

<論 文>

電気事業のデジタルプロダクトに関する研究
—ドイツの事例から—

A Case Study on Digital Products of Electric Utilities in Germany

一般財団法人電力中央研究所名誉研究アドバイザー 矢島正之
Honorary Research Advisor, Central Research Institute of Electric Power Industry

Masayuki YAJIMA

ABSTRACT:

This paper conducted a case study on the current status of digital products alongside and beyond the value chain of electric utilities in Germany, and found that a lot of digital products, e.g. virtual power plant(VPP), predictable maintenance, algorithmic trading, smart home, real time pricing by EV charging, are produced.

Also, in future, new innovative digital products are expected to emerge with the development of intelligent meters and EV charging stations. Up to the present, many new digital products are developed by new competitive players. Therefore, incumbent electric utilities are forced to improve innovation abilities to create new digital products.

キーワード：電気事業、シュタットヴェルケ、デジタルプロダクト、充電ステーション、価値連鎖

Keywords: Electric Utility, Stadtwerke, Digital Product, Charging Station, Value Chain

1. はじめに

IoT (Internet of Things)、ロボティクス、ブロックチェーンなどの技術革新により、第4次産業革命ともいわれるデジタル革新が進展している。電気事業分野も例外ではなく、デジタル化は、電気事業の価値連鎖のすべての段階で、また従来の価値連鎖を超えた新規分野で新しいプロダクトを生み出すとともに、業務プロセスの効率化による収益性の改善をもたらしている。

本稿では、デジタル化の先進的な取り組みが見られるドイツの電気事業を例に、まず、従来の価値連鎖の各段階におけるデジタル化と同技術に支えられたデジタルプロダクト⁽¹⁾の現状と課題について論ずる。次に、従来の価値連鎖を超えた新規分野として有望視されている充電ステーション分野でのデジタルプロダクトの実態と課題について述べる。最後に、革新的プロダクト創出に向けた経営上の留意点について述べる。

2. 電気事業の価値連鎖におけるデジタルプロダクト

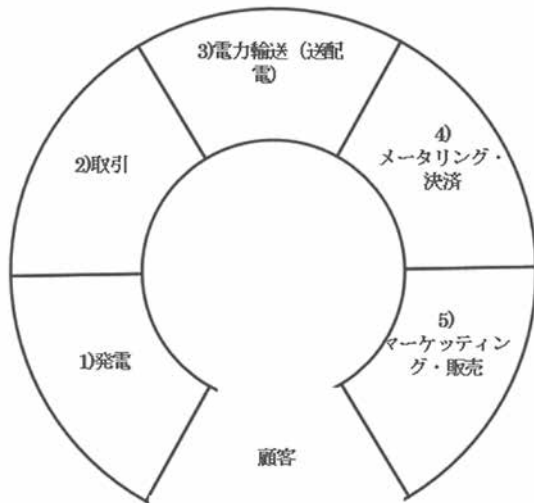
電気事業の価値連鎖は、発電、取引、電力輸送、メタリング・決済、マーケティング・販売からなる(図1)。

以下では、これら価値連鎖の各段階におけるデジタル化のトレンドとデジタル技術に支えられたプロダクトについて説明する。

1) 発電

発電分野におけるデジタル化のトレンドとしては、まず、IoT・AI等を活用して、多くの再生可能エネルギー、蓄電池などを集約・コントロールし、あたかも一つの発電所のように機能させるVPP (Virtualles Kraftwerk, Virtual Power Plant)の増大が挙げられる⁽²⁾。VPP分野には、大手電力会社、自治体ユーティリティ企業であるシュタットヴェルケのほか、BoschやRobotronなどの新しいプレイヤーも参入してい

