

都市の強靱化:六本木ヒルズのエネルギー・イノベーション

京都大学大学院教授・内閣官房参与
藤井 聡



巨大地震でわが国は後進国化する

近い将来、首都直下地震や南海トラフ地震などの巨大地震に襲い掛かる大地震で、わが国は深刻なダメージを受けることは必至だ。

それら巨大地震の30年確率はいずれも70%。

すなわち、首都直下地震か南海トラフ地震の「少なくともいずれか一方」が起こる確率は実に9割超。この事実を踏まえるなら、21世紀中盤以降の日本の繁栄はその巨大地震に対する「強靱性」を持つか否かという一点に、かかっているという実態が浮かびあがる。

わが国に十分な強靱性がなければ、いずれかの巨大地震あるいはその連発によってわが国の経済、産業は致命傷を負い、中進国、あるいは後進国レベルの国家にまで凋落することは決定的となる。すなわち国民所得は大幅に縮小し、国民の生活水準は、高度成長期前程度のレベルにまで凋落することが真剣に危惧されることとなる。一方で、十分な強靱性があれば、そんな悪夢を避け、わが国の繁栄を22世紀、23世紀へと引き継いでいくことも不可能ではなくなる。

だからこそわが国は今、「国土強靱化」に可及的速やかに取り組まねばならないのである。

しかもわが国にとって深刻なのは、ただ単に経済や産業、そして生活水準の質が第二次大戦後の状況にまで凋落してしまう、という点にだけではない。欧米列強に追い付く途上にあつた戦争直後の日本人は、どれだけ貧しくとも「明るい未来」を期待する希望に満ちた心を共有することができた。ところが国力がピークを迎え、衰退していく過程で生ずる巨大地震による大打撃は、国民の暮らしを貧しくさせるだけでなく、未来への希望それ自身も打ち砕くことともなりかねない。つまり来るべき巨大地震は、日本国家それ自身の「心を折って」しまいかねないのである。そうなれば、わが国は二度と這い上がることのない奈落の底へと叩き落されることともなろう。

これこそ、国土強靱化が、単に国民の生命と財産を守るための防災対策を超越した次元で、わが国の命運のために真剣に求められている所以である。

「エネルギー」は、国土強靱化の最大の要

こうした最悪の悪夢を回避するためには実に多くの多面的な「強靱化」が必要である。ただし中でも特に重要なものが「エネルギー強靱化」だ。

言うまでもなく現代の日本は近代文明社会。

近代文明社会は、電気やガスなどの「エネルギー」が供給されてはじめて活動可能となる。だからもしそれらエネルギーが途絶えてしまえばあらゆる活動の停止が余儀なくされる。いわば、近代文明はエネルギーシステムを土台とする基盤の上にそびえ立つものなのだ。したがってエネルギーシステムが破壊されればそれは単なる巨大な「鉄くず」と化してしまう。

だからこそ、国土強靱化の中でも「エネルギー強靱化」は特に重要な取組みなのである。

そんなエネルギー強靱化の各種の取組みの中でも、とりわけイノベティブなものとして今、注目を集めているのが、東京のど真ん中「六本木ヒルズ」(写真-1)での取組みだ。



写真-1 六本木ヒルズ

六本木ヒルズと言えば、再開発を通して「21世紀の文化都心」として作られた日本が世界に誇る最先端の都心地区だ。

そこにはオフィス、商業、居住、娯楽、ホテル、放送局等、実にさまざまな重要な都市機能が集積しており、そこは今、東京の都市活動における元も重要な地区の一つとなっている。

無論、首都直下地震が東京に襲い掛かれれば、この地区にも被害が及ぶ。したがって、この地区の再開発にあたっては個々の建物の耐震性をはじめとしたさまざまなイノベティブな「強靱化」が試みられた。

ただし仮にこの地区のそれぞれの施設が「巨大地震」による攻撃のすべてをしのぎ切ったとしても、エネルギー供給が途絶えればそこでのビジネス活動も放送配信も、その継続が

不能となる。

つまり、徹底的な強靱化を図ろうとした六本木ヒルズにおいてもやはり必然的に「エネルギー強靱化」の視点は無視せざる最重要項目として位置付けられることとなったのである。

巨大地震直後でも活動し続ける強靱な「六本木ヒルズ」

そもそも首都直下地震の折には、首都圏の電力供給量の多くが棄損すると同時に、電線網も大きな被害を受け、結果的に極めて広い範囲で電力供給が途絶え、停電となることが危惧されており、これが今、首都直下地震対策における最大の懸案事項の一つとなっている。

ところが六本木ヒルズは、外部からの電力供給がすべて途絶えてもなお都市活動を継続する能力を備えているのである。というよりもそれ以上に、周辺に「余剰電力」を供給する能力すら保持している。

