

防災・減災と エネルギーを考える

大型台風や豪雨等による自然災害が頻発し、
関西地域は、台風21号をはじめ大きな被害を受けた。
自然災害から生命を守り、経済活動を停滞させないためには、
電力をはじめとするインフラ対策が重要だ。
防災・減災をめぐる現状、望ましいあり方、課題と方策を考えた――



阪本真由美 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科准教授
荻本 和彦 東京大学生産技術研究所特任教授
多々納裕一 京都大学防災研究所教授

観測史上最大が相次いだ18年7月豪雨

ハードがもたず被害が深刻化

荻本 本日は「防災・減災とエネルギー」を考えます。まず現状をどう見ているか。本当に昔と比べて自然災害は多発しているのか、実感としていかがですか。

多々納 短時間豪雨、例えば1時間雨量が50ミリとか80ミリ、100ミリを超える豪雨は、ここ30年ほどでかなり増えていて、雨の降り方が変わっているように思います。

特に2018年の7月豪雨は、過去の大規模な災害時とは比較にならないほど広範囲で発生した豪雨であり、降水量が観測史上最大を記録した観測所が数百にも上りました。西日本で未曾有の雨が降って各地で災害が起きた。台風も9月に襲来した21号^{*}など規模が拡大している。降水量も増え、高潮の強度も上がっています。

阪本 確かに最近の災害の状況を見ると、ここ何十年もなかった現象が起きている印象があります。7月の豪雨災害では、長期間雨が降りました。17年の九州北部豪雨では1時間あたり雨量が100ミリを超す地域がありましたが、18年の豪雨災害では、時間あたりの雨量は40〜50ミリでしたが、それが長く続いた。その結果、河川堤防も耐え切れないところが出てきた。また、堤防決壊についても、右岸も左岸も切れてしまい、倉敷市真備町^{まび}のように大規模浸水が起きました。

昔に比べハード対策は進みましたが、気候変動の影響もあり、被害の発生パターンも変化している。ハードがもた

なくなると被害が深刻化する。そのようなせめぎ合いがありますね。

多々納 7月の西日本豪雨でも、8つものダムで「異常洪水時防災操作^{*}」が実施されました。通常、小規模な水害の時は「洪水調節」と言って、ダムへの流入量を下回る放流を行うことでダムに水を貯め、下流の洪水を軽減します。ところが、今回の豪雨では計画規模を上回る規模の流入があったためにダムの決壊を防ぐため「異常洪水時防災操作」で放流量増加に踏み切ったんですね。この場合には、短時間の内にダムへの流入量と等しい大量の放流がなされることになり、一挙に谷底平野が浸水。通常の川が溢れるイメージと違う災害も起きているのが現状です。

阪本 ダムには治水のためのダムと利水のためのダムがある。その理解も定着しているわけではありませんし、また、ダムの放流によって被害がもたらされるというイメージはありませんからね。

多々納 だからそんなこともせざるを得ないほど、切羽詰まった状況になっていることです。

守り切れない場合を考えた設計や

リカバリー・回復を考えるようになってきた

荻本 では人々の認識としては、災害が増えているという実感はあるということでしょうか。

阪本 防災関係のイベントを行うと、従来はさほど人が集まらなかったのですが、最近は年齢を問わず大勢の方が集まるようになっています。意識が高くなっている気はしますね。

荻本 自治体はどうでしょう。



2018年7月、西日本豪雨で浸水した倉敷市真備町 ©朝日新聞社/PPS通信社

阪本 災害対応では、市町村など基礎自治体の役割が大切ですが、自治体間の温度差が大きい。災害を経験した地域は対策にも熱心ですが、経験してない地域の意識は相変わらず高くはありません。

荻本 何もないのに完全防備をして待つことはなかなか人間できません。とはいえ、これだけの災害が起きるようになってくると、県や国主導で事前に設備・施設をつくって守るにしても、現実的には、合理的に守れる範囲ですかね。**多々納** ある水準までは守れますが、それを超えれば守れない。今まで施設整備は守れるか守れないかだけを考えていた。それに対して、例えば堤防でも越水後しばらくもつとか、構造物でも2段階設計――ある点までは変形が元へ戻るよう弾性設計にして、基準を超えると変形はしても構造的破壊に至らない設計にするなど、超えた場合も考慮した設計に移っている。もちろん限界はあり、最近はレジリエンスが重視され、リカバリー、すなわち回復のスピードが議論されています。

例えば電力ヒューズは過剰な電流が流れるとばっと切れますが、ヒューズを取り替えればすぐ回復し、他の機器が壊れたりはいしない。構造物で身近なものでは建物の免震ダンパー^{*}などもある。筋交いなどを入れて地震の揺れに耐える耐震よりも、揺れを吸収する免震構造など、レベルを超えた後のリカバリーを考えるようになっていきます。

