

# 社会インフラと ライフラインを考える

2020年4月電力システム改革第3弾として、送配電部門の中立性を一層確保する観点から「発送電分離」が実施される。近年は、自然変動電源である再生可能エネルギーの増加に加え、自然災害が多発。電気・ガス・水道・通信といった重要な社会インフラ・ライフラインに大きな影響を及ぼしており、安全・安定供給はますます重要になっている。発送電分離を前に、社会インフラとライフラインについて考えた――



横山明彦 東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻教授  
村木美貴 千葉大学大学院工学研究院地球環境科学専攻教授  
筒井慎介 ATカーニバーター

## 電力需要の見通し、事業環境が不透明ななか 過当競争で体力喪失、インフラの将来に懸念アリ

**横山** 本日は、「社会インフラとライフライン」をテーマに、いろいろ議論したいと思います。

電気事業を取り巻く環境は、2011年の3・11、東日本大震災を契機に大きく変わりました。需要家の選択肢や企業の事業機会の拡大、再生可能エネルギーの大量導入などをめざし、電力システム改革が行われています。

ネットワークには多様な課題があります。近年は電力設備を含む社会インフラの高経年化が顕在化し、設備更新のための投資や人員の課題解決が急がれます。また地震や台風による大停電の発生。18年には北海道の胆振東部地震によるブラックアウトが起きましたし、19年は台風15号により千葉県などで鉄塔や電柱が倒壊し広範囲・長時間の停電が起きました。それに対して電力ネットワークをはじめ社会インフラ全体でレジリエンスをどう強化していくかという問題が出ています。

一方で日本は人口減少期に入り、電力需要の減少予測があります。もちろん電化による需要増も考えられますが、見通しが不透明ななか、どう社会インフラを計画していくか。その解決にはデジタル技術の活用ということで、ICT、IoT、AI、ビッグデータ等を使った対策が考えら

れていて、スマートなメンテナンスやスマートなアセットマネジメントといった言葉が流行っている状況です。

お二方は現状をどう見ておられるか。まず政策的な面も含め、筒井さんからお願いします。

**筒井** 私は以前、資源エネルギー庁に出自しており、今は主に事業者の経営コンサルティングを実施。政策とビジネスを両睨みで日々活動しています。

まず自由化自体は、めざしていたことがある程度実現しました。小売分野で競争が進み、発電と送配電も効率化意識が以前より高まっています。それは一定の成果です。

ただ、問題もあります。需要の不透明さを指摘されましたが、ビジネスサイドから見ても、特に政策面での事業環境が不透明。個別の課題と対策はわかるが、全体としてどういう電力システムにしたいくて、誰がどういう役割を担うのか。こういう全体像にしたいんだ、それはこういう事業者が担うべきという設計思想をもとに全体の制度を調和させていかないと、個別の課題に対症療法的にいろいろな制度ができて、複雑怪奇で将来像が見えない。

加えて足元では小売の断面で行き過ぎた競争も見られる。自由化で確かに需要家に選択肢は与えられたが、価格の選択肢程度でしかなく、価格競争が激化。新電力が安い価格で収益性の高い市場をピンポイントで攻める一方、電力会社も対抗せざるを得ず、価格の体力勝負が続くなかで業界全体に疲弊感が見られます。

また小売の価格競争激化は、発電や送配電といった前段階のコストにも削減圧力となる。効率化意識は高まりましたが、市場競争が進むほど、特に長期で回収する固定費が問題になり、設備投資の停滞が懸念される状況です。



2019年9月の台風15号で、千葉県では送電鉄塔が倒壊 ©朝日新聞社/PPS通信社

## 都市の基盤を担うエネルギー、 災害を教訓に対策の練り上げが必要

**横山** 需要が限られるなかで電力システムに新規参入者が増え、ゼロサムゲーム\*に陥っていると。その状況で高経年化や自然災害へのレジリエンスも含め電力システムにどう投資していくかは非常に大きな課題ですね。

都市計画がご専門の村木さんはどう見ておられますか。

**村木** 都市計画では、エネルギーに関心がある人は非常に限られます。私は、都市計画の中でも熱利用の研究からスタートしました。ですが都市のCO<sub>2</sub>削減やレジリエンスが課題になると、やっぱり電力はとても大事で、電力の研究もスタートすることになりました。

都市づくりにおいて、大都市と地方都市は分けて考えるほうがいい。例えば経済が集積する都心の活動は、日本だけでなく世界経済にも影響するので、電力を絶対途絶させてはいけない。そのために一体どういう都市計画が必要なのか。電力会社だけでなく個別のビルオーナーたちがどういう備えをするか、エリアにどのような責任を持つか、を考えないといけない。電力は都市の基盤なので、それが途絶しないようにする計画はとても大事です。

私自身、札幌市の仕事をして12年。エネルギープランの策定には6年ほどかかりました。その過程で、市は個別のビルが何の用途でいつ建てられて、どの程度エネルギーを使っているかを百棟以上調査しています。それをもとに計画づくりを進め、北海道は災害が少なかったので本社機能をもっと北海道に移転すればいいと言った矢先にブラックアウトが起きて、大変でした。避難場所として提供予定

