

2050年の再生可能エネルギー普及目標達成に 向けたドイツ地方都市の活動 ～エッセン市視察報告～

Activities of a German local city towards the achievement of
100% renewable energy by 2050
- A report of a visit to Essen -

伊藤耕祐*

1. はじめに

G8各国は、2009年のCOP15に先だって開催されたG8ラクイラ・サミットにおいて、2050年までに世界全体の温室効果ガス排出量を50%削減し、先進国の温室効果ガス排出量を80%以上削減することに合意した。これ以降EUは、低炭素社会実現のための具体的実現策を検討し、「エネルギーの安定供給と競争力を損なうことなく、2050年の温室効果ガスの排出量を1990年比で80～95%削減する」という目標を立て、2011年3月8日にその実現方針をまとめた“A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050”を発表した⁽¹⁾。その直後に日本で発生した東日本大震災と福島第一原子力発電所事故の影響も考慮しつつ、2011年12月15日に“Energy Roadmap 2050”を発表した⁽²⁾。EUはその後も次々と拘束力のある政策を打ち出している。それらの中で再生可能エネルギーは、単に気候変動抑制のためだけでなく、産業政策としても必須のものと位置づけられている。また、EUは2021年1月よりエネルギーを実質消費しないゼロエネルギー住宅(ZEH)及びビル(ZEB)を義務化する指令⁽³⁾を2010年5月に制定した。2019年9月の国連気候行動サミットで、EUをはじめとする77カ国が2050年までにCO₂排出量を実質ゼロにする決意を表明したことも記憶に新しい。

ドイツは20世紀末より再生可能エネルギーの導入に積極的である。2000年の再生可能エネルギー法により固定価格買取制度を導入し、2010年より展開しているエネルギー転換政策(Energiewende)⁽⁴⁾には、2011年3月11日の福島第一原発事故をき

かけとして脱原発も盛り込まれた。2050年までに温室効果ガスの排出量を1990年比で80～95%削減することを目標として、再生可能エネルギーの普及やエネルギー効率の向上を国策として進めている。

結果として、2018年のドイツのエネルギー消費全体の総合再エネ比率は16.6%(前年+1.1%)である⁽⁵⁾。再生可能電力比率は、米国17%、日本18%に対してドイツは38%で、85%以上の日もあるという。ドイツの現状は突出している⁽⁶⁾。

ドイツの再生可能エネルギー技術は(もちろん素晴らしいものが多数あるが)日本や米国と比べて傑出しているとは必ずしも言い切れない。それにも関わらず、なぜドイツで大きな成果があがっているのか、日本や筆者が住む福島県で同様の成果をあげるためにはどうすれば良いのか、一度ドイツ人に聞いてみたいと思っていたところ、2018年11月、ドイツに2週間あまり滞在する機会を得た。本稿では、ドイツの地方自治体や一般市民の取り組みを視察し、それらの取り組みに関わる人たちとの議論の中で得た知見を以下に紹介する。

2. ドイツ NRW 州エッセン市について

主な滞在先は、ドイツ北西部に位置するNordrhein-Westfalen州(以下、NRW州)のエッセン(Essen)市である(図1)。エッセン市は、州都デュッセルドルフの北東約30kmに位置する人口58万人の都市で、かつてはルール工業地帯の中核都市の一つとして炭鉱と重工業で繁栄した。市街地の北東に位置するツォルフエアアイン炭鉱は欧州最

* 日本大学工学部機械工学科

大の炭鉱であり、1851年から1986年まで採炭が行われていたが、1993年に閉鎖された（炭鉱は2001年にユネスコ世界産業遺産に指定されている）。炭鉱閉鎖後、この地域は産業構造の大変革を迫られた。

かつて、エッセン市の地下には市街地周辺まで坑道が張り巡らされていたため、当時の技術では地下に下水道網を作ることができず、市内北部を流れるエムシャー川を下水道として使用していた。炭鉱閉鎖決定を機に、「川を自然に戻そう」ということになり、1990年から30年がかりで河川の改修や下水道網の整備を行っており、2021年に完了予定という。

現在のエッセン市は緑あふれる美しい都市であり（図2）、2017年に欧州グリーン首都賞（EU Green Capital Award）を受賞した。ドイツ第2の電力事業者のRWE社、再生可能エネルギー事業などを4万人規模で推進するInnogy社、大手化学メーカーのEvonik社などの大企業がエッセン市に本社を置く。デュースブルグ・エッセン大学やガス研究に特化した研究所gwi-Essenなどの研究機関もある。エッセン市と福島県郡山市は、2017年にEU国際都市間協力（International Urban Cooperation, IUC）プ