高齢化で自助困難な人が増える一方で

公助・共助も厳しい現実

荻本 設備・施設には限界もあるなら、今度は運用ですか。**阪本** 運用については、逃げるか逃げないかの判断を住民

7月豪雨

2018年6月28日〜7月8日、西日本を中心に広い範囲での記録的な大雨。西日本豪雨。気象庁の名称では「平成30年7月豪雨」。

台風21号

18年9月4日、関西を中心に記録的な高潮や暴風となり、大きな爪痕を残した台風。

異常洪水時防災操作

流入量の増大によりダム決壊が懸念される最高水位を超える場合、流入量とほぼ同量を放流する操作。

免震ダンパー

地震時に地震の揺れを吸収することで建物に揺れが伝わりにくくする免震装置。

ができるかどうかがとても大きい。昔は逃げるしかなかったので、早期避難に力を入れていましたが、今の構造物はある程度丈夫になっているので、構造物が守ってくれるという意識がある。行政の情報発信も、避難勧告等の情報がエリアメールとして利用者の携帯端末に配信されるプッシュ型に変化している。今回の豪雨災害で被害を受けた真備でもメールをきっかけに避難した人が多かった。従来はマスコミ情報、ラジオやテレビで知って逃げた人が多かったが、変わりつつある。ただ、それでもなお逃げない人はいらる。真備の場合、豪雨により浸水した地域は、ほぼハザードマップどおりでしたのに――。

荻本 そんなに正確なものなんですか。

阪本 ハザードマップの精度はかなり良いですね。48時間240ミリの雨量で約5m、2階の軒先くらいまで浸水すると事前想定されていたエリアで、被害状況はほぼ一致していました。2階の軒先まで浸水するエリアなら、当然立ち退き避難しなければいけないが、被災された方の話を聞くと、いや、そこまで水は来ないと思ったと。リスク認識が低いことは決定的な課題です。

多々納 ただ、避難できる人だけを想定して個々人のリスク認識の問題だとしてしまうと、自分の命は自分で守るという「自助」の話で終わる。自助は難しい方々も大勢おられ、真備で亡くなった方の多くはお年寄りです。

阪本 そうですね。51人が亡くなられ、約7割が65歳以上の高齢者。平屋住まいで逃げ場がなかったり、2階建てでも1階部分で亡くなられた方もいる。

「自助」としては危険な場所に住まないこと、避難することが基本です。行政による「公助」も弱くなっている。

ト調査で、電気の供給が停まったとき、製造業は平均約95%生産能力がなくなり、ほぼ何もできなくなる。非製造業は60〜70%。つまり30〜40%は電気がなくても、商品を売るとか、病院も自家発電装置でしばらくは耐えられる。ただ、他の水道やガスなどのライフラインと比べ圧倒的に停電の影響は大きい。

ライフライン同士も同じです。電力が停まったとき、水道もガスも使えない。この連関性を見ていかないと電力の意義はわかりにくい。明らかに電力依存の時代になっているが、電力はライフラインの中で復旧が最も早い。だからあまり停電が大変な感じがしないが、それは供給事業者の方々が頑張って早く復旧してくれるからなんです。

荻本 確かに電力依存度は高く、停電でスマートフォンの充電ができないというクレームも多いが、少し意地悪なことを言えば、「いいじゃない、10年前、スマホなんかなかったんだから」と。でも逆にスマホがあることで人々の気持ちや和らいで、安心感が増すなら、その復旧を最優先する手もある。産業に電気を戻すのは大変ですが、スマホに電気を戻すくらいならやりようもある。限定的な供給量しかないとき、何を最優先するか考えておくのもいい。

多々納 スマホがあつて、基地局が生きていれば、自分たちから情報を発信できる。熊本地震のときも、避難所にいる若い子たちがスマホを使ってSNSで情報交換していた。ここの避難所はこれが余ってて、これが足りないというような情報交換をして、うまく配分していた。離れた人との情報交換、受発信できる手段を持てると、随分違う。

阪本 地震が起きて、震度情報を頼りに被災地調査を行うと、震度分布と被害が一致していない地域があるんです。

市町村合併で市域が広域化するなか、職員数は減っていて、災害対応能力が低下している。行政ではいざというときに対応できないので地域コミュニティ、つまり「共助」でよろしくという話が増えています。災害対策基本法*も13年の改正で、地区防災計画の制度が新設され、地域に責任を持たそうとしている。一方で、地域は形骸化しつつある。過疎・高齢化が進んでいますし、都市部の人は町内会に入らず、地域の担い手が減っている。地域で声がけして高齢者避難を進めることも、難しい。