なぜなら六本木ヒルズは、自身の活動にとって必要な電力と熱を自己調達できるシステムを完備しているからである。

つまり、激しい直下地震直後、首都圏があらかた「ブラックアウト」してしまった折にも、六本木ヒルズは、都市活動を継続させ、煌々と明かりをともし続けることができるのである。

これが、巨大地震後の「首都復興」において、極めて強大な意義を持つであろうことは明らかだ。巨大地震によって破壊された大都市のど真ん中で無傷に生き残ることができるエリアが残存すれば、そこが、地震直後には避難や救援・救護の基地となり、復旧活動の基地となるとともに、東京における「日常」の民間都市活動を再駆動させる基地となる。都市の「核」が強靱であることは、その都市全体の回復の速度を抜本的に高めることを通して、その都市全体の「強靱性」の確保に直結するのである。

六本木ヒルズエネルギーセンター

さて、六本木ヒルズの「電力」と「熱」は、その地下に設置された「六本木ヒルズエネルギーセンター」から供給されている(図-1参照)。このセンターは、六本木ヒルズの再開発の



図-1 六本木ヒルズエネルギーセンターによるエネルギー供給エリア

時に計画、設計されたもので、(一部の施設を除いた)すべての施設の電力と熱を賄う、独立採算のエネルギー企業だ。

このセンターの第一の特徴は、最新式のシステムによって「電力」のみならず「熱」を同時に、効率的に供給するところにある。

ここで採用されているシステムは「コージェネレーション」システム(CGS)と呼ばれるもの。それは、5,750kWのガスエンジン発電機(写真-2)が5台(ならびに、予備の4,000kWの非常用発電機が3台)でガスを燃やして「火力発電」を行うと同時に、その過程で生ずる「排熱」を利用して、同地区に「熱」を供給しようとする、近年大きく注目されているイノベーションシステムだ。電力は無論、それぞれの施設の電気施設を駆動するのに活用されるが、「熱」は地区内各施設の「暖房」や「給湯」のみならず、「冷房」や「冷水」を生成するためにも活用されている。



写真-2 六本木ヒルズの地下にある5,750kWのガスエンジン発電機

このシステムでは、通常なら捨てられている「排熱」を利用しているが故に、「エネルギー効率性」が高い。結果、通常のシステムよりも資源消費量を16%も圧縮できると同時に、二酸化炭素排出量は18%、NOx排出量については実に42%も削減できる。これはつまり、当該センターが「省エネルギー」ならびに「地球温暖化対策」「環境汚染対策」に貢献していることを意味している。

これに加えて、システムの稼働にあたっては極めて高い耐震性を持つ「中圧ガス管」によって供給される「ガス」を用いている、という点が、このエネルギーセンターの第二の特徴だ。

大地震時には、「電線」は電柱が倒れる等により、仮に発電所が無傷であったとしても電力供給が途絶えてしまう危険性が高い。水道もガスも、多くの場合その配管が損傷し、供給ができなくなってしまう。

ところが、(一般家庭へのガス供給で使われている低圧ガス管とは異なる)「中圧ガス管」のシステムは極めて優れた耐震性を持っている。

例えば、東日本大震災の折にはあらゆるライフラインが破損したのだが、そんな中、中圧ガス管に関しては全く損傷が見られなかった。これは、中圧ガス管それ自身が強靱な素材で作られているからである。かくして政府は、東日本大震災以降、エネルギー強靱化の観点から耐震性の高い中圧・高圧ガス管等を活用したガス供給システムの拡充を果す方針を国土強靱化の基本計画に盛り込んでいる。

そして六本木ヒルズはこの中圧ガス管によるガスで電力と熱を作り出しているのである。したがって、巨大地震で都市

全体の大半のエネルギー供給が途絶しても、六本木ヒルズだけはエネルギーを調達し続けることが可能となるのである。

これこそ六本木ヒルズに高いエネルギー強靱性が確保されている最大の理由だ。

しかも、上述のように、平時に利用する5台の発電機に加えて、予備の発電機も設置されており、発電機それ自身の一部に被害が及んだケースでも対応可能となっており、その強靱性は二重に強化されている。「絶対安全」という言葉はいかなるシステムに対しても用いることなどできないが、この六本木ヒルズのシステムは、現実的な範囲の中でその水準にかなり近い水準に達していると期待されているのである

「危機管理」に敏感な企業が反応

ところでほんの少し前までは、「まさか」の危機を想定した「BCP」(事業継続計画、Business Continuity Plan:何らかの危機的事態が生じた時にどのように事業を続けていくかを事前に取り決めておく計画)は、ほとんど重視されてはいなかったのだが、2001年9月11日の米国での同時多発テロ以降、BCPは急速に重視されるようになっていった。六本木ヒルズはそんなBCPが目されるようになった2003年にオープンした。そして、六本木ヒルズはまさに上述のような形で、危機管理を重視する企業の要請にこたえる強靱性を兼ね備えていたのである。結果、六本木ヒルズはゴールドマンサックス社をはじめとした外国企業に高く評価され、国際的な企業誘致が円滑に進んでいったのである。