**ゼロサムゲーム**

勝者の利益と敗者の損失の総和（サム）が常にゼロになること。

の地下空間へのシャッターが開かず人が入れないとか、分散型電源が必要とか、災害からいろいろ課題が見えてきました。

人口減少や高齢年化は私も気になっていて、都心だとそれなりに人口が多いので、インフラに投資しても回収できます。でも地方は過疎化が進み、電線を引くにはコストバランスが非常に悪い。だから、都市のコンパクト化とエネルギーネットワークは一緒に考えるべきだと思います。

**横山** 都市のエネルギー計画で、電気事業者だけにプラットフォームの対策を任せると、経営上の費用対効果の面でやることが限られてしまう。もっと公助や共助、自助を、電気の面でも考えないといけない。例えば公的支援で公民館に共用の蓄電池を置くようなことも考えればいい。

**村木** もともと札幌市はあまり停電を考えていなかったんです。むしろ冬、すごく寒いので、熱のネットワークづくりから始め、都心のエネルギーセンターにかなりコジェネレーション（熱電併給）システムを入れていた。それで電力も供給できるので、災害時には千人以上集まって、携帯電話の充電やテレビ視聴などで活躍、コジェネの重要性はかなり認識されました。

また自家発電設備を備えたビルでいざ使おうとすると燃料が全然足りなかったという話が結構あり、市は自家発電の実態調査も行いました。蓄電池については、戸建て住宅地でも必要です。体育館等に避難せず自宅で過ごすためにも、蓄電池で電気を賄うことが大事だと考えています。

### 設備増強か制御技術か 安定的なネットワーク運用にジレンマが

**横山** 私は電力システムが専門で、自由化の制度設計にも携わっています。20年以降いろんな市場が動き出す。既にある卸電力市場に加え、容量市場の開設や非化石価値市場の新展開、需給調整市場も出てきますが、今後、これらの市場を安定的に運用できるか、固定費を回収できるか。うまく機能するよう考えていかなければならない。

再エネの主力電源化を考えると、今は自然変動の再エネ出力を系統内で吸収できなくなると抑制したり、制御技術でネットワークを極限まで使い再エネを最大限導入（コネクト&マネージ）しようとしています。基本的には送電線や電力貯蔵設備を増強すれば解決する。ある程度費用をかけて設備を増強しながら、制御も行うべきだと考えています。近年、再エネを増やし火力を減らそうとしています。これまで再エネの変動を吸収し調整を行ってきたのは火力です。火力がなくなると調整力がなくなり、逆に再エネが入りにくくなる。それを制御技術でカバーしようとしているが、制御だけに頼っていないのか。コストをかけてでも送配電設備を増強すべきではないか――と、将来の安定的なネットワーク構築・運用にジレンマを感じています。

再エネ導入だけではありません。大規模災害が起きたとき停電を起こさないよう、鉄塔や電柱の強化など災害に強いシステムの構築は、非常にコストがかかります。大災害時は、ある程度停電することを前提に、いかに早く復旧するかに注力することが大事です。今回、千葉の停電は非常に長かったが、これまでの例ですと、日本の災害による広域停電はだいたい50時間以内に90%程度の地域は復旧。あの10%は、倒木が道を塞ぎ災害復旧車が通れなかったりして、非常に時間がかかる。9割の50時間をもう少し短縮

横山 明彦    よこやま あきひこ  
東京大学大学院工学系研究科電気系工学  
専攻教授(電力システム工学)

1956年大阪府生まれ。東京大学工学部電気工学科卒、同大学院博士課程修了。同大学工学部助手、講師、助教授、教授、カリフォルニア大学パークレー校客員研究員などを経て現職。同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兼担。著書『新スマートグリッド 電力自由化時代のネットワークビジョン』『スマートグリッド』など。総合資源エネルギー調査会「電力・ガス基本政策小委員会」委員長代理、「電力・ガス基本政策小委員会制度検討作業部会」座長、「電力システム改革貫徹のための政策小委員会」委員長代理、「送配電網の維持・運用費用の負担の在り方検討ワーキング・グループ」座長、「地域間連系線の強化に関するマスタープラン研究会」座長、電力広域的運営推進機関評議員会評議員等を務める。

<http://www.syl.t.u-tokyo.ac.jp/prof.html>



できればいい。だから、大規模災害時に停電を起こさないようにする対策と復旧時間の短縮を、他の事業者とも協調しながら進める必要があります。

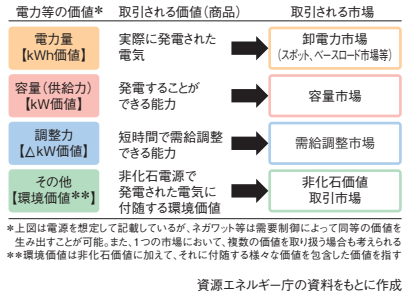
### 他の社会インフラを動かす電気だが 品質とコストのトレードオフにも目配りを