多々納 地域内の助け合いで誰かが迎えに来てくれて避難できればいいけれど、高齢化などで地域コミュニティが崩れている場合、どう補うか。もともと市場原理を使うことを考えてもいい。私が金銭的に余裕があるならば、タクシー会社と提携しておいて、南海トラフ地震*の警報が出たら迎えに来てもらって、指定のホテルに連れて行ってもらうとか、病院と提携しておくこともできるかもしれない。

電力依存の時代 ライフラインの中でも停電影響は大きい

荻本 電気についてはどうですか。自然災害で電気が途絶すると、どういうインパクトを与えるか。

阪本 インパクトは大きいですよ。自然災害で他に被害がなくても電気がだめだったら、それ自体が災害になりかねない。電気に頼る生活が成立しているので、電気がないと給排水ポンプが動かなくなり断水、トイレも流せない。電話も使えない、情報もとれない。何が起こっているかわからない。厳しいですね。

多々納 私たちが実施した製造業・非製造業へのアンケート

災害対策基本法
1959年の伊勢湾台風を契機に61年制定・公布。防災計画の作成、災害予防、災害応急対策、災害復旧及び防災に関する財政金融措置ほか必要な災害対策の基本を定めたもの。2013年の改正で、市町村の一定の地区内の居住者及び事業者（地区居住者等）による自発的な防災活動に関する「地区防災計画制度」が創設された。

南海トラフ地震
四国の南方海底にある水深4000m級の深い溝（トラフ）を震源として起きると想定されている巨大地震。



荻本 和彦 おぎもと かずひこ
東京大学生産技術研究所
エネルギーシステムインテグレーション
社会連携研究部門 特任教授
1956年福岡県生まれ。東京大学工学部電気電子工学科卒。電源開発入社。直流送電、電力系統解析・計画、太陽光発電・風力発電・直流送電用自動式変換器・水素エネルギーシステムなどの技術研究開発などに従事した後、2008年東京大学に移り、18年より現職。エネルギー技術戦略、物質・エネルギーの需給解析・評価、集中／分散エネルギーマネジメントと再生可能エネルギーの導入、エネルギーシステムの診断・評価とリスクアセスメントなどの研究に取り組む。政策研究大学院大学の政策センター客員研究員として、2012-17年度「都市防災減災に関する政策研究及び国際協力」の研究にも携わる。スマートエネルギーネットワーク研究会代表幹事、電気学会再生可能エネルギー出力予測技術調査専門委員会委員長、国家戦略室コスト等検証委員会委員、系統WG座長も務めた。
http://www.ogimotolab.iis.u-tokyo.ac.jp/html/member_ogimoto.html

ところが、電力がダウンした地域では被害がそれなりに大きい。停電の度合、ライフラインの遮断と被害の度合は一致する。そして復旧の度合にも電気の有無がものすごく関わってきます。阪神・淡路大震災のとき1週間で電気が戻って、これで夜も過ごせるとほっとした。電気がないと夜の時間をどう有効に使えばいいかわからない。逆に、星がきれいだったという話は被災地では常に聞かれます。

防災・減災対策はどうあればいいか？

減災へ、災害から学びつつ状況判断力を高める

荻本 では次に防災・減災対策はどうあればいいか。防ぎ切れないほど災害が激甚化しているようですが、災害に強い社会についてどうですか。話に少し明るさと夢も加えることができればいいのですが。

多々納 災害リスクマネジメントで言うと、減災はミティゲーション（緩和）。例えば施設対応で被害の受けやすさを減らす、あるいは被害が発生したときの影響を小さくする対策、避難などソフト対策も含めた概念です。

災害を受けた後、どれだけ早くリカバリーできるか。被害を減らしておかないとリカバリーも素早くできないので、影響の範囲を狭くして次のフェイズに早く持つていくことを考えていく必要があります。

阪本 18年の台風21号は室戸台風並みの威力と言われ、高潮もかなり深刻でしたが、それなりに守れるようになってきている。「防災力」が上がってきてはいるが、それを超すようなときに被害を防ぎ切れないのは大きな課題です。
多々納 防ぎ切れないものは防げない。だから、防ぎ切れ

なかったときにどうするか。結構その減災についてもできてきていると僕は思っているんです。西日本豪雨など観測史上最高を山ほど記録し、被害も大きかったわけですが、以前ならもっと甚大な被害が出た、という解釈もできる。そういう意味では、社会の防災力もそれなりに高まっています。

