

建築家・榎本康三がスペシャリストとサステナビリティについて語る

ARCHIMODE

ARCHIPLAN PRESENTS : Expert dialogue series

May 2022.vol.01

巨大地震は来る！—地球科学者鎌田浩毅氏に聞く

近未来に発生が予想される巨大地震への備え — 命、生活、財産を守る免震建物 —



京都平安ホテル金閣の間にて

巨大地震はいつどこで？

巨大地震の予知・予測の現状

大地変動の時代のはじまり

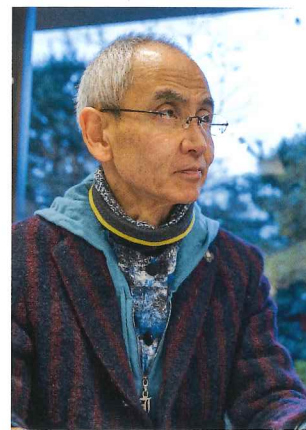
榎本 巨大地震の予知、予測の現状について教えてください。

鎌田 日本は今、大地変動の時代に入っています。そもその発端は2011年に起こった東日本大震災です。マグニチュード（以下M）9.0の大地震で東北の沖合、縦500km、横200kmにも及ぶ岩盤が割れました。同等の地震は1000年周期で起こっています。直近では西暦869年に平安時代の貞観地震がありました。城の石垣が崩れ、内陸部まで浸水し野原が大海原になるような津波に襲われたとの記録があります。

榎本 1000年周期ということはさらにその1000年前にも同じような地震があったということですか？

鎌田 そうです。津波堆積物の層からわかるのですが、500年～1000年周期で津波に見舞われてきたことがわかっています。逆にいうと、ここ1000年の間M9の地震は起きていなかった。それだけ大規模な地震が起こったことが、全ての変動の始まりとなっています。1000年ぶりだから、規模も大きく影響も非常に長続きします。最近、関東・東北・中部で直下型地震が多くなっていますが、それも東日本大震災が誘発したものです。4000万人以上が暮らす首都圏直下での地震もスタンバイ状態となっています。首都圏では19箇所、震源域が想定されていて、次にどこで地震が起きるかわからない。それが「首都直下地震」です。

大地変動の時代になり、次に想定されるのが、「南海トラフ巨大地震」です。南海トラフは静岡から九州まで東海（静岡沖）、東南海（名古屋沖）、南海（四国沖）と3つのセグメントに分かれます。南海トラフ巨大地震は、1605年、1707年、それから幕末の1854年、昭和に入ってから1946年と、約100年に1回起こっていますから、100年おきでパスがない。となると次は2035年±5年となります。ここで一つ注目していただきたいのですが、大体3つが連動するのですが、東海地震だけ1944年～1946年の周期に発生していない。



鎌田浩毅

HirokiKamata

日本の地球科学者。京都大学名誉教授、特任教授。専門は火山学、地球科学。1955年東京都生まれ。1974年筑波大附属駒場高校卒業。1979年東京大学理学部地学科卒業。通商産業省地質調査所を経て、1997年より京都大学大学院人間・環境学研究科教授、2021年より京都大学レジリエンス実践ユニット特任教授・名誉教授。1987年東京大学理学博士。「京大人気No.1教授」の「科学の伝道師」。「週刊エコノミスト」に『鎌田浩毅の役に立つ地学』を連載中。著書に『京大人気講義 生き抜くための地震学』（ちくま新書）、『首都直下地震と南海トラフ』（MdN新書）、『富士山噴火と南海トラフ』（ブルーバックス）、『火山噴火』（岩波新書）など。