ライフライン途絶の影響と守るための課題は？

**横山** ライフライン途絶の影響と安定供給の意義に話を進めます。最近では Society 5.0<sup>\*</sup>、一段と電気への依存が高まり、停電影響は極めて大きくなっているのでは？  
**筒井** デジタル化もそうですが、電気は他の社会インフラを動かすためのエネルギーという意味でも、電気への依存が高まり、重要性はどんどん増しています。

一方で再考すべきは、電気的重要性は全て等しく同じではないということ。停電が致命的な場合もあれば、多少我慢できるものもある。日本の電気は非常に安定的で品質も高いが、若干過度な面もある。今、電力会社が社会全体のレジリエンスを一手に担っている側面もあるが、例えば安定供給が不可欠なところに対応することにすれば、ベースの品質は下げて高品質が必要などところだけエッジで対応するなどネットワークのあり方が大分変わるはず。社会全体を最高品質に合わせるのは難しい。

というのも、社会全体を最高品質に合わせるには、その実現にかかるコストが正当化される必要がありますが、正当化されるかどうかは重要性も含めた環境によって異なるからです。例えばイタリアで政府が大きく補助をして蓄電池を導入した。そのとき蓄電池の設置コストと比較された



### 電力取引市場

実際に発電された電力量（ kWh価値）に基づいて取引する「卸電力市場」では、取引価格が燃料代などの発電コストよりも十分高ければ、設備投資費用を回収できるが、取引価格が発電コストと同程度であれば、設備投資費用はほとんど回収できず、投資が滞り安定供給に支障を来すおそれがある。そこで需要ピーク時も十分賄える容量をあらかじめ確保することで停電が起きないよう、20年度に将来の供給力（kW）を取引する「容量市場」を開設、21年度には調整力として「Δ（デルタ）kW価値」を取引する「需給調整市場」も創設予定。また18年にFIT再エネ電源を対象に開設した「非化石価値取引市場」は19年11月卒FIT再エネ電源、20年には原子力や大型水力等非FIT非化石電源へも対象を広げる。

ものは、再エネの出力抑制に対する補償金。補償金の支出に比べると蓄電池が安かった。何と比較をするかでコストの正当性が変わります。

また多少停電しても仕方ないという受容性が社会にあることも重要です。停電は許さないが、その分料金が高くていいというトレードオフが成立していない。これまで電力会社に任せ、停電が少ないことの価値を認識することなく、当たり前品質の高い電気を享受していた。再エネ100%で品質が高くて停電ゼロでなおかつ安いなんてことは、本来成り立たない。何と何がトレードオフになっていて、どれを選択していくか、何にどの程度価値を認めるかを考えるべき。

**横山** 需要家ごとに異なる品質の電気を供給するのは、「品質別供給」と言って、10年以上前にNEDO\*で実証研究を行いました。停電時間1分以内・瞬時電圧低下に対応しないような品質の低い電気から高い電気、蓄電池などを置いて無停電システムもつくりましたが、広まらなかったのは、多様な電気の供給には非常にコストがかかり、低品質の電気もさほど安くならない。逆に、今の電気があまりにも高品質なので、低品質の電気もそれなりに良くて、より高品質な電気を欲しがるお客さんがあまりいなかった。

### エネルギー供給は個別よりエリア全体で考えたほうがコスト的にも望ましい

**横山** データセンターなどは自家発電や無停電電源装置を導入し、コストをかけてでも守ろうとしています。村木さんはライフライン途絶の影響と対策、どう考えますか。

**村木** 私は必ず地区で考えます。蓄電池を住宅やビルに個

住宅やコミュニティ全体でシェアすればいい。デンマークのコミュニティでは角度が違う太陽熱の集熱器を大量に持ち、季節ごとに最適な角度で設置し、効率化を図っています。デンマークは25年に再エネ率100%をめざしていて、ごみ発電などにも積極的。インフラコストを念頭に、日本はコミュニティへの公共投資と個別住宅への支援、どちらが効率的かを検討すればいい。

**横山** 電力需要がZEHの普及や人口減とともに減る一方で、電気で熱をつくるようになると、電気の役割はますます大きくなりますね。ガスから電気への熱源転換に加え、CO<sub>2</sub>削減のためガソリン車から電気自動車（EV）にシフトするなど電化が進むと、需要も伸びてくる。需要の不確実性には、どう対応すればいいですか？

**村木** 個別の建物内で電気で熱をつくるとしても、排熱は周りとシェアして使うのが望ましい。するとネットワークが必要で、都市開発の時点で建物同士がつながる状況をつくっておく。将来の需要見通しは不透明ですが、シェアする文化を育て柔軟に対応できるようインフラ整備をしておくことが大事です。

### 需給調整、短期的には市場メカニズムで賄えても長期的には供給力を確保する制度が必要

**横山** ヒートポンプ給湯機も増え、電気の途絶は熱供給も含め社会に多大な影響を与えます。再エネの電気もうまく使いたいが、再エネが増えると系統が不安定化するのも事実。再エネ発電量が多すぎるときはEVやヒートポンプ給湯機に電気や熱の形で貯めるなどして、安定的に運用。つまりダイヤモンドリスポンス（DR\*）の役割を、EVやヒー

