

レジリエンス社会へ貢献する技術開発のあり方を考える

藤井 聡・枝廣 淳子・長島 一郎

Development of Technologies for Resilient Society

Satoshi FUJII, Junko EDAHIRO and Ichiro NAGASHIMA



京都大学大学院工学研究科教授
京都大学レジリエンス実践ユニット長
藤井 聡 氏

大学院大学至善館教授
有限会社イーズ代表取締役
枝廣 淳子 氏

常務執行役員 技術センター長
長島 一郎

いま日本を多くの課題が取り巻いている。気象災害の激甚化、インフラの劣化、少子高齢化、地方衰退……。レジリエントな日本にしていけるために、技術開発はどうあるべきなのか。また地域のレジリエンスをどう高めていけばいいのか。環境活動に取り組む枝廣淳子氏、京都大学の藤井聡氏をゲストに迎えて議論した。

1. 国土分散化で資産や経済力を蓄える

長島： 大成建設は2030年にあるべき姿として、「人々が豊かで文化的に暮らせるレジリエントな社会づくりに貢献する先駆的な企業グループ」となることを目標としています。オープンイノベーションによって異業種やベンチャー企業などと共創し、「環境・社会課題の解決」に向けた技術開発を推進していくことが当社における重要課題です。今後カーボンニュートラル社会を目指すに当たり、CSV(Creating Shared Value)の考え方に立ち、顧客と、社会に貢献できる技術開発を推進していきたいと考えています。

今日は当社が貢献を目指す「レジリエントな社会」のあり方について議論できればと思います。防災・減災に向けた技術開発はわれわれも進めています。建設業が今後考えなければならないことや、建設業に期待することなど、ご意見を伺えますか。

枝廣： 私は今、熱海を本拠地にして活動しています。昨年の7月3日に伊豆山で土石流災害が発生しましたが、地元の人たちと支援チームをつくり、被災された方々、被災地区の支援を現在も続けているところです。また東日本大震災では、震災後に石巻に入り、以降ずっと支援を続けています。

そうした経験から私は、地域におけるレジリエンスを高めていくためには、コミュニティのつながりや絆というソフト面も重要だと思っています。ハード面の防災対策でもそうですが、災害が起こってから地域のレジリエンスを築こうとしても間に合いません。普段からいかにレジリエントなコミュニティにしておくかが大事だと思い活動しています。

藤井： レジリエンスを議論するためには、その主体は何か、また主体のアイデンティティは何なのか、定義が必要です。日本であれば、例えば国体であるとか、地域であればその地方の風土とか。そして、そのアイデンティティを脅かす危機を認識し、回避するのがレジリエンスです。

日本が日本らしさを失う危機とは何か。直近の危機はデフレです。また皇室の存続問題も、日本のアイデンティティの危機につながるでしょう。さらに南海トラフ地震、首都直下地震などの巨大災害が差し迫っていて、発生すれば尋常でない被害を被る。それによって日本のアイデンティティを守るための最低限の経済基盤が破壊される

懸念があります。

東日本大震災のとき、私は「国土強靱化に10年間で200兆円かけるべきだ」と政府に提言しましたが、現状を見るとインフラの水準が全く足りていません。100年に1回レベルの水害から守る堤防整備ですら見通しが立っていないのが実情です。

枝廣： 200兆円かけて行う対策とは、具体的にどのようなイメージですか。

藤井： まず堤防をしっかりとつくる。津波に対しては堤防が一番強力です。高台移転も、必要に応じて実施するといでしょう。地震では家屋倒壊で人命が失われるリスクが高いので、公共施設の耐震補強や民間住宅にも補助金を出して旧耐震基準の建物を全て新耐震化する。新幹線の橋や道路橋も全部耐震補強をしていく。また、通信網の強化を図り、障害発生時に他社の携帯通信網が使えるようにする。電気は周波数が異なる西日本と東日本とで相互融通する周波数変換設備の能力を10倍ぐらいに高めないとはいけません。