これはどういうことかということ、東海地震はもう起きないというわけではなくて、パスした分の歪みを溜めている可能性があるということなんです。

もう一つ法則があって、南海トラフ巨大地震は3回に1回連動してM9クラスの巨大地震になるんですね。それ以外は3地域の発生年が多少ばらけたり、小規模になったりします。けれども1707年の宝永地震は3ついっぺんに、しかも約20秒の間に動いたという記録がある。周期的に次は3回目なので、2035年±5年はいっぺんに動く可能性が高いのです。さらに宮崎沖、日向灘でのプレート間地震も誘発され4連動地震となる可能性も危惧されています。首都直下地震はいつ起きてもおかしくないで、非常に対策しにくいのですが、南海トラフは約100年に1回起きて、パスがない。逆にいうとこれは、絶対に日本全体で準備しなくてはいけないのです。

首都直下地震と南海トラフ巨大地震のメカニズム

榎本 内閣府では「南海トラフ地震と、首都中枢機能への影響が懸念される首都直下地震は、今後30年以内に発生する確率が70%」と予測されるとしていますが、南海トラフ地震

と首都直下地震は別ものなんですか？

鎌田 メカニズムも起きる時期も全然違います。

榎本 それが混同してしまうんですね。地震の構造自体も違うのですね。

鎌田 そうです。首都直下地震は、陸の中でストレスがかかった時にずれる。地震というのは、弱いところから割れて、断層面を作るんですね。それが、地上へ上がったのが活断層。立川断層ってありますね。20kmくらい崖が繋がっている。それがまさに地下の直下型地震が地上に出たものです。

一方で、東日本大震災は海のプレートが沈み込んで、陸のプレートが跳ね返る海溝型地震です。南海トラフの「トラフ」は溝が少し緩く滑らかで、漢字で書くと海盆となります。メカニズムとしては海溝型地震と一緒にプレートが沈み込む時のたわみで地震が起こります。

榎本 単刀直入にお聞きしますが、首都直下地震はいつ起きるんですか？

鎌田 それが一番気になる場所です。首都直下の震源域の変位を見てみると、立川断層帯は地下の地震の割れ目が

榎本康三

KozoEnomoto

一級建築士・免震部建築施工管理技術者・免震建物点検技術者。1955年京都生まれ。彫刻家五里攻に師事。1980年同志社大学経済学部卒業。1984年に京都で建築士事務所を設立後1987年に東京にてアルシプラン（株）一級建築士事務所を設立。彫刻家として活躍しつつ建築設計の仕事も手掛け、集合住宅・施設等の設計を始め、店舗デザイン、クリニック等、注文住宅においては300棟を超える物件の設計を手掛ける。現在は免震建物の設計や、海外の物件等にも携わる。『曲面における位相空間』箱根彫刻の森美術館買上げ。現在、美ヶ原高原美術館にて展示保存。その他神奈川県立美術館買上げ保存など、受賞多数。



地上に出ていて、荒川沈降帯は荒川流域の地下に埋もれています。野田隆起帯は逆に地下深部で隆起している。関東平野というのはこれだけたくさんの地震の巣が隠れていてどれかが動く。いつ動くか全くわからないというのが正直なところ。ちょうどロシアンルーレットみたいに。でも、どこが動いても付近は震度7になる可能性が高い。中でも一番怖いのは東京のど真ん中。安政江戸地震も1894年明治東京地震もM7クラスの直下型地震が起こりました。特に東京湾の北部で地震があると、被害が大きくなります。地震の揺れの被害だけでなく広範囲で液状化が起きる。隅田川や中川に囲まれた、墨田区、江戸川区、台東区などはゼロメートル地帯ということと、軟弱地盤地域ということで被害は甚大になります。

榎本 確実に起きると思っておもしろくないということですね。

鎌田 そうですね。1923年の大正関東地震は首都圏に大きな被害を及ぼし、直後に大火災を引き起こしました。相模トラフでの地震なので厳密には海溝型地震ですが首都圏に被害を及ぼすという意味で首都直下地震として警戒されています。