図1 ドイツ北東部のNRW州ルール地方



図2 緑あふれるエッセン市中心部



図3 夜のBottrop下水処理施設と風車（写真中央）

ロジェクトに採択され、相互交流が行われている⁽⁷⁾。筆者が滞在中にも郡山市からの視察団が訪問し、行動を共にする機会もあった。

3. ボトロップ下水処理場をエネルギープラントへ

エッセン市の北隣に位置するボトロップ（Bottrop）下水処理場（図3）は、エッセン・エムシャー協同組合（Emschergenossenschaft）の施設の一つであり、エッセン市近隣地域130万人分の排水処理が可能でドイツ最大級の下水処理施設である。排水処理で生じる汚泥は年間で約20万トンにのぼり、うち12万トンに石炭2千トンを加えて焼却処理していたため年間のエネルギー消費が莫大であった。現在「下水処理プラントをエネルギープラントへ」を合い言葉に施設の改修が行われている。施設を案内して下さったプロジェクト責任者によると、2018年11月時点で、廃熱回収（10 MW）、太陽光発電（41.5 kW）、風力発電（3 MW）の設備が稼働している。エネルギー回収効率は43%に達しており、排水処理に必要なエネルギーの約70%を自給しているとのことであった。今後は、水力発電（400 kW）設備を設置する他、汚泥を廃熱で乾燥させて石炭消費量を削減する施設を設置してCO₂排出量を年間6万トン削減する計画であり、エネルギーの100%自給を目指しているそうである。

4. バルデナイ湖のInnogy社製燃料電池遊覧船

エッセン市南部にあるバルデナイ湖（Baldeneysee）は、ライン川の支流ルール川をせき止めて造った人造湖で、市の水瓶として利用されている。市民の憩いの場にもなっており、数十人が乗れる観光遊覧船が運航されている（図4）。一見ただの遊覧船に見えるこの船は、Innogy社が開発したメタノール改質燃料電池システムが実装されたハイテク船である。この船内でInnogy社のプロジェ



図4 バルデナイ湖の燃料電池観光遊覧船

クト担当者から詳細説明を受け、システムの見学もさせていただいた。

この船は、固体高分子形燃料電池システム (35 kW)、モーター (90 kW)、バッテリー (100 kWh)、燃料タンク (330 L) を搭載し、4時間の連続航行が可能である。燃料のメタノールを改質器で分解して水素を取り出し、燃料電池で発電する。使用するメタノールは、水力発電や太陽光発電で水を電気分解して得た水素と大気中の CO_2 から合成している。あえて気体の水素を液体のメタノールに変換することにより、運搬や保管が容易となる利点がある。Innogy 社では、このようなメタノールを自動車、発電、家庭などで利用するグリーンメタノールの実証実験プロジェクト⁽⁸⁾を推進しており、バルデナイ湖の観光遊覧船もその一つである。

船内はたいへん静かであり、同行した郡山市の菅野副市長が「猪苗代湖に浮かべたいね」と言うのも「ごもつとも」と思った。しかし、燃料タンク見学中に「高純度メタノールを使う必要があり、現時点では商業的には成り立たないだろう」と担当者からそっと耳打ちされ、ちょっとがっかりした。近い将来技術が進歩して実用段階に入ることを期待したい。

5. NRW 州の環境適合型コミュニティ開発事業

NRW 州政府は、建築物からの CO_2 排出を抑制するため、2011 年より環境適合型コミュニティ開発事業 “100 climate protection estates in NRW” を展開している⁽⁹⁾。性能要件は、 CO_2 排出量が $9 \text{ kg/m}^2/\text{年}$ 以下 (新築の場合) または $12 \sim 15 \text{ kg/m}^2/\text{年}$ 以下 (既築改修の場合) で、年間エネルギー消費が上記の基準を満たすこととなっている。性能要件を満たし、「持続可能な地域形成のための重要な一項目として環境適合型建築物の普及を促進する」という最終ゴールにつながれば、様々な技術や方策を実施場所の事情に合わせて実施者が自由に選んで良いことが特徴である。2015 年 10 月時点では建築済