エネルギー関連では原発の耐震補強はもちろん、火力発電の強靱化も必要。2022年3月の福島沖地震のときのように、停止後の再稼働に手間取らないようにしておかなければ。ガスも、日本海側と太平洋側との間のパイプラインが西日本にはないので、本来は民間投資ですが、政府が投資をして建設していくべきだと思います。

もう一つ大事なのは、東京一極集中を逆転させ、分散化を図ること。そうすれば都市部の被害が軽減されると同時に、資産や経済力が残るので、国家全体の強靱性は抜本的



に高まります。分散化には、地方の新幹線の未整備区間を繋げるのが一番有効。インフラ整備ほど国土分散化に有効な対策はありません。

災害対策としてデフレ脱却も重要です。民間投資が進み、ガスや電力、高速道路会社、工場、みんな防災投資をするからです。長期的な投資により、民間でも自動的に強靱性が高まっていく。地方自治体も税収が上がり、好循環が生まれて強靱化が加速するわけです。

このように、だいたい10年で200兆円、年間20兆円ほどハード面に追加予算を使えば、強靱化が完成するだろうというのが私の試算でした。

2. 連携して地域のレジリエンスを高める

長島： 「防災・減災」というと、既存のインフラを補強していくイメージがあり、今の話に出てきた新幹線や高速道路などを新たに整備することなどは、あまり触れられていませんね。

●経済と環境の好循環により成長が期待される産業分野に貢献する技術開発

産業分野*	内容	
洋上風力産業	着床式・浮体式	●低コストの着床構造物・浮体構造物
物流・人流・土木インフラ産業	ICT施工 スマートシティ 災害シミュレーション	●無人化施工・ロボット施工技術、3Dプリンター技術 ●ワイヤレス給電道路 ●リアルタイム危険予測（浸水等）
カーボンリサイクル産業	グリーン調達 CO ₂ 回収・貯留	●カーボンリサイクル・コンクリートの開発・利用 ●二酸化炭素地下貯留関連技術の高度化
住宅・建築物産業/ 次世代型太陽光産業	木材利用 ZEB 次世代太陽光電池	●木材とRC造・S造とのハイブリッド化、CLT活用技術 ●次世代高機能ZEB ●ガラス一体型発電システム・リニューアブル向け製品
ライフスタイル関連産業	スマートコミュニティ	●地域再エネ・エネルギー需要機器の組合せ・連携技術
水素産業	水素貯蔵・輸送	●低圧水素配送システムの実証
原子力産業	新型軽水炉	●原子力施設の安全性・経済性向上技術
食料・農林水産業	植物工場	●光エネルギーを削減した効率的な栽培システム
資源循環関連産業	エネルギー回収	●メタンガス利用技術

※産業分野は、政府の「グリーン成長戦略」における「成長が期待される産業」を引用

●競争優位性のある技術開発

内容	
大型プロジェクト対応の特殊技術	●大規模基礎、トンネル工事関連、大規模地下空間構築等
高付加価値化・高品質化に資する技術	●防災・減災技術、新材料・構造・架構システム、エンジニアリング技術、リニューアブル技術、ウェルネス技術等

■当社中期経営計画（2021-2023）より



藤井： 強靱化を達成するためには、これが明確に求められます。インフラ整備は国力を増強することに等しいですから。特に地方創生は強靱化のための最強の方策でもあります。枝廣先生がなされている地方の取り組みなども非常に効果があると思います。

長島： しかし藤井先生が仰った当初の強靱化計画と違い、今の計画では新たなインフラを整備して国力を増強する項目は見当たりません。経済への波及も含め、費用対効果の情報をも含めてしっかり議論をしていくべきテーマですね。

枝廣： 実は私は、日本全体をいっぺんに強靱化して救うのは無理ではないかと思っています。だからこそ、生き残る地域を一つでも二つでも増やしたいと、地方創生的な活動を長く続けています。最初に優れたモデルをつくり、地域間で横展開して広げていくことで、日本のレジリエンスを徐々に上げていく方法もあると思うのです。