す。これなどは、ある意味、歪みが溜まった満期状態です。地震発生についてはあまり確率では言及していないのですが、災害に合った人にとっては100%です。起きなければ0%。つまり、個人にとっては0か100なんですよ。それが19箇所あるという意味ではやはり100%近く起きる。スタンバイ状態で、確率にしたら70%だけど、明日起きてもおかしくないという意味になるんです。

榎本 南海トラフ巨大地震が首都直下地震を誘発させるということはないのですか？

鎌田 それはあり得ます。東日本大震災で大地変動の時代になり、活断層が誘発されて地震が起きやすくなっているように。東日本大震災で、陸のプレートが跳ね返り、東に5.3m引き伸ばされました。今、日本列島には引き伸ばされたことに対するストレスがかかっているんですね。それを戻そうとして地震が起きるんです。これが0地点まで戻るのに100年くらいかかります。だから30年くらいは地震を起こしながら少しずつストレスを解放するんですよ。しかし東日本大震災からまだ11年しか経ってないから、今後20年くらいは地震が頻発するでしょう。海溝型地震が活断層地震を誘発する。M9が起きるといえるのはそういうことなんです。東日本大震災で1000年ぶりの地震が起きて、大地変動の時代になり、100年ぶりの南海トラフ巨大地震が来る。そのちょうど間くらいに首都直下地震が来る可能性がある。よって、我々は首都直下と南海トラフの両方に対処しないといけないのです。

南海トラフ巨大地震による被害

鎌田 東日本大震災はM9.0でしたが南海トラフはM9.1と想定され、エネルギーとしては同レベルですが、被害量は10倍違うとされています。東日本大震災が20兆円の被害に対して、南海トラフは220兆円、犠牲者の数も2万人に対して、32万人、つまり16倍。なぜエネルギーが同じなのに、被害が10倍かという居住人口が違うからです。南海トラフの被害地域は太平洋ベルト地帯にあたり、日本のGDPの30%に相当する。一方、東日本は3%です。つまり、GDPに比例して被害総量が掛け合わされるわけです。

また、南海トラフの被災人口は6千万人。日本の人口1億3千万人の約半分が被災する。東京から九州、宮崎まで全域が被災するので、救助はそれより外側からの到着を待たなくてははいけません。いくら助けを待っていても到着は非常に遅れるでしょう。ということは自力で助からなければいけないし、自分の家が壊れないようにしておかないと、誰かが助けに来てくれるのを待てないんです。それが南海トラフと東日本大震災の違いなんです。

榎本 首都直下地震で2.3万人、南海トラフ地震で32万人の犠牲者が出るとされています。その内の7割が火災によるケース、3割が建物の倒壊とされています。よく考えてみれば、火事の原因は、建物が潰れる、もしくは揺れたことよって起きるわけですね。建物自身が持ちこたえれば、火災の発生率も7割どころかぐんと減るのではないかと私は考えているんですけど。

鎌田 まさにそうで、まず防災の基本は建物を壊さない。倒れないようにすることがポイントです。そうすると火災もぐっと減る。だからまず、根本から手当てしないといけないという意味では全くその通りだと思います。