別に導入してもいいが、空地に大容量蓄電池を置いてみなどでシェアするとか。地区全体で取り組めば、地区の価値が高まり、地価も上がる。ただ、このビルは絶対電力が欲しい、隣のビルは少しの停電なら我慢できる、など利用の仕方は多様だから、そのコーディネートも必要になる。

**横山** コーディネートはどこがやればいいでしょう？

**村木** 自治体や公的機関、主要企業などですね。

**筒井** 私、蓄電池を個々の家庭に入れる場合とコミュニティでシェアする場合、経済性がどう違うか、果たして個別住宅ではベイするのか、研究したことがあるんです。

個別住宅では、ピンポイントで良い条件を狙えば成り立つ。屋根に太陽光パネルをつけて自家消費をしつつ、余った電気を蓄電池に貯め、また消費に回して、足りない分だけ系統から買うモデル。パネルの向きや角度、サイズ、立地によって発電効率が全く違うし、蓄電池容量、季節別・時間帯別の需要パターンなど条件によって経済性が変わる。うまく成り立つなら自給自足も可能ですが、成り立たない場合はコミュニティでシェアする。大規模化によるコスト削減や需要パターンの安定化によるコスト効率化もあり、コミュニティで考えるのは望ましいですね。

**横山** 系統側でも、太陽光発電が増えるなか、調整のための蓄電池を各配電線に個別に置くのと、もっと上の基幹送電系統に巨大蓄電池を置くのと、どちらがいいか検討しましたが、まとめて置いたほうが半分程度のコストで済む。上位系統の大容量の蓄電池で太陽光発電の余剰電力を貯めるほうが安くなるんです。

**村木** 最近、新築住宅だとZEH\*が増えているので、そもそもエネルギー需要は少ない。より効率的に使うなら集合



電力系統の需給調整を行う中央給電指令所

**Society 5.0**  
サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会。

**NEDO**  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構。

**ZEH（ゼッチ）**  
ネット・ゼロ・エネルギーハウス。高断熱+省エネ家電の導入+再生可能エネルギーの導入により、年間の1次エネルギー消費量の収支がゼロとすることをめざした住宅。

**DR（Demand Response）**  
ユーザー側がエネルギーリソースを制御することで、電力需要パターンを変化させること。需要制御のパターンによって、需要を抑制する「下げDR」、需要を増やす「上げDR」がある。なお需要制御は、電気料金価格の設定またはインセンティブの支払に応じて行われる。

トポンブ給湯機に担わせる。需要側機器でうまく制御すれば、かなり再エネも使用できそうです。

地震などでライフラインが途絶し電力が不足したとき、価格を上げるなど市場メカニズムによって需給逼迫を切り抜ける方法もあります。筒井さんはどう考えですか。

**筒井** 短期的には市場メカニズムで効率よく電気を賄えるでしょうが、長期になると、D RやV P Pも含めてそもそも供給力がなければ、価格云々でどうなるものではない。

E Vやコジェネなど調整に使えるアセットがあり、D Rに参加する需要家がいったり、分散型電源のアグリゲート（集約）を頑張る事業者が現れるなどの要素が揃わないと難しい。新設の容量市場もどの程度機能するかまだわからない。思うほどシステムとして利用できる供給力が集まらないことも起こり得る。安定的なインフラとして必要なパーツが揃ってこない点が課題です。

**横山** 今は制度が追いついていないんですね。将来、蓄電池なりD Rを増やしていくには、コスト回収がうまくできるように制度を整備しないといけない。

**筒井** 事業者のなかでは需給調整市場への期待も高い。ちゃんと値がつけばスポット調整力として使え、自分たちが生き残れると。特に再エネが増え変動が激しくなると、調整力の価値が上がるという期待値もある。一方、ドイツでは調整力市場の取引価格は下がっているんです。なぜなら調整力の必要量が減っている。再エネが増えたと、途中までは変動が大きい、広域運用が進むと次第にならし効果が効いてきて変動が減る。また出力予測精度が上がると、調整力市場への依存が減る面もあります。

最大化か、安定供給か、顧客満足度か、もしくは何をリスクとして捉えるかによっても最適解は異なります。

**村木** 一企業が全部のリスクを考えて対策をするより、他企業と協力したほうが投資も少なくて済む。ただ、そのコ

ーディネーターがないということです。

**筒井** 電力会社も、自由化前であれば、エリアは違うがめざすところは一緒なので協調しやすかったが、今は互いに競争関係にあるので、一緒に最適化問題を解くのは難しい。

**村木** 自由化がもたらした難しさですね。

**筒井** 結局、リスク管理を企業としてどう考えるか。リスクの捉え方が、自由化前後で変わった気がします。自由化前は社会的インパクトをリスクと捉えていた。それが自由化後は、自社への経済的インパクトをよりリスクと捉えるように変わった。営利企業としては当然でしょうが、社会インフラの担い手として経済性だけでいいのか、どのようにバランスを取るのか。経済合理性だけで考えると、災害への投資が滞ることを懸念します。経済的リスクだけなら、保険でカバーする話もあるが、仮に収益がカバーされたとしても、社会的責任という点でそれでいいか。難しいところ。