図1 電気事業の価値連鎖



出所：BDEW(2016)を参考に筆者作成

る⁽³⁾。

さらなるトレンドとしては、センサーにより収集されたデータの解析に基づく予知保全 (Zustandsvorhersagebasierte Wartung) が挙げられる。予知保全により、プラントを定期的に保守する予防保全の必要はなく、トラブルの予兆を察知し、状況に応じて対応することが可能となる。それにより、プラントの信頼性を維持しつつ保守コストを低減させることができる。しかし、現在のところ、ドイツでは、予知保全はほとんど広まっていない (Roth 2018)。実際には、状況に基づく保全 (Zustandsbasierte Wartung) のほうが明らかに広範囲に用いられている⁽⁴⁾。同保全方式では、予測は用いられておらず、リアルタイムでのセンターの通報により対応している。予知保全と状況に基づく保全、双方ともに、従来のサイクルベースでの対応を回避し、保全コストを低減させることができる。将来的には、予知保全は、その費用対効果が向上するにつれ、状況に基づく保全に取って代わるようになるだろう。

さらに、専門的な文献ではあまり触れられていないが、重要なトレンドとして、作業プロセスにおけるデジタル化が挙げられる⁽⁵⁾。その一例は、発電所巡回に関する記録のためのタブレット端末利用の増大である。以前は、作業員は、巡回結果を紙に手書きした後に、

ITシステムに入力していた。現在では、現場でITシステムに記録することが可能である (デジタルドキュメンテーション)。多くの場合、作業員が、事故・欠陥の通知や修理依頼の記入のために、事前に作成された文章部品を選択しまた組み合わせて報告書を作成することが可能である。

作業プロセスのデジタル化は、プラント同定システム (Kraftwerk Kennzeichensystem: KKS) の利用にも見られる。KKSは、発電所設備の統一的特徴描写のためのシステムで、1980年代初めから発電所の作業員や運転者によって用いられている。KKSは、発電プラントのすべての部品にラベルを付け、その特徴を記述するためのルールを定めている。記述は、15～17の記号 (文字・数値) の組み合わせによる。上記の文字・数値の組み合わせをITシステムに投入すると、詳細な作業計画が開き、どの作業ステップがどの順序で実行されるべきかが示される。さらに、ラベルにバーコードを付けることにより、現場で作業員がそれを読み取ることで、発電所の巡回が誘導されるとともに、事故・欠陥の通知を直接ITシステムに入力することが可能となっている。また、将来的には、様々な図面のデジタル化が進展し、手作業は大幅に削減されることになるだろう。

さらに、とりわけ再生可能エネルギー発電の分野では、要員の最適配置を行うデジタルワークフォースマネジメント (Digital Workforce Management: DWM) が用いられるようになってきている。大規模集中型電源とは異なり、再生可能エネルギー電源は小規模で分散的に設置されており、誰がどの設備をどのような順番でまわり、どのような作業を行うかがDWMにより指示される。従業員は、作業前日タブレット上で、作業ルートとともに作業計画を受けとり、翌朝最初の作業現場に直行する。

2) 取引

間欠性電源である再生可能エネルギー電源の拡大とその系統への優先投入により、卸電力取引市場における電力価格は短時間のうちに大きく変動するようになってきている。市場参加者は、これに直ちに反応し、

そのポジションを短時間に変更することが求められている。電力取引は、ますます短期化し、時間前取引が大幅に増えている。人が、市場の価格を常にウォッチし、短時間に決定を下すことは、費用対効果で限界に近づいており、コンピュータープログラムで自動取引を行うアルゴリズムが人にとって代わるようになるだろう。電力取引では、KoM-Solution が初めてアルゴリズムを開発している。

さらに、IoT・AI 等を活用して分散型エネルギーリソースを統合・制御し、卸電力市場や調整電力市場でリアルタイムの取引を行う VPP 事業者 (Next Kraftwerke、Clean Energy Sourcing、e2m など) も出現している。

また、最近では、ブロックチェーンを用いた取引が始まっている。ドイツの大手電力会社では、innogy が 2017 年 5 月に東京電力と Conjoule 社を設立し、P2P (Peer to Peer) での再生可能エネルギー電力の取引のためのプラットフォーム事業を始めている。シュタットヴェルケでは、Wuppertal 市の WSW が、2017 年 11 月に再生可能エネルギーの P2P 取引のためプラットフォーム („Tal.Markt“) を開設し、2018 年末までテストを行った。2019 年年初からは、その成功を踏まえ、プラットフォームの名を „Blockwerke“ に変更し、現在ルール地方 (Ruhrgebiet) の 300 万件以上の家庭にその利用を可能にしている⁽⁶⁾。多くのシュタットヴェルケは、再生可能エネルギーの地産地消を促進するために、相対での取引、約定、決済結果を正確に記録することのできるブロックチェーンを活用したいと考えている (Wille, J. 2018)。