アートが命と心を守る

巨大地震の被害を想定外にしないために

地球科学と建築

榎本 ところで、鎌田先生は地球科学者という肩書きをお持ちですが、ということがご専門なのですか？

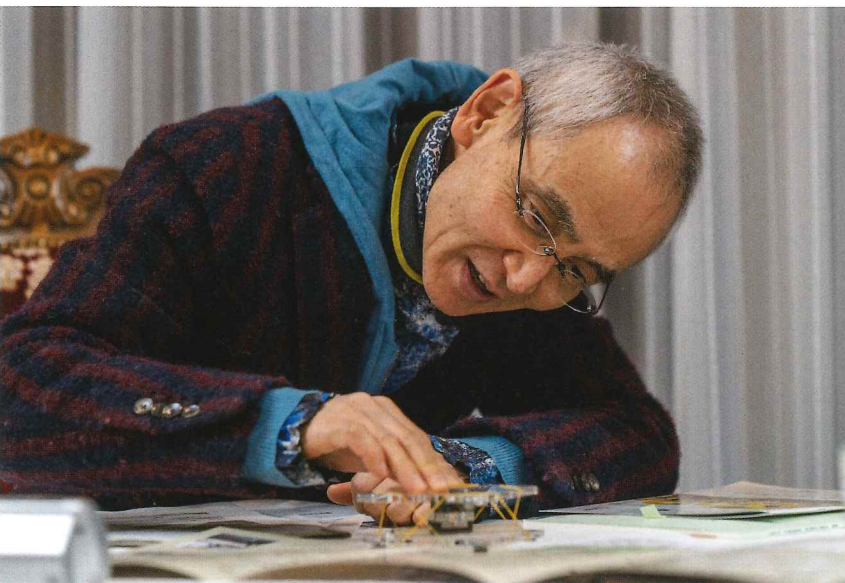
鎌田 高校の理科は物理・化学・生物・地学に分かれ、地学では地球と宇宙のことを学びますね。大気とか外側の宇宙空間は宇宙科学ですが、地球科学は地球とその周りの大気圏が含まれます。私が地球科学者を名乗るのは、地震も噴火も、気象災害も地球温暖化も、地球周りの固体と流体の全てを扱うからです。

榎本 地球というと、昔のことを思い出すんですけど。私はもともと、同志社大学経済学部に入った後、美術をやりたくて、五里攻という彫刻家に出会い師事しました。大学の3年間程、弟子入りして先生のアトリエに入り浸っていました。先生とは宇宙や地球のことなどいろいろな話をするんです。毎晩焼酎を飲みながら。「榎本、宇宙は曲がってるだろ、空間も曲がってるんだ」という禅問答みたいな話を（笑）。芸術家ですので、地球科学ではないのですが、美術的な観点から宇宙や地球について考える時間がありました。五里先生はガウディのような少し変わった建物を建てる芸術家で設計なんてせず、思うままに作っていました。

鎌田 まさにインスピレーションなんですね。面白い（笑）。

榎本 私はそこから建築の方に進んだので、鎌田先生とはジャンルが違いますが地球科学には興味があります。また非常に重要な専門分野だと考えています。

鎌田 最終的に人の命を救うのが、私が地球科学を研究する目的なんです。私は自然を扱う理学系だけど、自然界と人間との間には工学が必要なんです。工学的に安全な建築を実現される方がいて初めて人が助かるわけで、私がいくら声を上げてても直接的に人の命を守れませんから。



写真A 免震装置の模型に目を輝かせる鎌田先生

企業もBCPの観点から災害を考える

榎本 鎌田先生の論文で災害時の事業継続計画（BCP）に言及されているものがありますが、被害を減らすことについて地球科学者としてどのように考えていらっしゃいますか？

鎌田 先ほどもお話ししたように南海トラフ巨大地震では首都圏から九州まで被災するので救助に時間がかかり、自分で自分の身を守らなくてはなりません。それは企業も官庁も同様でどれくらい自前で立て直せるかが課題になります。まず、ハードとしては地震が来ても家や会社が壊れず、ソフトとしては個人が死なないで生き延びることが重要です。

次に、首都圏や大阪などの大都市では「帰宅困難者」の問題を考えなくてはなりません。東日本大震災時には650万人が帰宅困難になり、大混乱しました。ここで心配なのは、押し合いへし合いになって、群衆雪崩が起こること。そのような被害を防ぐために今提案しているのは、会社にいるときに被災したら帰らないという選択です。地震が起きたら3日から1週間は会社に留まる。そのため水、食料、医薬品、簡易トイレ、できれば発電機を会社が備蓄する。そして、都心に残った人たちは全員が助ける側にまわる。そのために今からどれだけ準備できるかが勝負です。もし6千万人全員がそう意識したら、被害は格段に減ります。