藤井： いわばグリラ戦ですよ。有事には、コミュニティに保存された活力が唯一の資産です。そういう活力を持ったコミュニティがどれだけ残っているかが勝負ですよ。炎が1つでもあれば、その炎を移して100個の炎にできる。つまり社会全体のレジリエンスを高めることにもつながります。しかし全部消えてしまったら、もう永遠に戻らない。だから1つでも保存しておくことは無限の価値があります。ぜひ先生の活動には頑張っていたいただきたいですね。

枝廣： 災害はどこで起こるかわかりません。そこで、コミュニティ側の備えとして、私たちが熱海で取り組んでいるのが「炭化プロジェクト」です。これまで燃やされて二酸化炭素の排出源になっていた端材などを、バイオ炭^{*}にして地球資源として循環させるねらいです。バイオ炭は化石燃料の代替や土壌改良に生かれます。

2m×2m×2mのキューブ型の製炭炉に入れて、5～6時間で炭にできます。消煙装置を付ければ煙も出ないので都市部でも使用可能です。4tトラックに載る移動式の炭化施設なので、災害で多くの廃材が出たエリアにトラックで駆け付け、炭にして消臭などに使ってもらうこともできる。アジャイル(機敏)かつモバイルであることが、防災におい



ては大事な要素だと思っています。

また地域のエネルギー供給を自立的に行う「スマートコミュニティ」などは、とても重要な技術だと思います。それぞれのコミュニティで、有事には自分たちでエネルギーなどもつくれるようにして、生き残る力を持っておく。食料も確保する。「自分たちで自分たちを守る」という考えが大切だと私は考えています。

長島： そうですね。当社でも地域とのさまざまな連携を進めています。例えば、スマートコミュニティとして、当社は新札幌駅直結の地区に「活彩都市」をテーマに教育や医療施設を核とした理想的なコンパクトシティ実現に向けた提案をしており、今後、実証実験を行う予定です。

また室蘭市との連携では「洋上風力発電」があります。室蘭港を浮体式洋上風力発電の技術開発の場として活用する取り組みを進めているところです。同時に、室蘭市では再生可能エネルギーを利用し、水素製造から輸送・供給・利用までの水素サプライチェーンを構築する実証事業も進めています。

さらに山梨県とは、再生可能エネルギーによる電力と水素で、工場からのCO₂排出をゼロにする「脱炭素化グランドマスター工場」の実現に向け、連携して取り組んでいきます。

ゼネコンとしては、地方の解決すべき課題に対して適切な技術を提案し、そこから互いに信頼関係を構築して、目指すべき方向と一緒に考える。そうしたことを今後、やっていければと考えています。

枝廣： そういう意味では、技術や施工の専門知識を持った人で、さらに地域住民の意見などを引き出してまとめる「ファシリテーションスキル」のある人材が地域に入ってくると、とても助かります。地域の人を集めてワークショップを繰り返し、上手に合意形成を図り、その実現のためにこんな技術がある、と紹介していく「ソフト的な人材」はこれから必要になってくると思います。

3. リアルなフィールドを持って技術の実装を

藤井： 多くの人は、イノベーションは研究室で起こると思っています。けれども、研究室で生まれたものは、普及し、社会実装されて初めてイノベーションとなるのです。日本

の技術者は、研究室で素晴らしい技術をたくさん開発しているにもかかわらず、それが導入されないまま捨て置かれている。技術者は技術の普及にもっと力を入れるべきだと思います。本来、技術をつくった人間は、それで世の中を変えたいという熱意があったはず。そこに対して努力しないわけがないと思うのです。

私のエンジニアとしての戦略は、川上から川下まで全部を一体化し、技術の提案もすること。だからテレビやラジオ等の一般メディアにも積極的に出演しているのです。大成建設さんも、そうした志向性を持って技術の普及にぜひ重点を置かれるといいと思います。