図5 バルデナイ湖の東端近くの Dilldorfer Höhe 地区に建設された環境適合型コミュニティ

18 地域 (1200 世帯分)、建設中 50 案件であったが、2018 年 8 月時点では建築済 35 地域、建設中 33 案件、計画中 17 案件となり順調に拡大している。

バルデナイ湖の東端近くに位置する Dilldorfer Höhe 地区は、この事業で NRW 州から半額助成を受けて建設された住宅街である (図 5)。建設費の残り半分を出資した事業者 Albau 社の担当者に現地を案内してもらいながら説明を受けた。

この地区の住宅は、年間のエネルギー消費が従来建築の $1/5 \sim 1/10$ に相当する “3-linter house” 基準 ($35 \text{ kW/m}^2/\text{年}$) に、一部はさらに厳しい “passive house” 基準 ($15 \text{ kW/m}^2/\text{年}$) に準拠している。冬の寒さが厳しいエッセンで高い断熱性能を確保するため、壁の厚さを 30 cm にしたという。

建物の地下駐車場の一角には、地中熱ヒートポンプ等の機械室があり、専門業者によって管理されている。各戸の空調ダクトのフィルターも地下機械室で交換することができ、定期メンテナンスのために各家庭に上がり込む必要はない。

住宅群は、賃貸集合住宅群と分譲住宅群に分かれているが、いずれも価格が高いためか、当初は人気が出ず入居者が少なかったという。ところが、省エネ性能と快適性が評判となると、すぐに完売したという。州政府からの半額補助を受け、完売もしたとのことなので、「Albau 社は今後も類似の住宅地を展開したいか」と聞いたところ「うーん、それはどうかな…」という生返事が返ってきた (それ以上聞いても理由は教えてくれなかった)。手続きが煩雑なのか、性能要件を満たすために苦労したからなのか、何か「担当者が嫌がる理由」があるのではないかと感じた。実際、なかなか気密性の要求値が満たせず、玄関ホールの郵便受けの蓋にパッキンを取り付けるなど、いろいろ苦労もあったらしい。

6. 地方自治体に与えられた広い裁量の幅

ドイツでは、国が掲げる低炭素社会のコンセプトを実現すべく、地方政府が実施主体となって独自の取り組みが推進されている。政府は、各州に国策のコンセプトの実現を命じるが、その具体的方法は各州の事情に合わせて各州の裁量に委ねるといふ。州とその下部組織・自治体との関係も同様である。各自治体や関連する外郭団体の担当者は、自らの責任と裁量でかなり広範囲で息の長い事業が展開できると感じた。

例えば、NRW州は、前述の“100 climate protection estates in NRW”の前に、州内50箇所に太陽光発電施設を設置する“50 Solar Estates in NRW”という取り組みを1997年から行った⁽¹⁰⁾。

Essen 51というエッセン市独自の事業もある⁽¹¹⁾。市内の10haの敷地に2500世帯分の住宅、職場、商業施設を建設し次世代コミュニティを形成しようという、2019年から10年計画で行われている事業である。

7. 担当者の根気強さと工夫

市や州の職員や経済振興公社の担当者数名と個別に長時間議論する機会が何度かあり、「なぜドイツ人は再エネの普及にこれほど熱心なのか」と聞いてみた。反応は、異口同音に「そんなことはない。ああいう問題もある、こういう問題もある…」というものであった。それらを集約すると、政界や財界の駆け引きや足の引っ張り合いから、個人レベルの非協力的な言動に至るまで、「日本にある問題はすべてドイツにもある」と言えそうである。種類だけでなく、反対勢力の声や力はむしろ日本より大きいと感じた。

それでも再エネ普及が進むのは、EUや国の強いリーダーシップもさることながら、「首長や社長が変わる度に説明に行き、これまでの施策の重要性と継続・協力を粘り強く訴える」、「誰も反対しない小さな改善提案をやり続け、地道に変えて行く」など、各担当者の長期間にわたる粘り強い努力の積み重ねの成果と思われる。

経済振興公社のある方は、「君が考えるような“理想に燃えて再エネを推進しているドイツ人”はそう多くはない。要は金だよ、カネ！」と言い、再エネを導入したら結果として利益が上がるような事業の考案や広報に力を入れている。この方の奥様も地方自治体で太陽光発電を普及させる仕事をしており、