ただ問題は取りこぼしがやっぱりあるんです。それを次の災害時に取りこぼさないよう災害から真摯に学んでいかなきゃいけない。お年寄りの被害や公助・共助の問題、あるいは電力需要のコントロール等、それら課題が見えてきていること自体、プラス材料じゃないかと思うんですね。

荻本 今の話だと、私は夢が持てる気がします。ここはうまくいったが、ここはまだだと。これだけ観測史上初の過酷な記録が出てめちゃんと守ってるじゃないかという実例があると、不足している部分に集中できます。

阪本 災害の関連死問題がクローズアップされるのも、直接死が減っているからです。次は、関連死を減らすにはどうするか。8割守れて2割守れなかったとき、2割を改善しないと、次、南海トラフ地震が起きたとき守れない。その2割をしっかりと改善していくことが常に必要です。

特に日本人は被害に備えるための対策に丁寧に熱心に取り組みますが、それを超える被害があったとき、その場で計画を見直して状況判断しながら変えていく、臨機応変な対応は、あまり得意ではない。悩んで立ち止まってしまいう面があり、そこをどう強化していくか。リカバリーを見据えて減災を考えるとというのは、その後どんどん起こってくることに対する状況判断力をどんどん高めていくこと。そこはこれからの課題ですね。



2018年9月4日、関西を直撃した台風21号では暴風等の影響が目立った（大阪市住之江区） ©朝日新聞社/PPS通信社

被災者は客じゃない。自分のことは自分で行い
地域で助け合うことが望ましい

荻本 例えば停電時の不便さをどれだけ和らげられるか。私の身近な例で言うと、大規模マンションなど、住民同士がよく知らない状態だといざという時うまくいかないのが、普段から地震や停電時にどう助け合うかを住民同士話し合っておく。停電すると水道も止まりますが、受水タンクを屋上でなく下に置いている場合、停電してもそこから水を取れるよう蛇口を付けるという改造をして、その水を運ぶ練習をする。人間は経験していないと手も足も出ないので、どんなことでもいいから想定して練習しておく、応用問題は結構できる。面白いのは、地下に蛇口付きの受水タンクがあるが、停電すると真っ暗。じゃ、そこにランタンを置こうとか、年寄りは階段で水を運ぶのは難しいから水を運ぶのは若い世代でやろうとか、いろいろ話が広がってきた。だから、最後はそういう近所の助け合いかなと。

阪本 大きな防災対策もすごく大事ですが、いざ、自分が生き延びようとすると、地域などミクロレベルの対策が必要で、両方やらないといけないですね。

実は避難生活をどれだけ快適に過ごせるかが、災害関連死を防ぐことにつながるんです。避難所や仮設住宅でなく少し良いホテルに住めるなど十分な空間が事前に用意されていれば避難生活はさほど苛酷でないかもしれない。備えが不十分のまま災害が起こり、避難所は体育館で、ベッドも食料も十分にありませんとなると大変。避難生活での許容範囲を把握しておくことは大切です。

多々納 例えば熊本地震の後、しばらく経つとテントが立

った。それはベットの連れた人用の避難所。ベットを連れて避難する人は結構いるが、その避難所を行政が準備することは難しい。だからベットを飼っている人たちは自分たちで連携してどう避難するか考えておく必要があります。

電気の使い方でも東日本大震災後、スマートコンセント*が登場しましたね。あれは電気が足りない時期がしばらく続きそうだから、需要を自分たちでコントロールしなきゃいけないと思った。だから丸ごと支援でなく、各々の状況に応じた支援が必要で、もつと住民と一緒に方法を考えていくことが大事ではないですか。

荻本 何かの番組でやっていたのは、食物アレルギーがある人が避難所に行くんだけど、何も食べられないと。

阪本 自治体も十分なものがあるわけではないので、最近はこちらの食料と毛布を持って避難してくださいというメッセージを流す自治体もある。被災者はお客さまじゃない。ベットを飼っていたら、自分でベットの面倒を見る。アレルギーがあれば、自分の食事は自分で。普段、そうやって私たちは生活しているはずなのに、なぜか災害モードになると、何でもやってもらえると誤ってしまいがちです。

段ボールベッドでなく、尊厳を守る避難生活

荻本 避難生活での許容範囲、最低ラインはどの程度？

阪本 国際的にはスフィア・スタンダード*——人間としての尊厳を守って暮らす最低水準を定めている。18年の7月豪雨災害後、某町の避難所に行くと、年配の方が床に段ボールと毛布を敷いただけの状況で何日も寝ている。どんなタイミングでも人は人らしく生活できるようにする。それが最低ラインです。