防災社会的に、今から準備を開始すれば内閣府は人的被害を8割まで、また土木学会はインフラ被害を6割まで減らせると言っていますが、私はもっと減らしたい。それにはまず人の意識を変えることが重要です。そのために全ての建物に免震設計を導入して欲しいのですが、それだけではなく、助かった後に何ができるかという準備をする。そういう意味では、みなさんにぜひ「防災士」の資格を取って欲しいと思っています。

以前知り合いの会社の講演会でその話をしたら、社長さんが感激して、社員全員が防災士を取得しました。そのお金を全部会社で出したんですね。さらにその会社では、社屋や工場に非常電源、発電機を導入し、1週間は外部からの電力供給が切れても稼働できるようにしている。商売として他社が何もできなくても、うちはすぐに仕事できますと。そういう会社は災害に強いんですよ。

BCPは一般にビジネス面でのことですが、それを個人レベルでも意識していただきたい。今日の榎本先生のお話は非常に心に響くものがありまして、K邸では個人が免震住宅を建てて人を助ける側に回られるということでした。新しい発想ですよ。今度このエピソードを講演会で使わせてもらおうかな（笑）。

榎本 それはぜひ（笑）。アルシプランでは免震構造を採用した集合住宅も設計しています。5階建の集合住宅で、1階がクリニック、2、3階が保育園、4、5階が賃貸マンションです。当初、オーナーは全部賃貸マンションで考えられていたのですが、自分のお子さんがまだ小さいことや防災的なことなど検討されて、保育園を併設しました。保育園には親御さ



京都平安ホテル池泉回遊式庭園にて

んが安心して子供を預けられるように、ということで免震構造を採用しました。費用は多少かかるのですが、安全な建物を作ることで、BCPに繋がったり、社会貢献できたりする建物となり、オーナー様には非常にご満足いただいています。

アートと防災

鎌田 そのように、個人が免震構造を採用することで行政からの補助はないんですか？

榎本 残念ながら出ないんです。確かに公共施設は地震の時に残る必要がありますが、全体量に対して少ないので、もっと民間や一般の住宅にも普及して欲しいと思うのですが。

鎌田 首都直下地震の経済損失は95兆円、国家財政の2倍になります。それだけの額が1回の地震でぶっ飛ぶんですから今のうちにもっとお金をかけて対策するべきですよ。

だから広報することもとても必要ですね。アウトリーチ（啓発・教育活動）というんですけれど、私たちの業界でも地震、火山について伝えるアウトリーチ専門家が非常に少ないんです。私しかいない（笑）。建築の分野にもアウトリーチのトップランナーというか、前に出る人が必要ですね。そうしないと良さが伝わらないし、お金をかけることが、最終的には命を守り、BCP的にも経済的被害を減らすということの説明がまだ足りないんでしょうね。

榎本 鎌田先生は災害への備えについて色々活動されていますが、私も建築の分野から何かできないかと考えています。

鎌田 ぜひそれは応援したいですし、せっかくなので何かコラボできるといいですね。

一つ広報に繋がるかなと思うのは、アルシプランの作品はグッドデザイン賞などをとられていますが、デザインってこれからの豊かな生活、未来的なインセンティブになると思うんです。だからデザイン賞を免震住宅の普及に繋がらないかと。美しいデザイン、機能と美。これにどのくらいお金をかけられるか。人は美や豊かな生活に対して、投資できる生き物です。榎本先生はもともと彫刻家、アーティストですからね。そこをもう一回全面に出してはいかががでしょう。ここ