そしてわが国においても、東日本大震災以降の今、多くの企業が首都直下地震に対する危機感を募らせ、BCPはかつてよりも圧倒的に重視されるようになった。結果、六本木ヒルズは今、海外のみならず国内の企業からもオフィス立地の視点から高い評価を受けるに至っている。そしてその高い強靱性は、六本木ヒルズそれ自身の「資産価値」を大いに高めて帰結をもたらしている。

自立分散型エネルギーシステムによるBCD(事業継続地区)の形成

東京を含めた日本の各巨大都市は、巨大地震の深刻なリスクにさらされている一方、それに対する脆弱性が極端に高いという問題を抱えている。そんな中で、単なる耐震補強「だけ」ではない六本木ヒルズの強靱な都市エネルギーシステムは、わが国の「都市」の強靱化行政にとっては重大なかつ先進的なイノベーション事例を示すものとなった

そもそも、六本木ヒルズのエネルギーシステムは、一般に「自立分散型」と呼ばれるものであり、政府が閣議決定を通して策定している国土強靱化の基本計画において強く推奨されるものであった。

現状の一般的な日本のエネルギーシステムは、巨大な発電所にすべての施設を接続する一極集中型が基本だ。こう

したシステムは、平時においては確かに効率的ではあるが、ひとたび中央の発電所がダウンすればそのエリアの施設がすべて活動休止に追い込まれる、という深刻な脆弱性を抱えている。一方で、一極集中を緩和し、分散的に各地域において自立的に発電する「自立分散型」システムを導入すれば、仮に中央の発電所がダウンしても、すべてのエネルギー供給が途絶えるということはない。その意味に於いて、一定程度の自立分散性を持たせることは、そのエネルギーシステムを抜本的に強靱化させることになるわけである。

もちろん、半世紀以上もかけて構築された今日の日本の一極集中型のエネルギーシステムを一朝一夕に自立分散型に改変する「イノベーション」は必ずしも容易ではない。しかしそんな中で、この六本木ヒルズの事例は、

- 1) 大都市のど真ん中に、
- 2) 「中圧ガス管」という巨大地震に対して極めて高い強靱性を持つガスシステムをベースとして、
- 3) 効率的かつ自立的に発電・熱を供給するエネルギーシステムを構築する、

というものであり、都市の一角全体を「強靱化」する極めて先進的な事例であった。

こうした地区は今、巨大地震に襲われてもビジネスを継続し続けることが可能な地区であるという趣旨で、「事業継続地区」(BCD・Business Continuity District)と呼ばれている。そして都市の中核部を、こうしたBCDにイノベート(改変)していくことで、その都市自身の強靱性を向上させるという都市のイノベーション(深い部分での質的変化)を導くことができるのである。

都市強靱化に向けた、都市行政とエネルギー行政のコラボレーション

政府は今、こうした六本木ヒルズで示された、「中圧ガス管に基づくコージェネレーションシステム(CGS)を用いた、都心部における自立分散型エネルギーシステム」による事業継続地区(BCD)の形成モデルを、全国の主要先進都市に形成することを目指し、さまざまな取組みを進めている。

そもそも、21世紀初頭に六本木ヒルズのシステムが構築される際にも、エネルギー効率の高いエネルギーシステムの普及促進を図る観点からの政府の補助金が一部導入されていた。そんな中で今、「強靱化」の視点からのBCDの形成促進事業を「都市政策」の一環として進める制度が新たに導入されたのである。

この補助事業は、都市インフラ形成の視点から、BCD形成のためのエネルギーの「導管システム」の整備に公費を投入するというもの。

具体的には今、政府における「都市行政」では、都市を活性化するためにつくられた法律(都市再生特別措置法)によって、東京、大阪、名古屋などの大都市内に、合計59の「都市再生緊急整備地域」が指定されている(平成28年11月30

日現在)のだが、この地域では、都市の安全を確保するためのプラン(都市再生安全確保計画)の策定が推奨されてきた。これが、都心部のBCD形成を促す政府の取組みの概要なのだが、その枠組みの中で今、「エネルギー供給施設」も取り扱われるようになったのである。そして上述の、BCD形成のための自立分散型エネルギーシステムの整備に、都市行政の枠組みでの国費の投入が可能となったのである。