れたんですが、そういうのは防災の専門家から見るとどうですか。

阪本 人のためにという思いは日本人らしさなのかもしれませんが。災害が他の地域で起こっても自分の地域の楽しいイベントを自粛したりする。いざというときの助け合いは伝統的に日本にある。地域の相互支援は日本人らしさです。

地域の電力ということで思うのは、先頃、火山防災の研究でアイスランドに行きました。アイスランドは73年、ウエストマン島という離島で起きた大規模噴火・全島避難を機に、もともと本島から送られていた島の電力について、島内で需給バランスをとるほうが復旧・復興も早いと地熱発電に全部切り替えた。それから徐々にアイスランド全土で地熱に切り替え、今、国の電力の9割以上は地熱です。日本にも地熱はあり、ローカルな資源をもっと使ってはどうかと思うんですね。コスト的には高くつくかもしれないが、これだけ災害があるなら、むしろ地域資源を使って地域で電力を賄う方向での見直しも良いのではないですか。

荻本 普段必要なだけの電力を供給するのは、分散型システムでは難しい。スマホの充電やローカルに拠点を復活させる場合、つまり平時ほどは使えなくても、我慢をして管理をしてみず拠点を元に戻すときには、分散型電源は有効です。

近頃注目されている例は、屋根設置型の太陽光発電は系統から切り離せば、昼間、自家消費用の電源として使えること。スマホやパソコン、充電が必要な機器は、ほぼ復活できる。それはいいことです。

多々納 レジリエンスやリカバリーを考えると、地震の後、水力や火力発電を徐々に復活させていくときに駆動用の電

多々納 床がない場所に避難している国も多いが、実はそこに簡易ベッドはある。でないと病気になるからね。だけど日本の場合、床に段ボールを敷いてでも、何とか寝られるから、体育館だけ指定して、ベッドも何もなくても大きな問題になっていない。そこそが問題です。

阪本 被災者は多いが提供できる資源が少ないとき、どういう人を優先させるか。普段からその議論をしておかないといけない。全員が被災していて苛酷な生活状況のなかで要配慮者だけ支援できるかという、むしろ全員に公平に対応しないといけないかもしれない。いざというときの対応については、普段から考えておかないと、災害が起きてからでは遅い。

北海道のブラックアウトからの復旧に「人のために」という日本人らしさを見た

荻本 18年9月には少し様相の違う停電——日本で初めてのブラックアウト*（全域停電）が北海道で起きました。北海道で過去最大の震度7という地震が起こって、震源近くの発電所が被災、電力需給バランスが保てず、ブラックアウトになった。この復旧の難しい点は、個別エリアだけ復旧させるのではなく、全域で戻す必要があるということ。

11年の東日本大震災の発生後、外国人が賞賛しつつも驚いたのは、テレビで節電要請ただけで日本人は素直に従い、实际需要が減ったこと。北海道も、電気の供給を戻す際、産業界に節電要請はするものの、最後は多くの一般の人々がどう行動するかにかかっていたので、いろんな情報ルートを通じて節電をもらった。だから、復旧を早めるにあたって人間の行動と関わり合いの重要性が如実に現

スマートコンセント
通信機能やコントローラー機能がついたコンセント。接続した電気機器の消費量がわかり、電源管理を行える。

スフィア・スタンダード
(sphere standard)
人道支援の現場において支援者が守るべき最低基準。

北海道のブラックアウト
18年9月6日未明、観測史上道内初となる最大震度7を記録した北海道胆振（いぶり）東部地震により、苫東厚真発電所*で3基が同時にダウン、電力需給バランスが崩れてブラックアウト・全域停電に至った。



2018年9月6日未明に起きた北海道胆振東部地震で北海道エリアはブラックアウトに ©朝日新聞社/PPS通信社

源が必要で、いつも手に入る電源があることは重要。だ
ど地熱も日本だと国立公園の規制等の問題があつて、そ
う簡単にはいかない。多様なエネルギーミックスが重要
だが、災害時にきちんとリカバリーできるのか。

そもそも北海道のような大規模停電が発生すると思つて
いたかを、僕は聞きたいですね。

荻本 ブラックアウトが、欧米など外国で、なぜ起こりや
すいかというと、系統がメッシュ状に密接につながって
いるんですね。メッシュの場合、1本切れると隣の送電線に
電流が移る。その隣が耐えられないと、また切れて隣に移
るといふ、ドミノ倒しが起こる。これが、外国でブラック
アウトが起こる原因です。日本はそうならないようエリア
ごとに串型の送電網にしているので、送電線起源のブラッ
クアウトは起こりにくい。