3) 電力輸送

太陽光発電などの再生可能エネルギーによる電力の大量導入を可能にするために、次世代電力系統であるスマートグリッドが不可欠である。送電は、すでにインテリジェントな制御が可能となっているが、配電のスマート化は遅れている。ネットワークのスマート化は、先述と同様の予知保全を可能にする。しかし、予知保全は、現在のところ、あまりネットワークには用いられていない (Roth 2018)。ネットワークでもセン

サーは広範囲に設置されているが、そのデータは、予測には用いられていない。センサーは、設備の現状を通知し、事故への事前対応のために用いられている。将来的には、予知保全の費用対効果が向上するにつれて、その採用は増えてくるだろう。

さらに、発電分野同様、ネットワーク分野でも DWM が用いられている。DWM ソリューションの提供者はすでに数多く存在している。従業員は、作業前日の夕方、スマートフォンに送られてくる翌日以降の業務指示を作業ルートとともに受け取る。そして、翌日、家から直接作業現場に向かう。IT システムは、各従業員の資質、作業の時間や場所を考慮し、業務を自動的に指示し、従業員は自動的に派遣される。

技術の進展とともに、DWM におけるデジタル端末の活用は拡大している。例えば、スマートフォンの高解像度カメラは記録目的に用いることができる。また、従業員が確定できない事象について、写真を上司や外部専門家に送り、適切なアドバイスを得ることができる。それにより、調整コストは著しく低減できる。また、外回りの従業員は、デジタル端末を派遣計画のために用いるだけでなく、情報の取り出しや記録のために用いることができる。事故時の対応などの作業の改善のために、画像と地理データと組み合わせたネットワーク地図 (Pläne der Netze) が利用可能となっている。

4) メータリング・決済

2016 年の「エネルギー転換のデジタル化法」(GDEW) により、スマートメータの地域的展開に関する詳細なスケジュールが定められた。それによれば、スマートメータ設置者 (基本的に配電事業者) は、ゲートウェイ機能を有するスマートメータ (インテリジェントメータ) を年間消費量 10,000kWh を超える需要家に対しては 2017 年から、年間消費量 6,000kWh を超え 10,000kWh までの需要家に対しては、2020 年から設置しなくてはならない (設置期間は需要家グループによって異なる)。年間消費量 6,000kWh 以下の需要家に対しては、設置者側の判断で、2020 ~ 2027 年の間にインテリジェントメータを設置することが可能である。インテリジェントメータを設置しない場合、

設置者は当該需要家に対して2032年までにゲートウェイ機能を有さないスマートメータを設置する⁽⁷⁾。

スマートメータの設置により、配電事業者は市場参加者の消費・発電等に関するデータを収集・管理し、それを第3者に提供するデータプラットフォームの運営者になっていくと考えられている。また、小売分野に従事する事業者は、スマートメータ、とくにゲートウェイ機能を有するインテリジェントメータを用いて、新たなビジネスモデルを開発するチャンスが生まれる(リアルタイム料金、スマートホームなど)。しかし、ドイツでは、インテリジェントメータの設置は順調には進展していない。その理由は、ゲートウェイ機能の政府認証が遅れているため、設置が本格化するの、2020年以降と見られている(EW 2020)。ゲートウェイ機能を有さないスマートメータの設置は、2018年初時点で、シュタットヴェルケ⁽⁸⁾の約1/3は完了している(BDEW 2018)⁽⁹⁾。

中小のシュタットヴェルケには、インテリジェントメータの設置に慎重な姿勢も見られる。その理由としては、インテリジェントメータに関する規制の変更の可能性が挙げられる(Roth 2018)。このため、現段階では、関連法令は遵守するが、要求事項の履行は必要最小限度にとどめたいとの見解が聞かれる(同上)。また、インテリジェントメータの設置でエネルギー消費の可視化が可能になるが、可視化だけでは、消費行動はあまり変わらない可能性があることも指摘される(同上)。