**災害時に都市機能を維持するマイクログリッドも、全体像を描き制度を調和させないと構築できない**

**横山** 平常時・異常時で言えば、最近は異常時にも都市社会機能を維持できる自律分散型エネルギーシステム「マイクログリッド\*」が注目されています。系統ともつながりながら、いざとなれば系統から切り離して自分たちの電源で供給を維持する。都市計画ではそういう話は出ていますか。

**営利企業としては経済合理性優先でいいがインフラの担い手としての社会的責任は？**

**横山** 私は、調整力は多様につづべきと考えています。昨今の災害を見ると、電力ネットワークの計画・運用では平常時・異常時・大災害時という3つで対策を考える必要があります。都市のエネルギー計画ではどうですか？

**村木** 都市再生安全確保計画\*では、災害が起きたとき、このビルの電力が72時間保つかとか、水はどうか、どこでどれだけの人数を収容できるかなども調べ、対応計画を策定。対応ができていないエリアもありますが、難しい地域も多い。というのは、エリアを束ねるリーダー企業などがいれば、そこが中心になって協議を進め、エネルギー以外のものも協力しやすい。地権がバラバラな既存市街地は難しい。新興住宅地も、リーダー企業が開発を一気にやって、ネットワークも最初からつくっている。キープレイヤーがいる地域は、都市のレジリエンスはやりやすいんです。

電力システムのレジリエンスで言えば、要は投資した分が異常時にしか活用できないなら意味がない。平常時にも利用できれば、より投資効果が高い。

**横山** そうですね。例えば発電機を常用・非常用兼用できれば、ずっと使えてコストは抑えられる。

最適化というのは、ある想定したリスクに対し、コストを最小にするよう計画を立てる。平常時のコストは最適点ではないが、異常時・大災害時を含むさまざまなリスクに対してそれなりのコストで対応できるよう全体で最適化したのが、強靱なシステムです。

**筒井** 全体最適の実現は難問です。目的が、短期的な利益

村木 美貴 むらき みき  
千葉大学大学院工学研究院融合理工学府地球環境科学専攻教授(都市計画)

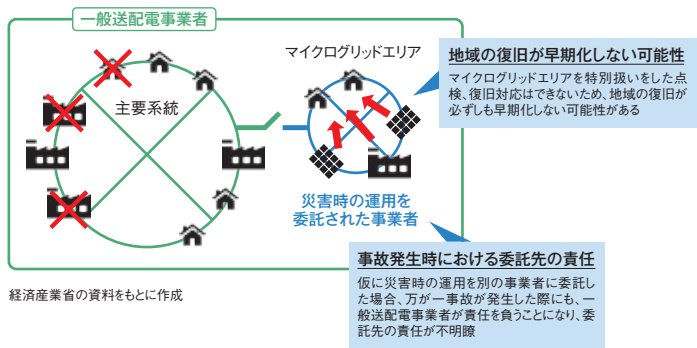
大阪府生まれ。1988年日本女子大学家政学部住居学科卒、同大学院修士課程修了、横浜国立大学大学院工学研究科計画建設学専攻修了。博士（工学）。三和総合研究所勤務を経て、東京工業大学大学院助手、ポートランド州立大学客員研究員、千葉大学助教授を経て、現職。専門は都市計画マスタープラン・広域都市計画・低炭素型都市づくりなど。論文「環境性・防災性を考慮した段階的なエネルギーネットワーク構築のあり方に関する研究」「エネルギー自立型都市の実現化手法の構築」「都市機能維持に向けた蓄電池の面的整備に関する研究」「持続可能な都市の実現に向けたZEH街区形成のあり方に関する研究」など。総合資源エネルギー調査会「電力・ガス基本政策小委員会」委員なども務める。  
<http://www.eng.chiba-u.ac.jp/outProfile.tsv%3Fno=1008.html>  
<http://muraki-lab.tu.chiba-u.jp/japanese/index.htm>



**都市再生安全確保計画**  
大規模な地震が発生した場合に都市再生の拠点となる「都市再生緊急整備地域」内の滞在者等の安全確保を図るための計画。12年に成立・施行された改正都市再生特別措置法に則った制度として計画作成が決められた。

**マイクログリッド**

再生可能エネルギーなど小規模分散型電源による地産地消の自律型の電力系統。



経済産業省の資料をもとに作成

**村木** 今は地区の中で蓄電池をどうするかなど限られてい  
ます。コストの問題もあり、なかなか大きな話に行けない。  
**横山** 確かに今は補助金でマイクログリッドを構築してい  
ますが、事業性はどうか、私は常々疑問に思っています。

**村木** 補助金ベースで進めると、補助金を切られると終わ  
り。以前、ある都市に、容積率緩和で出た床面積からの固  
定資産税をインフラ整備に使ってはどうかと提案しました。  
でも縦割り行政がネックになってなかなか進まない。かと  
いって民間だけでは進まない。となると整備は進まない。