北海道は発電所のダウンでブラックアウトに至り、今度
復旧するとき、まず水力、次に火力を立ち上げて、それか
ら連系統と順番に立ち上げていった。問題は電気が復旧す
る過程でみんなが一気に使うと再びダウンしてしまうので、
全体を元に戻す努力をしないといけない。その際に道民み
なさんの節電協力があったわけです。

今後の課題と方策は？

自然エネルギーの制御は高度なスキルが必要、 マルチハザード対応は難しい

荻本 既に難問も出ていますが、今後の課題と方策は何か。

北海道のブラックアウトで、節電しないと電気が足りな
い状態が2週間ほど続き、太陽光発電と風力発電が使えな

かったことが問題視されたんですね。

実態としては、再起動しなかったが、人間がついていな
かったのでスイッチをオンにできなかったという残念な現
実があつた。加えて、電力系統全体が不安定化していると
きに出力が変動する太陽光や風力を使おうとすると、一緒
に揺れてしまつて何が起こるかかわらないので使えなかつ
た。確かに太陽光も風力もフルで発電すると出力変動は大
きいが、10%しか出さない設定にして起動すれば、おそら
くほとんど変動しない。状況を見ながら20%、30%と遠隔
制御で出力を上げていけば、かなり早く使えたかもしれない。
但し、現実には遠隔操作ができないので使えなかった。

太陽光も風力も、将来的にうまく人間が使いこなせるよ
うになれば、大きな助けにはなります。

多々納 例えば浄水場にコジェネレーション*を導入し、自
家発電で浄水機能を維持するようにしているところもあり
ますが、それに自然エナジーを使うことはできますか。

荻本 技術的には全く問題ないんですが、そこで使う電力
の全量を賄おうとするとお金がかかる。外から電気が来な
い状態で太陽光だけで賄えるようにするのなら、かなり大規
模な太陽光パネルとバッテリーが必要なので、多分、採算
が合わない。

多々納 水道でも他のサービスでも、これだけは死守しな
きゃいけない最低量がある。この最低量だけでも再エネで
賄えるなら朗報ですし、そこだけは自家発電でやってもい
い。加えて、外部の系統にもつないでにおいて、すぐリカバ
リーできるなら、より良いと思いますけどね。

荻本 再エネを上手に使えばいいのですが、九州で実施
した太陽光発電の出力抑制*が結構話題になっている。勿体

多々納 裕一 たたの ひろかず
京都大学防災研究所社会防災研究部門
教授（防災経済学・計画理論・災害リス
クガバナンス）
1961年鳥根県生まれ。京都大学工学部土
木工学科卒、同大学院工学研究科修士課
程修了。工学博士（京都大学）。鳥根県
土木部技師、鳥取大学工学部助教授、京
都大学防災研究所水資源研究センター客
員助教授併任、オーストリア国際応用シ
ステム分析研究所（IIASA）研究員を経て、
98年京都大学防災研究所総合防災研
究部門助教授、03年より現職。01年11月
～03年3月日本原子力研究所地震防災グ
ループ研究員、文部科学省安全・安心科
学技術プロジェクト審査委員会委員、科
学技術振興機構安全・安心科学技術プロ
ジェクト（地域社会）推進委員会委員、
国土交通省河川局水害リスク評価手法検
討ワーキンググループ委員、内閣府復興
・再生戦略協議会委員など歴任。共著
『総合防災学への道』、論文「東日本大震
災後の電力供給不足に対する産業部門の
対応とレジリエンス」など。
[http://imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp/
NetCommons/htdocs/#](http://imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp/NetCommons/htdocs/#)



ない、電気を捨ててもいいのかと。実際は、電気が余ると
電気の洪水のようなものでそれなりに危険ですが、残念な
がら電気は見えないので、人々に理解していただくのに時
間がかかる。それをいろいろ努力して説明もして、とにかく
危ないので抑制することにした。

どうやってやったかというところ、発電所は無人だったりす
るので事業所含め何万カ所にも、電話やメールでメッセー
ジを送れるようにして、出力の制御をお願いする。IoT
時代に、風力発電所や太陽光発電所で余る電気を抑えるた
めに、電話とメールで連絡する。これが日本のやることか
と。増えたり減ったりする自然エネルギーは、洪水時をイ
メージしていただくとかかるように、結構スキルがないと
制御できず、使いこなせない。

多々納 ですよ。もちろん制御できればいいが、多少余
った程度なら吸収できるしくみ——蓄電池だと高価だけ
ど、もつと安くして使えるものはないですかね。

荻本 現状なかなか安く貯められる技術はないんです。
多々納 ただ、電池が増えていくと心配なのは、火災。台
風のとき、高潮による浸水で海岸に置いていたハイブリッ
ド車が発火した。電池は水に浸かると発火する可能性があ
るので心配です。