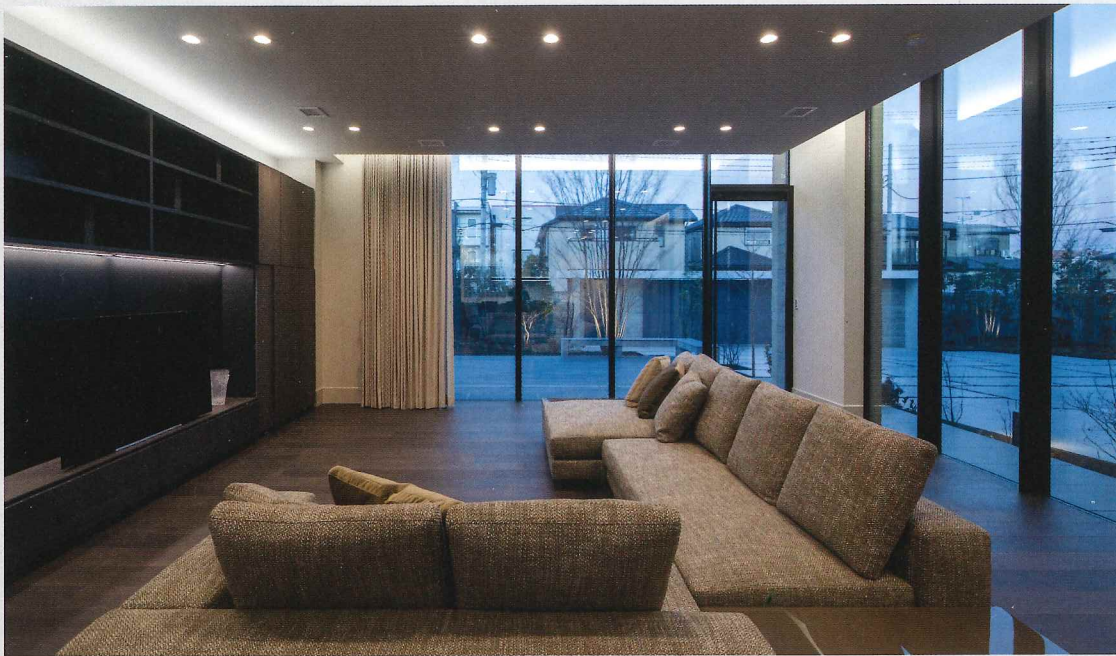
でいうデザインは建物だけではなく、生き方のデザインにも繋がります。豊かな生活、楽しい人生を送る時には、もちろん安全安心が必要ですよ。さらに、いいデザインの家に住んでいることは、明るく楽しい未来に繋がります。多少高いかもしれないけど、未来の子供たちへの大きな投資になるでしょう。美しさ、楽しさ、明るさ、未来に開けたイメージが、人々の興味をひくのではないのでしょうか。つまり、グッドデザインというのは建物だけに留まらない。この建物に住むことを選んだ自分の心に対して、自分のキャリアにグッドデザインのGマークがつく。そういうことに投資することが、自分の人生を開くわけですよ。きっとこの家に住んだら、運が良くなるんじゃないかな（笑）。そういう活動を地道に繰り返すと、めぐりめぐって6千万人が助かって、南海トラフを日本全体で迎え撃ってしのげると思うんです。

榎本 アートが防災につながると。

鎌田 まさにそうです。アート、芸術、美しさ、しなやかさはすごく大事だし、未来指向の必須アイテムだと思うんですよ。アートを持ち込むって、どんな分野も難しいんですよ。芸術はなかなか身近じゃないし、綺麗でなくても食えるだろう、生活できるだろうとどうしても思っちゃう。でもそうではなくてアートが日常にあることで勇気付けられる。特に、地震とか噴火に遭遇した時、瓦礫の山や火山灰で殺伐たる風景になるでしょ。そこで、身近にアートが何か一つでもあると人は癒される。みんながホッとすし、そこから勇気が湧いてくる。アートには本来そういう力があるんですね。だからアーティストで地震でも壊れない家が建っていたら、周りで打ちひしがれた人たちが、ここにすれば助かるし、しかも勇気までもらえる。これは本当に素晴らしい建築物で、たくさんの人を惹きつけるでしょう。アートと技術の力で人々の命や生活と豊かな心を守ることを、ぜひ社是に加えてください。