インテリジェントメータを利用した事業分野としてスマートホームがある。スマートホームについては、大手電力会社や多くのシュタットヴェルケが進出する一方で、慎重な姿勢を示すシュタットヴェルケも存在する⁽¹⁰⁾。スマートホームの分野では、Qivicon、Loxone、HomeMaticなどの事業者が展開する、スマートフォン、タブレット端末、パソコンで家庭内にある機器の遠隔操作を可能にする競合するビジネスモデルが存在しており、厳しい競争が存在しているからである。

5) マーケティング・販売

マーケティング・販売分野でのデジタル化のトレ

ンドとしては、デジタルチャネルの利用が増していることが挙げられる。顧客のデジタルチャネルへの関心は高まっており、顧客は、まずインターネット上で、プロダクトに関する情報を得、価格比較サイトを訪問し、ソーシャルメディアにおける体験や推薦を信頼して、しばしばオンラインで契約を締結する。ドイツでは、中小の企業でも、インターネットマーケティングに従事し、価格比較サイトにおいてプレゼンスを高めている。しかし、デジタルチャネルを通じての顧客の獲得は、企業にとって問題も多い。価格比較サイトへの支払いに加えて、顧客意識の高まりによる競争の激化で、企業の利益は低下するためである。また、顧客の価格センシティブリティの高まりから、供給事業者の変更が積極化し、獲得した顧客が離脱する可能性も高まるからである。

デジタルチャネルとしてのソーシャルメディアの活用は、重要性を増しているものの、中小の企業では広まっていない。その理由の一つは、ソーシャルメディアへの対応には、非常に多くの時間が求められるからである。一定の人員がもっぱらソーシャルメディアへの対応に張り付き、彼らは、早朝から深夜まで、また週末も、顧客対応しなくてはならず、苦情には即座の対応が求められる。

販売・マーケティングに関連して、顧客サービスでもデジタルチャネルが利用されるようになってきている。企業は、通常、顧客ポータルを提供し、契約情報の確認、使用量・請求金額の確認、質問の受付などを可能にしている⁽¹¹⁾。また、引越し、通電、太陽光発電設備設置の手続きのために、要求されるデータを顧客自らポータルサイトで入力することが可能になりつつある。このようなプロセス自動化は、従業員の通常の対応時間外にオンラインで処理したいとの顧客の要望に合致している。また、以前は従業員によって行われていた業務を、顧客自らが行うことになるため、企業のかなりの労力を軽減させることができる。

デジタル化に関するさらなるトレンドは、顧客インターフェイスにおける様々なアクションのために用いられるアプリケーションの開発・利用が挙げられる。その例としては、アプリケーションによるメータ読み

込みが挙げられる。顧客は、スマートフォンでメータ数値を写真にとり、電力会社へ送る。データは自動的に電力会社のシステムにより読み込まれ、加工される。この分野では、大きな技術進歩が観察される。この画像移転の技術は信頼性が高く、これまで以上にその利用は増大するだろう。さらなる例としては、損害や事故のアプリケーションによる通知が挙げられる。具体的には、市民が街灯の故障を写真にとり電力会社に直接送ることが考えられる。企業のITシステムは、画像データに基づき、自動的に街灯の故障と場所を認識し、修理のための作業員を派遣することになるだろう。

販売に関しては、競争が激化しており、大部分の電力会社は、顧客の獲得やつなぎとめのために、顧客データを詳細に分析し、その結果を個別の顧客対応のために用いることを計画している。具体的には、個々の顧客の消費に関する情報提供、個別の料金メニューの提供、省エネルギー行動に関するアドバイスなどのエネルギー関連サービスが挙げられる。さらには、予測分析(Predictive Analytics)の家庭用の機器や太陽光パネルのモニタリングシステムへの適用が挙げられる。同システムは、機器やパネルの取り換え時期を予測し、それに基づき新たな製品の提案・提供を行うものである。