**筒井** 大きな方向性は出ていても、誰の責任で、誰のコス  
トでやるかが曖昧です。また、事業性の観点では、マイク  
ログリッドをどこで構築するかで、そのコストの正当性が  
やはり異なる。

**横山** 電力システム改革が進み、20年4月には発送電分離  
が行われるが、国は新たなビジネスチャンスを創出しよう  
と、配電事業へのライセンス\*導入を検討している。配電と  
発電は今までどおり別だそうですが、それだとマイクログ  
リッドはスムーズに構築できない。配電設備と再エネ電源  
が一体化することで効率的に構築・運用できるはずなのに、  
別々にして新ビジネスは進むのか。

配電距離が数十kmも離れた離村・離島など、系統と切り  
離れた「オフグリッド」にして、分散型電源を入れたほう  
がコストは安く済むかもしれない。でもそれなら、発電と  
配電は一体化しておいたほうがいい。

**村木** 人口が少なく需要がすごく限られる地域は、どうし  
てもメンテナンスコストが高いので、そこだけ切り離すこ  
とは大事です。私は、人口が減少し人がばらばらに住むこ  
とは、すごく非効率だと考えます。なるべく人が街の中に

集約化して住み、最適なエネルギー供給、インフラ整備を  
していくことが、社会的コストの削減につながります。過  
渡期として人口分散のまま、そのエリアだけ切り離すのは、  
正しいやり方だろうと思います。

今後の方向性と実現方策は？

## 欧州はCO<sub>2</sub>削減、

### 日本は災害対策を条件に都市をつくる

**横山** では今後の方向性と実現方策という取りまとめに入  
りたい。需給バランスということでは、平常時も災害時も  
中央集権的に制御する部分と、各地で自律的に制御する部  
分、広域と地方の協調の問題はありますね。

**筒井** 大規模集中型電源と分散型電源もあります。分散型  
電源は集中型の敵みたいな認識をされがちですが、それだ  
と分散型電源をうまく活用できない。社会的要請もあり、  
分散型電源をより円滑に、うまく使うようにしたほうがい  
い。系統対分散といった対立構造にせず、分散型電源が系  
統電力システムの一部だという形でコントロールする。そ  
のために系統側にどうインセンティブづけできるか、しく  
み、制度、ビジネスを、考えていかなければいけない。

**村木** 都市をつくる側として日頃思うことは、計画をつく  
っても、なかなか実現できない。というのは、地方自治体  
は、計画をつくっても、実現のツールが限られるからです。  
私は、英国の都市計画も研究していますが、数百年選手  
の建物が多い英国は、建物部門のCO<sub>2</sub>削減は進んでいな  
いが、新規開発時は必ずCO<sub>2</sub>削減を条件にする。この条  
件をのまない開発はさせないと。欧州はCO<sub>2</sub>減削減の

筒井 慎介 つつい しんすけ  
A.T.カーニー パートナー

1977年兵庫県生まれ。東京大学工学部機  
械工学科卒。JCBでICカード化推進や電  
子マネー立ち上げ、社内の人事制度改革等に関与し、2009年A.T.カーニー入社。  
金融、通信、流通、物流など多様な業種  
で既存事業のコスト削減から売上アップ、  
新規事業戦略の立案等に携わる。東日本  
大震災を機にエネルギーに関する課題解  
決は企業益と公益の双方につながると考  
え、「エネルギー」を自身のメインテー  
マに設定。13年-14年資源エネルギー庁  
電力改革推進室（課長補佐）出向、電力  
改革の政策立案に携わる。A.T.カーニー  
プリンシパルを経て、現在パートナー。  
14年-16年度京都大学大学院特任准教授。  
電力自由化を契機とした業界構造変化等  
をテーマにした講演・セミナー多数。  
[https://www.atkearney.co.jp/  
shinsuke-tsutsui](https://www.atkearney.co.jp/shinsuke-tsutsui)



優先順位は非常に高い。そこが日本とは違います。

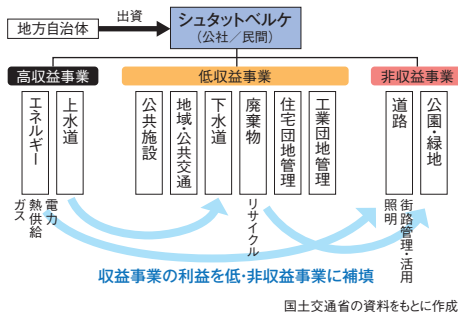
日本ではCO<sub>2</sub>よりも災害対策を行うほうが理解しやす  
いと思います。災害対策として、これをしなければ開発は  
受容しないという形で進める。災害対策を国の政策として  
も優先順位を高く位置づけ、各部門で必須の義務にしてい  
けば、分散型ネットワークも蓄電池開発も、もっと進むと  
思うんです。