榎本 生きる希望が出てきそうですね。

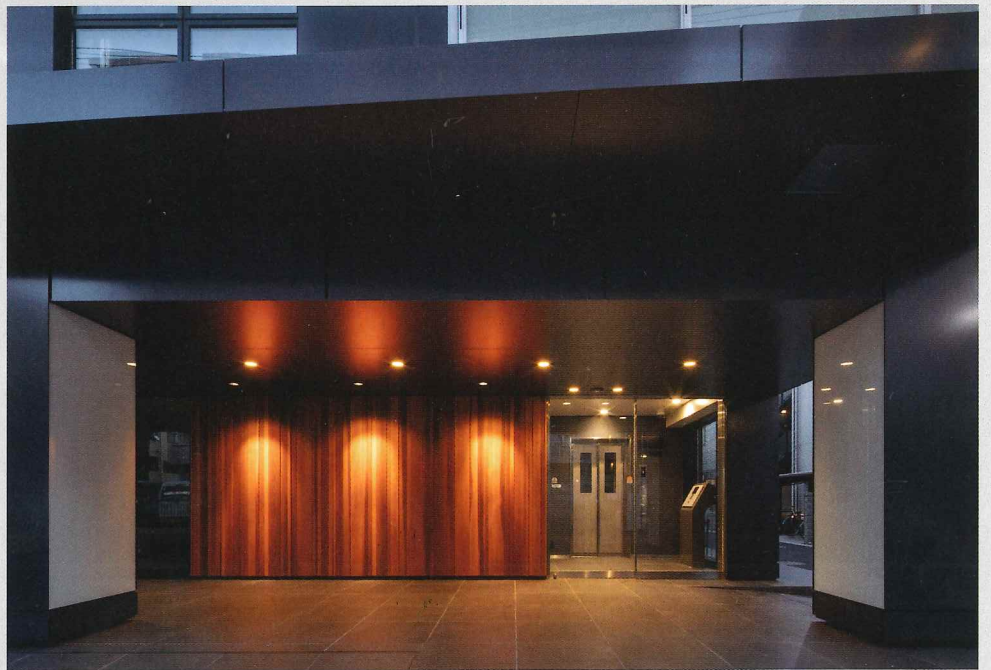
鎌田 そう、まさに生きる希望です。それをアルシプランは提供しますと。いいキャッチフレーズができましたね（笑）。



世界有数の地震大国日本。これまで度重なる震災の被害を受け、柱や梁などの構造体を大きく頑丈にすることで生命と財産を守る強固な構造体へと進化してきました。免震構造は地震力をしなやかに逃すことで構造体の損傷を軽減する構法です。これによって柱梁を小さく薄くし、大空間や大開口の開放感のあるデザインが可能になります。

アルシプランでは免震構造を用いて、安心安全で美しい住まいを実現し、日本の町並みを豊かにしていきたいと考えています。

免震構造が可能にする建築デザイン



website
ホームページ



consultation
ご相談



Facebook
フェイスブック



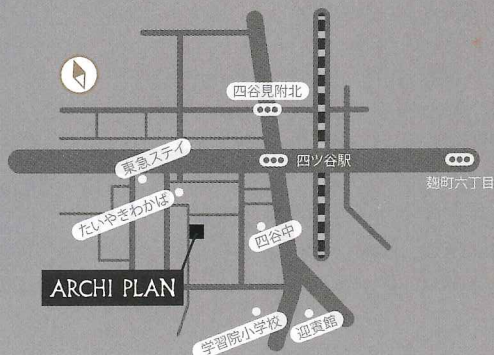
鎌田 浩毅
ホームページ

ARCHI PLAN

一級建築士事務所
アルシプラン株式会社

〒160-0004 東京都新宿区四谷1-15
アーバンビルディングサカス8・1階

TEL : 03-5269-7383 FAX : 03-5269-7384
JR四ツ谷・地下鉄丸の内線四ツ谷駅 徒歩5分



Google Maps