さらには、先述のスマートホームやエネルギー自立を支援する包括的なソリューションを提供する企業も増えてきている。後者に関して、Mannheim Energieが、2014年にBaywa r.e.およびGlen Dimplexとの協調で立ち上げたBeegyの例を挙げる⁽¹²⁾。Beegyは、蓄電池、蓄熱設備、ヒートポンプ、太陽光発電や電気自動車の充電設備などを設置し、発電から消費までのすべてのコンポーネントを統合・管理する包括的なサービスパッケージを提供している⁽¹³⁾、⁽¹⁴⁾。このサービスパッケージはシュタットヴェルケに対してホワイトラベルでも提供されている。ドイツでは、2021年から固定価格買取制度(Feed-in Tariff: FIT)の適用が終了する太陽光発電が出現する。FIT終了後、顧客のオプションとしては、自己消費の拡大を希望する顧客が多く、エネルギー自立支援の包括的なソリューションは大きなビジネスチャンスを提供するものと期待されている⁽¹⁵⁾。

このようなデジタルプロダクトには、イニシャルコストの高さ、顧客の受容性、データセキュリティなどの問題があり、その持続可能性を疑う専門家も存在する。また、デジタルプロダクトは、まさに緒についたばかりであり、新たなデジタルプロダクトに対する顧客の反応はまだ正確にはわからないし、現在のところ、このようなデジタルプロダクトについてのカスタマーバリューは明確でないとの見解も聞かれる(Roth 2018)。しかし、顧客の省エネルギーやエネルギー自立への関心の高まり、また再生可能エネルギー発電や蓄電池のコスト低減は、エネルギー自立支援の包括的なソリューションのようなデジタルプロダクトの一層の普及を支えることになるだろう。

さらに、新しいプレイヤーによる家庭、商業分野での革新的なプロダクトの提供は、既存企業に大きなプレッシャーをかけており、顧客と良好な関係を築いてきた既存企業は、その関係の維持が脅かされている。関連して、2016年のGDEWの成立は新しいプレイヤーの市場参入を容易にしたと、多くの既存企業は考えている⁽¹⁶⁾。

上記に対する既存企業のリアクションは、協調である。協調は、イノベーションを促進するために、異分野の企業やスタートアップとだけでなく、同業他社とも行われている。異業種との協調は、お互いの強みを持ちより、弱みを補いあうことを目的としているが、同業他社との協調は、顧客データ処理の効率化⁽¹⁷⁾やホワイトラベルの提供・利用によるコスト削減などを目的としている。例として、Beegyは、シュタットヴェルケに自立支援の包括的なソリューションをホワイトラベルとして提供している。また、E.ONもシュタットヴェルケに太陽光に関する包括的なサービスパッケージ(計画・調達から設置・メンテまで)のホワイトラベル提供を行っている。

3. 充電ステーション分野での新たなプロダクト

本章では、従来の価値連鎖を超えた新規分野として有望視されている充電ステーション分野でのデジタルプロダクトの実態と課題について述べる。

ドイツ連邦政府は、2019年10月に、気候保護法を

閣議決定し、温室効果ガス削減のために、電気自動車を2030年には700～1000万台までに増大させ⁽¹⁸⁾、そのため、充電ポイントの数を約100万に引き上げることを目指すこととなった(BMU 2019)⁽¹⁹⁾。また、連邦政府は、電気自動車の普及促進のために、種々の税制上の優遇措置を導入し、充電ポイントの増大のために、給油所や顧客駐車場で充電設備の設置を義務付けることとなった(同上)。

電力会社は、充電ステーションに関連する様々なビジネスのオプションを有している。電力会社は、公共の充電ステーションの設置・運営のほか、顧客に対して充電設備の販売、またはリースを行っている。顧客は、充電設備を用いて充電するだけでなく、V2G (Vehicle-to-Grid) アグリゲータを通じて、電気自動車のバッテリーをフレキシブルな負荷として調整電力市場に売電することも可能になるだろう。顧客に設置される充電設備は、エネルギー自立を支援する包括的なソリューションを構成する一部としても提供されている。エネルギー自立を支援する包括的なソリューションは、デジタルプロダクトの最前線となっている⁽²⁰⁾。