枝廣： イノベーションは「技術革新」と訳されますが、それだけではありません。社会の制度や仕組みを変えるのもイノベーションです。

例えば、私たちが熱海で取り組んでいる環境活動の一つに「ブルーカーボン」の取り組みがあります。藻場を再生して、海中の二酸化炭素を吸収させるものです。



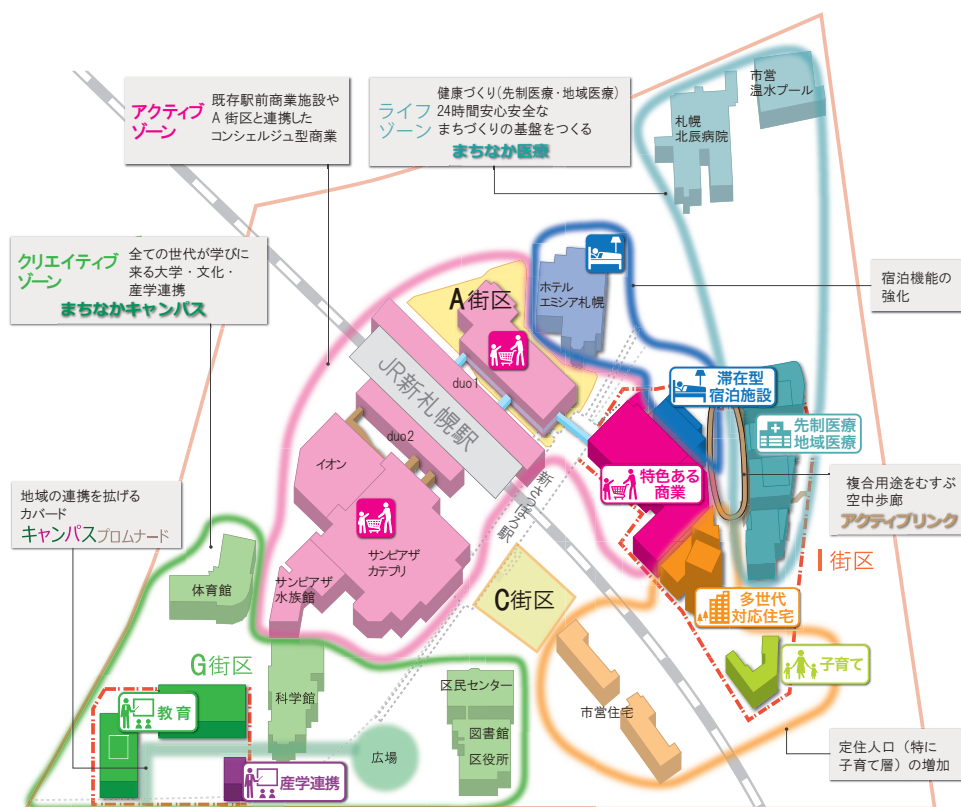
こうした実際のフィールドを持っていると、いろいろな企業から「こんな技術がある」と話が来ます。聞いてみると素晴らしい。テトラポットに、藻類の成長を促す2価鉄やリンなどの栄養素を長期間にわたり溶出できる特殊なガラスを、消波ブロックに埋め込む技術だとか。でもあまり使われていないというのです。これはすごくもったいない。技術の実装のためには、技術者、研究者がどんどんフィールドに出て関わりを持つといいと思います。

長島： 従来、建設業は「造って終わり」でしたが、近年はインフラの計画段階から参加し、造った後も維持管理を含め、ライフサイクル全体を通して関わっていく方向に変わりはじめています。技術センターも、冒頭でお話したように自前の技術開発だけにこだわるのではなく、オープンイノベーションにより社外の先進的な技術を積極的に取り入れる仕組みづくりに力を入れています。

そうすると、人材育成の考え方も変える必要がある。技術センターとしては、まずI型の専門性の強い人を育て、さらに広がりのあるT型人材が育つように、経験を積める態勢を整えていこうと考えています。

藤井： 技術者をもっと社交性を高めるべきであり、さらに言うと、政治性を高めるべきでしょう。そうでなければ強靱化は進みません。自分の技術を社会実装するために地方で活動しようと思えば、自治体の首長との連携は不可欠ですから。