### 多様な公共サービスを組み合わせ 事業を維持するシュタットベルケに倣う

**横山** 確かに日本では災害対策が重要です。レジリエンス  
というのは、もとは心理学でよく使われ、精神的回復力や  
弾力性、困難な状況下でうまく適応する能力だそうです。  
そこから組織論、システム論に広がりました。システムの  
レジリエンスには5つの条件があるそうで、まず動的シス  
テム、常に変動している状態の中で不完全な情報をもとに  
考える。併せて、効率性、経済性、生産性、継続性。この  
5つの条件下で、しなやかな強さを持つのがレジリエンス。  
だからネットワークのレジリエンスもそれを念頭に考えな  
いといけない。

都市のエネルギー計画ということでは、自由化以降、自  
治体がビジネスとして電力供給に乗り出す例も出ています。  
ドイツにはシュタットベルケ\*の例もあります。

**村木** 都市の施設整備やインフラ投資をどう進めるか。シ  
ュタットベルケの場合、非常に投資コストが高いものとそ  
うでないものをうまく抱き合わせて平準化しています。だ  
から日本でも、何と何を組み合わせればいいか。どのくら  
いの範囲で検討するか。これが結構難しい。特に人口減少



**配電事業ライセンス**  
特定区域において、コスト  
効率化や地域のレジリエ  
ンス向上に向け、一般送配電  
事業者から譲渡または貸与  
された配電系統を維持・運  
用し、託送供給及び電力量  
調整供給を行う事業者を、  
配電事業者として位置づけ  
、ライセンスを導入しよう  
というもの。平時は主要系統  
と接続しつつ、災害時は既  
存系統につながる再生可能  
エネルギーなど分散型電源  
を利用し独立運用できる地  
域配電網（マイクログリッ  
ド）への期待が高まるとと  
もに、新規参入者自ら系統  
運用を行うニーズも高まっ  
ていることが背景にある。

**シュタットベルケ**  
自治体規模の単位で管理さ  
れる公共サービス・地域イ  
ンフラを総合的に運営する  
公益事業体。

で、将来収入が減少するエリアで、サービスをどこまで検討すればいいか。明確に言えない感がありますね。

**横山** シュタットベルケは公共サービスを組み合わせる事業性を成り立たせています。日本の自治体のエネルギー計画はあまり事業性を考えないんですか。

**村木** そこまで考えられるところは限られていると思います。日本の行政は縦割りだから、自部署の予算で自部署のことしかやらない。それがシュタットベルケとは違います。最近、多くの自治体に関心を持つスマートシティも、どうやって他部署と連携しながら進めるか。単にデータの利活用に留まり、人々の暮らしの価値・QOL（Quality of Life）の向上につながるよう連携しないのは、極めて勿体ない。

## 定義が曖昧なスマート化、何ができればスマートグリッド実現なのか

**横山** 新型コロナウイルスの世界的な広がりを見てみると、グローバル化の影響について改めて考えさせられました。で、思ったのは、電力ネットワークも、コストを下げようと大規模化・広域化を図ってきた。需給調整もエネルギー取引も広域化しているが、いざ災害が起こると、影響が広域に及ぶ。日本の場合もともとネットワークが串型なので、本当に頼れるのは両隣。互いに助け合うには、自身もある程度の予備を持つ必要がある。すると、平常時のコストが膨大になる。平常時のコストを下げながら、緊急時対応もできるようにするのは至難の業。そのためICT、IoT、ドローン技術など多様な技術で系統をスマート化し、メンテナンスもやろうとしています。新技術導入について

トロールし、送電線の拡充を遅らせられれば投資が減るので、それがスマートグリッドだという話があった。それから徐々に定義が膨らみ、スマートシティも現れた。

その意味では、我々はまだスマートメーターの情報はどう使えるか、EVやヒートポンプがどう系統のコスト削減に役立つか、狭い領域での研究をやっている段階。スマートメーターが入っただけで、実はスマートグリッドは実現されていない。個々の技術革新は速いが、システム構築にはすごく時間がかかっています。

**筒井** かつ、何ができたならスマートグリッド構築と言えるのか、ゴール設定が難しいですね。

**村木** 時代の求めるものも変わっていきますからね。

## 安定供給マインドとプライドを堅持しつつ地域リーダー企業として事業多角化への挑戦を

**横山** 最後になりますが、やはりエネルギーの安定供給を支えているのは、電力会社。この4月からは発電事業者と送配電事業者になりますが、この両者に対する提言をいただきます。

**筒井** 電力会社の良い点は、安直な経済合理性に寄り過ぎていない点。インフラの担い手として安定供給を守るというプライドを持っているところはすごくいい。今後、電力会社が極端に資本主義に染まってしまえば、利幅は薄いが自分たちの責任で自発的にインフラを守るというプライドが失われるかもしれない。そればかりでも良くないが、そこはなくしてほしくない。

そのためにはプライドに価値がつくようにならないといけない。社会がそのプライドに頼って、電力会社に犠牲を

はどうでしょう。

**村木** 新技術導入は大事ですが、技術革新の速さと、ごく時間がかかる都市づくり、このタイムラグは埋められず、どう協調していけばいいかが難しい。そもそもスマートってゴールが明確ではない。何をするとスマートなのか。私は、スマートシティ構想に参加することが増えてきました。が、情報系の人と言語の違いを大きく感じます。スマートシティ実現には時間差の壁を越える必要があります。