公共の充電ステーションに関しては、その設置・運営とともに、顧客のニーズに応じて様々な関連サービスの提供が増えてくるだろう。これまでのところ、「充電設備を超えて」のサービス提供については、大手電力会社は、電気自動車利用者向けのいくつかのデジタルサービスの提供に力を入れている。例えば、スマートフォンのアプリケーションで、充電に際して時間帯別料金を利用可能とし、充電時間帯の誘導を図ることや、適切な充電場所の案内などを行っている。これに対して、シュタットヴェルケのエネルギー関連企業では、近隣の充電ステーションまでのルート案内を行うアプリケーションサービスを提供したり、電気自動車のカーシェアリングに従事している企業もあるが、このようなデジタルサービスに従事する企業は、未だに少数派である。

このような中で、2019年10月に閣議決定された気候保護法に盛り込まれた電気自動車の普及や充電ステーションの拡大のための施策が効を奏して、充電インフラがドイツ大で整備されることが期待されてい

る。これが、多くの新たなデジタルプロダクトを生み出す契機になる可能性もあるだろう。

4. むすびにかえて一革新的プロダクト創出に向けた経営上の留意点

第2章と第3章では、デジタルプロダクトの多様な実態について述べたが、将来的にも、スマートメータの普及や充電ステーションの整備に伴い、これらのインフラを活用した革新的なデジタルプロダクトが生み出されてくるだろう。スマートメータに関しては、通信ゲートウェイが建物内の中心的なコミュニケーションユニットとなり、それを通じて多くのソリューションが生まれてくるだろう。また、充電ステーションに関しては、そのドイツ大での整備に伴い、充電機能だけでなく、それを越えたデジタルプロダクトが数多く創出されることが期待されている。

デジタル化は、そのスピードを加速化させており、漸進的ではなく破壊的に展開する可能性もある。その際、経営にとって重要なことは、企業文化の転換である。それは、主に、変化に対応できる姿勢に関連している。変化の生じる頻度や速度が増すほど、変化に対応できる姿勢の重要性は増す。変化のリスクとチャンスを見極めることのない企業は、必要な変化に対して窓を閉ざすことになり、決定的なトレンドに乗り遅れる危険がある。

これと関連して経営者が陥りやすい罠は、「祝福と呪い」 („Fluch und Segen zugleich“) である。これは、当初有利と考えていたが、予期せぬネガティブな結果がもたらされることを意味している。電力会社の経営者は電力販売に関する強さの感覚から、重要なトレンドに乗り遅れ、他のプレイヤーよりも下位に転落してしまう可能性がある。電力会社のデジタル化への対応が遅れば、新しいプレイヤーは、斬新なアイデアに基づくビジネスモデルで確実に既存電力会社の顧客を争奪することになるだろう。

<追記>

本稿は、2019年12月8日に高崎経済大学で開催された国際公共経済学会第34回研究大会における報告

に加筆修正したものである。報告の際に、討論者のKPMGコンサルティング株式会社巽直樹氏より大変有益なコメントを頂戴した。ここに、記して感謝申し上げたい。

注

- (1) 本稿でいうデジタルプロダクトとは、デジタル技術を駆使した新価値創出や業務刷新をもたらす革新的な製品（サービスを含む）を意味している。電気事業分野では、エネルギー自立を支援する包括的なソリューションや電力取引を自動化するアルゴリズムなどがその例である。本稿で参考にした先行研究は、主としてBDEW (2016) およびRoth (2018) である。
- (2) 2016年時点で、ドイツで約40のVPPのアクティブプレーヤが存在していた (Albersmann, J. 2016)。
- (3) わが国では、VPPの事業化に向けた実証プロジェクトが実施されている。
- (4) わが国では、発電所における予知保全は広範囲に用いられている。
- (5) ネットワーク部門同様。
- (6) WSW (Stadtwerke Wuppertal) web site, „Stadtwerkequartett entwickelt Geschäftsmodelle auf Blockchainbasis,“ https://www.energieland.hessen.de/BFEH/Energiewende-digital-II/Thyen_WSW.PDF 参照 (最終閲覧日 2020年3月1日)。
- (7) わが国では、一般送配電事業者各社は2022～2024年には全戸にスマートメータの設置を完了させる予定である。
- (8) 電気事業に従事するシュタットヴェルケは、約740社存在しており、ドイツにおける配電網の45%を所有している (VKU 2020)。
- (9) 2018年初時点では、約1/3は、2018年中に設置を予定しており、残りの約1/3は未定である (BDEW 2018)。
- (10) わが国では、東京電力エナジーパートナーが、「TEPCO スマートホーム」の名称で、IoTを