「自宅に率先して太陽光パネルを取り付けた」が、「夫婦でこういう仕事をやっているからだけではなく、実際に利益があるからだ」という。

エッセン市が費用の一部を助成する形で、ECOPROFIT[®]という取り組みも行われている⁽¹²⁾。これは日本の環境省が推進する「エコアクション21」と類似の取り組みである。大きく異なるのは、取り組みに参加するグループ間で相互訪問をしたり議論を行ったりして活発に情報交換を行う点であり、個々の企業や団体が個別に省エネや環境改善活動を行うよりも大きな効果を効率的にあげることができるという。日本では、企業の部署間交流で類似の成果をあげている例があるが、異なる企業間では機密保持などの懸念からあまり例がないと思われる。この活動に参加したEvonik社の担当者によると「差し支えない範囲で情報交換するだけでもいろいろな学びや気づきがあった」とのことなので、日本でも取り入れてみてはどうだろうか。

8. おわりに

本稿で紹介したドイツ訪問中に、エッセン市関係者、研究機関や企業の担当者、そしてNRW州政府高官に至る幅広い方々とお話し、様々な取り組みの社会の中での位置づけを「担当する個人の目線」で知ることができた。本稿では割愛したが、米国再生可能エネルギー研究所(NREL)を訪問する機会もあり、ドイツとは異なった考え方や取り組みにも触れた。独米の国民性の違いを肌で感じ、それぞれ多くの学ぶべき点があった。「なぜドイツだけが…」という疑問のヒントが得られた気もする。そう遠くない将来に再生可能エネルギー100%を実現するため、今後も社会学など様々な分野の専門家の力も借りてさらに探求し、研究成果の社会実装に活かしてゆきたい。(本稿は、2018年度日本大学短期B海外派遣研究員報告書に加筆し再編集したものである。)

謝辞

本稿で紹介した情報提供と議論に協力して下さったEWG-EssenのTheizen Go氏、Erich Bauch博士をはじめとするドイツNRW州エッセン市の方々、NRW州政府の方々、並びに先方との橋渡しをして下さった福島県郡山市役所の関係者の方々に心から謝意を表す。

参考文献

- 1) European Union Document 52011DC0112, 8

- March 2011, (Oct. 2019),
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52011DC0112>
- 2) European Union Document 52011DC0885, 15 Dec. 2011, (Oct. 2019),
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52011DC0885>
- 3) European Union Document 32010L0031, 19 May 2010, (Oct. 2019),
<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj>
- 4) German Federal Foreign Office, The German energiewende, (Oct. 2019),
<http://www.energiewende-global.com/en/>
- 5) German Chamber of Commerce and Industry in Japan web site, (Oct. 2019),
<https://japan.ahk.de/jp/infothek/japan-imueberblick/motto-doitsu/2019/042019-energie/>
- 6) Renewable Energy Institute web site, (Oct. 2019),
<https://www.renewable-ei.org/en/statistics/international/>
- 7) 福島県郡山市 web site, (Nov. 2019),
https://www.city.koriyama.lg.jp/material/files/group/44/1106_sangyo.pdf
- 8) Innogy project greenfuel, (Oct. 2019),
<https://iam.innogy.com/en/about-innogy/innogy-innovation-technology/renewables/greenfuel>
- 9) Energieagentur.NRW, 100 climate protection estates in NRW, 30 Sept. 2014, (Oct. 2019),
<https://www.energieagentur.nrw/klimaschutz/klimaschutzsiedlungen/100-climate-protection-housing-estates-in-north-rhine-westphalia>
- 10) Energieagentur.NRW, 50 solar estates in North Rhine-Westphalia, 17 Dec. 2014, (Oct. 2019),
<https://www.energieagentur.nrw/solarenergie/solarsiedlungen>
- 11) Essen 51, (Oct. 2019),
https://www.ewg.de/standort_essen_2/immobilienmarkt/bueromarkt_3/essen_51/essen_51.en.html
- 12) ECOPROFIT® Essen, (Oct. 2019),
https://www.essen.de/leben/umwelt/Oekoprofit_Englisch.de.html

著者略歴



伊藤耕祐 (イトウ コウスケ)

日本大学准教授。1986年東北大学卒。博士(工学)。日野自動車(株)技術者としてディーゼルエンジンの研究開発に16年間従事。2005年、大学研究者に転じ、東北大学助手、仏リヨン工科大学研究員などを経て2009年より現職。日本大学工学部ロハスの家研究プロジェクトに参画し、2013年よりプロジェクトリーダー。郡山市環境審議会副会長(2013年～)。2011年度日本機械学会教育賞受賞。日本太陽エネルギー学会100%RE部会幹事。