荻本 電池はエネルギーの塊なので、一瞬に全エネルギー
を放出すると膨大な力を出すことは確かです。それを安全
に押し込める技術があるので使えるけど、その代わり高い
というのが現状なんです。だから、とてもいい道具ですが、
わかつて管理して使わないと、危ない面もある。

阪本 マルチハザード対応にするのは大変ですよ。地震
では大丈夫だけど、水害ではだめだとか。免震装置も、地

日本の地熱開発
15年7月に公表された長期
エネルギー需給見通しにお
いて、地熱発電は2030
年時点で現状の3倍以上の
設備容量を見込んだことか
ら、同年10月には国立・国
定公園内において条件付き
で開発することが認められ
てはいるが、環境アセスメ
ント期間の長さなど開発課
題も多い。

コジェネレーション
(cogeneration)
熱電併給。天然ガスなどを
燃料として、発電と同時に、
その排熱を利用して温水を
つくるなど、1種類の1次
エネルギーから複数のエネ
ルギーを取り出すシステム。

**再生可能エネルギーの
出力抑制**
再エネの発電量を減らすた
め特定の発電機を停止させ
ること。

震対策には重要ですが、装置が冠水すると機能しなくなることも。南海トラフ地震が想定されるエリアで海抜ゼロメートル地帯の免震構造の建物は、地震の揺れには効果的であるものの、津波により冠水した後に、地震が起けると機能しなくなるかもしれません。「複合災害」への対応は、これからの課題です。

被災後は「人間力」で乗り越えよう、 「防災で地域づくり」が新しい

荻本 何か起こるとそこに目が行ってしまいが、もっと一歩も二歩も引いて見れば、その「隣」にあるものが案外対策のヒントを与えてくれる。だから、災害の発生は悪いことではあるが、それによって例えば太陽光や風力が遠隔で管理運用できれば新しい価値、活用の可能性の広がりにつながることもできる。視野を広げて対策を考えると、より効率的に効果が得られます。

多々納 おっしゃるとおりですね。災害つて数年に1度しかないような異常時、地震だと千年に1度みたいな話をする。それに対して被害をゼロにするとなると大抵の場合、投資が見合わない。だけど、災害時にも効果が出るが、普段も使えるなら、その投資は見合ってくる。例えば普段使っているスマホや太陽電池は、実は災害時にも役に立つ。そういうものを増やしていけばいい。

荻本 太陽電池は今やつと屋根の上に載って、これからどう使いこなそうかという段階。実際、東日本大震災のときに少し使えたということで、コンセントつきの太陽光発電*が増えており、18年の災害を経て、今後はみんなそれがついたものを指定して買うことになるでしょうね。

方々の災害に対する理解度は進展。節電要請などに対するレスポンスも日本人は悪くない。そういう良い風土をどう評価し、どう伸ばしていくか、ですね。

荻本 では「人間力」で乗り越えていくという話ですか。

阪本 人間力は大事ですね。社会を構成しているのは人なので、人と人、それもいろんな人とながらることを大事にしないと、特に災害後の状況は乗り越えられない。

草創期以来約150年ぶりの転換期にある電力、 万一の事態にも公共財として減災による緩和を

多々納 最後に言っておきたいのは、安全とか防災は基本的には公共財。私的財ではない。そう考えたとき、その制御というか供給を私企業に委ねてしまっている。電力もJRも関西国際空港も、公共財であるインフラの管理を民間でやってもらっているんです。民間企業がちゃんとやってくれてればもちろんいいが、民間の論理もありますから必ずしもうまくいかない場合もある。経営が苦しくなると災害に対する備えの水準が低くなってしまいうようなことが起きてくると困る。

阪本 例えばごみ処理なども民間委託が多いので、災害発生後の瓦礫・廃棄物処理で揉めたりする。市役所なども窓口業務を民間に委託したり、公共の体育館の運営も委託になっているとか。発災時に民間企業に業務委託しているところをどうするのか、は難しい課題ですね。

多々納 平常時は民でいい。利益を上げるのは民でいいが、安全に関する投資などについて、未来に向けてはもう少し公共財としての認識がないといけないように思いますね。

荻本 電気は確かに公共財だけど、見えないから、普段は

多々納 普段便利に使えるものが、災害時にどのくらい使えるか。使えるイメージがどんどん広がっていくといい。

普段から人間関係を培っておくことが大切ですね。あるマンションの管理組合の場合、休日にお酒を飲みながら防災の話で盛り上がり、いろんな取り組みを始めた。井戸を掘ったりして、ほとんど災害時に自活できるくらいまで防災力を高めている。災害が起きたらみんな米だけ持つてくれば、コンロも何もかもある。災害が起きても楽しんで対応できるような状況をつくり出している。炊き出し訓練という楽しくないが、バーベキュー大会をやるうという楽しいわけですよ。

