行っている。基本的には、電力エネルギーやその他のエネルギーを災害時に供給することはない。
- ・**石垣島**は、八重山諸島の中で最も面積が大きく、火力発電所(ガスタービン)を持ち、人口5万人程度である。しかし生活物資やエネルギー源を沖縄本島に大きく依存しているため、本島における対策と異なりより十分な

準備体制備えることが必要である。例えば、事前に食料や水を備蓄するのはもちろんだが、屋根と垣根の高さを揃えるなどをして家屋の倒壊を防ぐ対策をしている世帯が多くある。去年の台風においても、石垣市だけで1000本近い電柱が倒壊した。その際、大量の電柱を本島から船で輸送する必要が生じ、一時的に電力エネルギーの安定供給が難しくなった。このことから石垣島の電力の安定供給には耐風圧性が高い電柱の建設、配線の地中化などの対策が急がれている。

・波照間島では電気、水道などの災害時からの復旧時間を早める意味でインフラの整備を徹底させることである。とである。無電柱化事業について来年度から竹富島で実施予定である。これは景観と防災による理由からである。実際の災害対策については役場では「災害の予防」を大切にしている。そのため、台風接近の際にはあらかじめ町内アナウンスや、港での誘導活動を行っている。災害の被害者はほとんど観光客で占められており、地元の予防意識は徹底されている。災害とその救助連携について各島には診療所があるが、それでも対応困難な場合は病院からの要請により消防団がヘリコプターなどを手配する。役場として対応することは特にない。災害対策の一つである非常用電源は本役場には設置されているが、出張所にはない。小型の非常電源は家庭レベルで普及している。というのも台風による災害は1回につき、3・4日停電ということがあたりまえであるという背景がある。また、それにより断水も生じ、水道の復旧活動にも時間がかかる。

4.4 環境保全について

沖縄電力が中心となって地球環境に調和した電力の安定供給の構築を目指している。現在では、バイオマエネルギーの調査、レドックスフロー電池電力貯蔵システム、新エネルギーの研究や石炭火力発電所から発生する石炭灰を有機質資材と混合し農業肥料として利用する画期的な事業など様々なことが活発に行われている。例えば、風力発電設備は7ヶ所、太陽光発電設備は8ヶ所もある。しかし、沖縄電力では京都議定書に定められたCO₂の削減(2010年度において1990年度を基準として6%削減する)および電気事業連合会での取り決め(20%削減)は、2010年度に液化天然ガス(LNG)発電所を新設し主な対策とする予定であるが、未達成分はクレジットの購入を検討していることから、まだまだ問題解決まで道のりが長いと考えられる。また、CO₂の削減に効果的であるが、県民の反対も非常に多いことから、原子力発電所の建設の予定は一切ない。

5. 結論

地理的、気象的条件から更なる電力の安定供給を高く望んでいる沖縄県域において、様々な視点および調査場所から電力エネルギーの安定供給に関する現地調査を行った。今後、沖縄県では、沖縄電力主導による海底ケーブルの改良、無電柱化、(電柱の)耐風圧性の向上などの対策が行われ、さらなる電力の安定供給化が見込まれることが予想される。毎年の被害状況を考慮しても、急速な対策が必要である。また、被災前後における行政、電力会社、自衛隊の連携もスムーズに行われている。さらに、非常用電源を確保している県民も比較的多いことから、災害に対する県民の準備意識が高いことがわかった。

全電力量の9割以上を火力発電所で供給している沖縄電力は重油価格の上昇の影響を受けやすい事業構造となっているが、2010年には沖縄県中城村でLNG火力発電所(吉の浦火力発電所)を運転が開始される予定となっているなど、経済的に有益な対策も行われ始めている。さらに、バイオマスエネルギーの調査、レドックスフロー電池電力貯蔵システム、新エネルギーの研究(風力、太陽光)も盛んに行われてきており、環境対策にも力を入れ始めている。

災害後、石垣島、波照間島では電力に関する復旧作業に必要な物資は、沖縄本島から海上輸送されるため、復旧が完了するまでの時間は本島と比較しても、長く要している。このことから特に無電柱化、(電柱の)耐風圧性の向上などの対策が急務である。

謝辞

本調査を行う機会を与えて頂いたCOE-INESの関係者の方々には心から感謝の意を表します。また、調査に快くご協力していただきました沖縄県庁、沖縄電力株式会社、陸上自衛隊第一混成団、石垣市役所、波照間役場関係者の方々には心から感謝の意を表します。そして、調査の準備当初からスーパーバイザーとして助言頂いた沖野晃俊准教授に感謝します。

(文責 原子核工学専攻博士課程1年 立花優)