枝廣： ええ。政治性を持つといっても、特定の政党を支持



して政治活動をするのではなく、今の政治の情勢を見て的確に動くことが大事です。自治体へ提案をするにしても、どのタイミングで持ちかけるか、話を通しておくべきキーマンは誰か。そういうことが肌でわかる感覚ですね。

藤井： そういう政治性が、技術者にも自ずと求められると思います。

4. 脱炭素社会をどう実現するか

長島： 先ほど「日本のアイデンティティを脅かすリスク」という話が出ましたが、現在進行中の地球温暖化も大きなリスクの一つですね。建設業界でも、環境負荷の少ない製品を採用する「グリーン調達」の流れが加速しています。その重要な技術として、当社ではカーボンリサイクル・コンクリートの開発を進めています。また、火力発電所などで排出したCO₂を回収して地下貯留していく技術にも取り組んでいるところです。カーボンニュートラルを目指すことについてはどうお考えですか。

枝廣： カーボンニュートラルに資する多様な技術開発は、今から準備しておく必要があると思います。ただ技術が完成して実装する際に、「コストアップしても導入すべき」という判断がなされるのかどうか、課題は残ります。建設プロジェクトの主体には、倫理観が問われるともいえます。もちろん、その新技術がいずれコストに見合う形になったときには、一気に普及するでしょう。もしくは海外の見識の高い国で売れる技術になる可能性はあります。環境関係の特許は、海外勢に押されていますから、今から技術開発し、特許関係も含め押さえておかないといけないと思います。

藤井： 私は、「どうすれば環境配慮行動を誘発できるか」という環境心理学の研究をスウェーデンでやっていました。政策に落とし込むときにアドバイスするのは、ストレートにCO₂を減らせばいいということではなく、CO₂削減の行動を通して別の価値の実現を目指しなさい、ということです。

例えばCO₂削減のために「モーダルシフト」を広めたいとします。そのときにCO₂を減らす行動をまずデザインすると、いろいろな価値が山ほど実現します。車を使わずバス利用へと誘導することで、バス交通が活性化し、駅前や地域のにぎわいが増す。歩く時間を増やすことで健康になる。環境を錦の御旗にして、実は別のさまざまな価値を提示して誘導するのです。

枝廣： 気候変動に関する国際世論調査の結果で、「気候変動対策はあなたのクオリティオブライフにとってプラスですか、マイナスですか」という質問に対し、世界の多くの国では約6割の市民が「プラス」と答えています。一方、日



本は逆に6割が「マイナス」だと答えている。環境対策は「やらねばならない」になってしまうと、やる気が出ません。その認識を変えて、対策に参加することが生活を豊かに幸せにする、かつCO₂も減る、というふうにしないと広がっていかないでしょう。

藤井： 広がらないですし、社会全体が不幸になっていきますよね。豊かに、幸せになるための施策が選択されないのですから。カーボンニュートラルの議論は、各国の思惑がそれぞれに絡んだ、より複雑な問題として認識したほうがいいでしょう。技術的な問題としてだけでなく、人々の行動を促す倫理的、社会的、公共政策的問題としても捉える習慣をつけるべきです。それは政治家だけでなく、技術者も、一般の人々もです。

長島： カーボンニュートラルを、単にCO₂を減らす技術的課題として捉えるだけではなく、前向きに取組めるような仕組みやインセンティブを工夫していくことは、確かに重要ですね。私は日頃、個々の技術の専門性を高めるだけではなく、T型人材を目指そうと技術センター内で言い続けてきましたが、これからのカーボンニュートラルを含むレジリエントな社会の実現へ向けては、技術者はさらに社交性と政治性も高めた活動をするべきとの示唆をいただきました。志を持って、個人として企業として与えられたそれぞれの場で、世の中をより良くしていく努力を続けていきたいと思っています。本日はありがとうございました。

※ バイオ炭：生物資源を材料とし、生物の活性化や環境の改善に効果のある炭化物のことを指す