**横山** 確かにスマートという言葉はいろいろなところで使われていて、スマートシティの定義は曖昧です。

**村木** そうなんです。最終的にはQOLの向上だと言われると、よくある都市ランキングとあまり変わらなくて、どれとどれを入れるとスマートになるかが明確ではない。

**筒井** 一種のビッグワード\*で、意味が曖昧な言葉は多いですね。我々もスマートシティを支援することがあり、それはSDGs\*の文脈だったりする。最初にスマートシティの定義から入らないと、各々前提が違います。大きな方向性は何となくわかるが、具体的に、誰に何を期待してるのか、どこをめざしているか、はわからない。

なので、新技術は大事ですが、何の価値を実現するために新技術を使うか、目的をはっきりしていないと、何のアクションにもつながりません。

**横山** 電力ネットワークの分野でいうと、スマートという言葉は、08年の米大統領選挙でオバマさんが、再生可能エネルギーを導入してスマートグリッドを構築するという政策を打ち出したことから始まった。当初はスマートメーターを入れて、ユーザーの情報を活用する話だった。その後、太陽光発電で家庭の電気を賄い、EVも使って需給をコン

## スマートシティ

省庁により定義が異なる――ビッグデータやAI等のデジタル技術を活用した統合プラットフォームを策定し、エネルギーシステム・交通システム・防災システムなどの各システムを統合制御する都市「経済産業省資源エネルギー庁」。都市の抱える諸課題に対して、ICT等の新技術を活用しつつ、マネジメント（計画、整備、管理・運営等）が行われ、全体最適化が図られる持続可能な都市または地区。その都市に住む人のQOL向上を目的とする「国土交通省」。

IoT・ビッグデータ等の先進技術を活用し、交通、健康・医療、災害など都市の課題や地域格差の解決を図るもの「内閣府」。

## ビッグワード

抽象的で、多様な解釈を生んでしまう言葉。

## SDGs

国連の持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals）。人間、地球および繁栄のための行動計画として、エネルギーや経済成長、技術革新、気候変動など、世界を変える17の目標と169のターゲットで構成されている。



安定供給マインドを堅持しつつ、送電線のメンテナンスに挑む。  
写真は黒部川第四発電所(くろよん)から関西方面へ電気を送っている送電線の保守(富山県立山町)

強いる形になつてはいけない。プライドを保ちつつ、変えるところは変えていく。両立しながら進めればいい。

その意味では、設備運用へのドローンやAIなどの導入はどんどん進めていきたい。自らの勘と経験を過大評価することなく、自分たちは新技術でもっと良くなる余地があるんだと。従来からの強みと新しいものを協調させながら、効率的な電力システムをつくっていただきたい。

**横山** 村木さんは、いかがでしょうか。

**村木** 私はよく海外のエネルギー会社を訪問するんです。日本は長く電力会社・ガス会社と分かれていたが、海外は総合エネルギー会社。自由化で日本もやっとなつた。もちろん電力はとても大事で、電力がないと我々の暮らしは成り立たないので、電力を基本しながら、事業の多角化を図っていただきたい。安定供給を超えて、総合エネルギー事業者がもたらすQOLとは一体何かを考えてほしい。それはエネルギーのベネフィットだけではなく、SDGs等で考えたとき、何をより積極的にアピールすればいいか、その辺と関係してくると考えています。

**筒井** 確かに電力とガスが総合的にQOLを考えるようになったかというまだまだで、総合エネルギー、また総合生活の枠で考えられると良い。エネルギーインフラを担っている事業者は、エネルギーインフラだけでなく、シナリットベルケのように、通信や交通等も含めて社会インフラとしてもっと最適化できないかという視点でどんな事業を広げてほしい。

**村木** 都市のコーディネートを誰が担うか。そう考えて進めない限り、QOLは上がらないということでしょう。

**横山** そうですね。電気事業に携わる人々は、自由化の流れのなかでも、災害時には全社一丸となつて自社はもちろん他エリアにも出向き復旧作業に携わる。そういう姿を見ると、日本の電気事業も捨てたものではないと感じます。

ずっと以前、電力改革の委員会で「安定供給マインド」と言うと、他の委員に、安定供給は市場原理のなかで実現すべきだと怒られました。が、昨今の災害を見ても、やはり安定供給マインド、筒井さんのおっしゃるプライドを全ての携わる人々にしっかりと持ってほしい。

今のネットワークは、設備コストを考えると制御で逃げる以外にないので、制御が破綻しないよう、広域化したときに系統が不安定になつて大規模停電を起こさないようしっかりと技術開発を続けていただきたい。

そして多様な事業に挑戦いただき、誰が都市のコーディネーターを務めるかという点で電気事業者に期待して、締めたいと思います。ありがとうございます。躍



(2020年2月6日実施) 編集／田窪由美子