活用したスマートホーム事業を開始している。

- (11) 顧客ポータルは、わが国の電力会社も採用している。
- (12) 以下、Beegy web site, „Über uns,“ <https://www.beegy.com/beegy/beegy-vision/> 参照 (最終閲覧日 2020年3月1日)。
- (13) Beegy は、2017年9月以降、Mannheim Energie が単独で所有している。
- (14) 自立支援の包括的ソリューションは、大手電力会社では、E.ON が E.ON Business Solutions を提供している。また、建築会社やスタートアップなどの新たな競争者も同様のサービスを提供している (Ekonzep Energy GmbH & Co. KG, HELMA Eigenheimbau AG, RENNERGY Systems AG など)。
- (15) わが国においても、電力会社は、自立支援の包括的ソリューションをポスト FIT の有力なビジネス分野として位置づけている。
- (16) 意志決定や実施のスピードで優っている新規参入者が、スマートメータの通信機能を用いて、販売分野で革新的なプロダクト・サービスを市場に投入することで既存事業者の顧客を奪うと思われる。
- (17) 具体的には、デジタルプラットフォームの構築によりコスト削減を図っている。
- (18) 2018年末現在、ドイツにおける電気自動車(バッテリー車およびプラグインハイブリッド車)の台数は177,070となっている (IEA 2019)。
- (19) ドイツでは、2018年末現在、25,724の充電ポイントが設置されている。うち、23,112が最大22kWの普通充電ポイント、2,612が急速充電ポイントである (IEA 2019)。
- (20) 先述のBeegyが、その代表例である。

【参考文献】

- Albersmann, J. (2016, 24.Juni) „Der Markt für virtuelle Kraftwerke wächst.“ BWK.
- BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft) (2016, Mai) „Die digitale Energie-

- wirtschaft, "S.19~25.
- BDEW (2018,14.Juni) „Digitalisierung der Energiewirtschaft- quo vadis?“, Stadtwerkstudie 2018, S24~25, S.36~37.
- Beegy web site „Über uns,“
<https://www.beegy.com/beegy/beegy-vision/>(zuletzt geprüft am 01.03.2020).
- BMU (Bundes-Ministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2019, 8. Oktober) „Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050,“ S.76, S.78.
- GDEW (Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende) (2016, 29. August).
- EW (EW Medien und Kongress GmbH) (2020, 16. Januar) „Smart Meter Rollout: Dritte Zertifizierung ist erfolgt,“ S.1.
- IEA (International Energy Agency) (2019, May) "IEA Global EV OUTLOOK 2019," p.214, pp.218~219.
- Roth, I. (2018,Mai) „Digitalisierung in der Energiewirtschaft,“ Hans-Böckler-Stiftung, Nummer 073, S.26, S.32, S.40, S.42.
- VKU (Verband kommunaler Unternehmen) (2020), „Zahlen, Daten, Fakten 2019“, S.7~8.
- Wille, J. (2018, Januar) „Oekostrom- Mix dank Blockchain: Die neue Blockchain- Technologie ermöglicht den direkten und dezentralen Austausch zwischen Energieerzeugung und- Verbrauchern, Frankfurter Rundschau,“ S.1.
- WSW (Stadtwerke Wuppertal) web site „Stadtwerkequartett entwickelt Geschäftsmodelle auf Blockchainbasis,“ https://www.energieland.hessen.de/BFEH/Energiewende-digital-II/Thyen_WSW.PDF (zuletzt geprüft am 01.03.2020).