阪本 防災のためにイベントを行うのではなく、「防災で」地域づくりを行う。災害時の避難所運営訓練として、防災キャンプをしている中学校があるんです。そこは3つの小学校区が集まる中学校でして、仲良くする機会を設けたいと。避難所運営訓練なら、学校の体育館に寝泊まりするだけでお金もかからないし、いろいろ話す機会になると導入したら、子供たちが学区を越えて仲良くなった。防災で仲良くなる。

地域づくりも同じで、地方は過疎・高齢化が進んでいて、学校が廃校になってしまおうと運動会などもなくなったり、秋祭りなど集落行事がなくなっていく。住む場所も分散しているなかで、地区防災計画をつくりましようという話をしたら、地域の人が集まる機会が出てきて仲良くなってきた。防災をやる、というのではなくて、防災をツールにした地域づくりや学校教育は大切な試みです。

多々納 地区防災計画を一緒につくっていると、自然に防災のスキルが身につくとか。昔に比べると確かに地域の

コンセントつき太陽光発電
自立運転コンセントがパワーコンディショナ本体に装備されている太陽光発電。停電した場合、太陽光発電システムの運転は自動的に停止するが、パワーコンディショナ本体にある「運転切換スイッチ」を自立運転に切り換えることで、パワーコンディショナ本体にあるコンセントより発電した電力を使える。



阪本 真由美 さかもと まゆみ
兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科
准教授（防災危機管理・防災教育・国際
防災）

1971年和歌山県生まれ。神戸大学大学院国際協力研究科国際協力政策専攻修了、京都大学大学院情報学研究科博士後期課程修了。博士（情報学）。神戸大学在学中に起きた阪神・淡路大震災で防災に関心を持つ。2004年JICAで組織横断的な防災タスクの立ち上げ直後に発生したインド洋大津波を機に防災研究を志す。JICAで9年間国際協力に携わった後、防災について専門的に研究するため博士後期課程に進学。人と防災未来センター主任研究員、名古屋大学減災連携研究センター特任准教授を経て、2017年より現職。現在、中央防災会議「防災対策実行会議」南海トラフ沿いの異常な現象への防災対応ワーキンググループ委員、平成30年7月豪雨による水害・土砂災害からの避難に関するワーキンググループ委員、内閣府地域で津波に備える地区防災計画策定支援検討会委員、文部科学省技術・学術審議会専門委員など。命と暮らしを守るための実践的な防災・減災対策が研究テーマ。

<http://kyoin.u-hyogo.ac.jp/staff/drg/sakamoto/>

なかなか人々に意識されない。

多々納 だけど、電気はすごく重要で、安定供給のため送電線の2重化などもされている。そういったことがあるから日本ではさほど大きな停電は今まで起きてない。でも、今後どうなるかに関しては少し心配です。

荻本 今、世界的に電力は大きく変わっているんです。まず再生可能エネルギーという常に出力が変動する電源がどんどん増えている。それをうまく使いこなすことができるかどうか。次に分散化。今までは千カ所の発電所だったのが、太陽光や風力など一千万カ所という桁違いに膨大な数の発電所を管理し、うまく使えないといけない。これら技術的側面に加え、自由化という制度的側面。技術の世界と人の世界が電力草創期から約150年ぶりの大きな転換期を迎えている。

そういうなかで電力システムとしては、いろいろな事故モードを想定して、ブラックアウトはもちろん、多様な障害に耐えられるよう最善の設備形成・運用をしています。やはり起こることは起こると考え、減災による緩和を、事前・事後の準備を組み合わせて用意することが重要です。**多々納** 電気は使う量とつくる量が一緒でないためですが、数多くの発電所をどう制御するか。数多く集まっても

システム障害を起こさず安定供給できることが求められるんでしょね。

荻本 電力システムは、今から10年20年かけて、大きく、うまく発展できるかという挑戦の時なんです。ITの機能に任せて高度な制御をやりうとするのは、レジリエンス上はきつと間違い。最低限の管理や制御で、少々パフォーマンスが悪くても安定して動く形、少々隣がダウンしてもそれぞれが協力して生き残れるシステムを考えないといけない。もともと日本の電力システムは欧米のようなメッシュでなく、停電影響を1カ所で収める串型ですが、今度はその中に分散システムが入ってくる。難しくはありますが、電力会社は安定供給に努めていただきたい。

本日はありがとうございました。
躍



(2018年11月15日 実施) 編集／田窪由美子