ちなみにこれまで、都市行政とエネルギー行政は「縦割り」の文脈の中で、融合的に進めていくことが困難であった。そんな中、この度の取組みは両者の壁を一部取り払うという側面を持っている。これはいわば、都市型の巨大地震に対する危機感の高まりが、「脆弱性」の根源的な原因の一つであった「縦割り行政」に風穴を開けた格好となったと解釈することもできるだろう。

「強靱化」による都市の発展

さて、こうした制度の枠組みの中で今、六本木以外でも、東京の「日本橋」(室町地区)をはじめとしたいいくつかの地区で、同様の「強靱」な自立分散型エネルギーシステムの面的整備が、国費補助の下進めようとされている。

こうした都市エネルギーインフラの形成は、その地区、ならびに、その都市全体の強靱性を抜本的に向上させることは繰り返し述べたとおりだ。

ただしその効果は、それにとどまらない。

それは実にさまざまな波及効果をもたらす。すでに指摘したことも含め、以下にその概要を整理することとしよう。

第一に、「排熱」を利用するCGSは、エネルギー効率が高い。したがって、都市強靱化は「省エネルギー化」をもたらす。

第二に、省エネルギーはそのまま、地球温暖化ガスの排出量の削減を意味する。したがって、CGSの導入は、「地球温暖化対策」「大気汚染対策」に貢献する。

第三に、地域それ自身の強靱化は、その地区における企業活動の事業継続性を抜本的に向上させることから、地区内部の各企業の「強靱性」を高め、それを通して「企業競争力」「企業価値」を高める。

第四に、以上を通して、その地区自身の「資産価値」の増進にも大きく寄与する。

このように、都市インフラとしてのCGSを面的に導入し、BCDを都心のコア部に形成していくことは、都市のさまざまな魅力を高める効果を持っているのである。このことはつまり、「グローバル化」の流れがまだまだ大きな力を持ち続けている現代において、「都市の国際競争力それ自身を飛躍させる」力を持っていることを意味している。そしてその帰結として、その都市自身の発展が、強靱化を起点としてもたらされることとなる。これが、都市強靱化の第五の、そして最大の波及効果である。

そもそも多国籍企業が、アジアの拠点をどこに置くのかを考えた時、東京は、その地震リスクの高さが大きなネックとなっているのが実態であった。例えば、東京は災害に対する脆弱性で、13位にとどまっており、これによって経営者視点ランキングが9位という低い水準となっている。さらに総合ランキングでも、東京は実にさまざまな高度な都市機能を持っているにも関わらず、4位にとどまっている。もしも自然災害に対する脆弱性が解消できるなら、これらランキングが上昇することは明らかだ。だから、このCGSの面的導入に基づく事業継続地区BCDの形成を通して、都市全体の強靱性を高めることができれば、東京の国際競争力はどのような都市にも劣らない「最強」水準に達するものと期待されるのである。

このことはつまり、「強靱化」は、ただ単に狭い意味での防災力高めるだけにとどまらぬ、重大な効果を多面的に及びし得ることを示している。

そもそも「有事」において有用なシステムを導入すれば、そのシステムは地震が訪れない「平時」においても、大きなメリットを発揮する。だから強靱化の取組みは、災害時以外の平常時にもメリットをもたらす。そして、その対象の価値それ自身は、平時と有事の双方を総合的に評価することで得られるものであるから、強靱化は自ずと、その対象の価値を比較的に増進させる効果を持つのである。

かくしてCGSの面的導入による地区エネルギーの強靱化は、平常活動時における省エネや環境対策に貢献すると同時に、その地区の資産価値と国際競争力の増進をもたらす、それを通して、都市を根底から発展させる力を持っているのである。

好むと好まざるとに関わらず、災害大国日本の巨大都市は、深刻な災害リスクにさらされている。そうである以上、日本の巨大都市は「強靱化」というイノベーションを果たさぬ限り、持続的に発展していくことはあり得ない。

もちろんこの主張は、巨大災害が生ずる「前」の現時点においても真実だ。しかし、それがより一層明確となるのは、巨大災害が発生した「後」だ。その時、強靱性の確保に地道に取り組んだ地区と、そうでない地区とで、雲泥の差が生ずることとなるのは明々白々だ。

——そしてそれが、今の時点で分かっているからこそ、あらゆる都市で強靱化していかねばならないのである。

本稿で紹介した六本木ヒルズの事例は、そんな取組みの小さな一例だ。

巨大地震によってわが国の巨大都市が壊滅し、それを通して21世紀中盤に中進国、後進国へと凋落してしまう——そんな悪夢の未来を回避するためにも、六本木ヒルズで行われたような都市強靱化の取組みを一步ずつ進めていかねばならない。本稿がそうした都市強靱化の取組みを支援し、近い将来に、東京が、大阪が、そして名古屋をはじめとした全国の各都市が、根底から強靱化されるイノベーションを果たす未来を、心から祈念したい。