# A-Forum

Archi-Neering Design Forum

# 2014-2015 Forum

# 目次

はじめに ..... 2
できごと ..... 6
A-Forum コアメンバー紹介 ..... 8

## A-Forum Forum 2014-2015

第 1 回「専門家として建築主に安全をどう説明するか」 ..... 12
コーディネーター：神田順　　パネリスト：江尻憲泰、高木次郎

第 2 回「使える超高層が壊されるのは何故」 ..... 21
コーディネーター：和田章　　パネリスト：岩井光男、中川雅之

第 3 回フォーラム「それぞれの、建築の安全」 ..... 28
コーディネーター：金田勝徳　パネリスト：三井所清典、細澤治、日置雅晴

第 4 回「建築とメディア」 ..... 33
コーディネーター：安達功　　パネリスト：真部保良、磯達雄、西川直子

第 5 回「大規模な空間構造の計画と技術 – 新国立競技場をめぐる多様な視点」 ..... 36
コーディネーター：斎藤公男　パネリスト：今村創平、小澤雄樹、多田脩二、廣石秀造、福島加津也

第 6 回「伝統木構造を生かす道」 ..... 44
コーディネーター：神田順　　パネリスト：北茂紀、玉腰徹

第 7 回「構造工学の科学から社会の靭さと脆さ」 ..... 50
コーディネーター：和田章　　パネリスト：城戸隆宏、山脇克彦

第 8 回「耐震偽装事件発覚から 10 年－事件は日本の構造設計界に何をもたらしたのか－」 ..... 58
コーディネーター：金田勝徳　パネリスト：五條渉、小駒勲、西尾啓一

第 9 回「大屋根が動く、ということ」 ..... 66
パネリスト：斎藤 公男、与那嶺 仁志

第 10 回「基準と法律」 ..... 73
コーディネーター：神田順　　パネリスト：久田基治、富田裕

## e-mail magazine 冒頭エッセイ no.1~23 ..... 77
（MS ＝斎藤公男）（AW ＝和田章）（JK ＝神田　順）（KK ＝金田勝徳）

# < はじめに >　ー A-Forum 冊子発刊に当たって

A-Forum のオープニング・パーティ（記念祝賀会）が行われたのは 2013 年 12 月 19 日（木）の夕刻。会場となったレモンビルの 1 階（トラットリア・レモン、レストラン）と 5 階（A-Forum、展示・懇親会場）は 100 名近い人達の熱気に包まれました。集まったメンバーの顔振れからは新しい活動の場が予見され、タテ・ヨコの強いネットワークの誕生が感じられた瞬間でした。素晴らしいスタートが切れた喜びと一抹の不安。はたして期待に応えられえるか。その時の私自身の偽らざる気持はこれでした。
メールマガジン no.1（2014.2.7）“A-Forum 始動 ” の中に神田順さんがこんな一文を載せています。「姉歯事件以来の昨今の、建築、特に構造分野の閉塞感に元気を吹き込みたいという思いがあります。これから、A-Forum の空間でどんなことが出来るか、想像するだけで疲れも吹っ飛ぶ感じです。皆様、お楽しみに。そして、さまざまな提案をお寄せください。」と。
それから 2 年、あっという間に時間が過ぎました。此の度、これまで行ってきた「フォーラム」と時折発信の「メールマガジン冒頭エッセイ」が皆さんの協力で A-Forum の活動の一環として小冊子にまとめられました。只々、感無量の思いです。

思い起こせば A-Forum の誕生・開設にはいろいろなドラマ（秘話）がありました。三輪富成（㈱三誠社長）さんの発案でコアメンバーとなる 4 人（斎藤・和田・神田・金田）が初めて顔を揃えたのは 2013 年 6 月頃だったでしょうか。エンジニア達が自由に集まり、議論できる場をつくりたい。職能や世代を超えた魅力づくりははたして可能だろうか。そうした暗中模索のような意見交換から生まれた「夢」の実現にたちまち全員が意気投合。次のステップへと、ギアは瞬時に加速されたわけです。

まず、その場で始まったのは部屋探し。大変幸運なことに希望したお茶の水の地、レモンビルの 5 階という願ってもない広いスペースにめぐり合いました。フォーラムやライブラリー、展示やミーティングといった多様な機能がひとつながりの空間で可能となりそうだ。その時のヒラメキや予感はみごとに的中しました。

つぎに着手したのは、改装計画とインテリアデザイン。壁面を埋めつくす木製の大きな書棚や掲示板、大小の机の設計・制作は新進の建築家・大西麻貴さんにお願いしました。家具の塗装を学生諸君と一緒にスタッフ全員で行ったことも懐かしい思い出です。そして一番の工夫は照明器具。事務所風の味気ない白色蛍光灯を暖色系に換え柔らかい膜（ガラス繊維）曲面で包み込んだデザインは木質のインテリアと調和し、豊かな空間演出に成功したのではと自負しています。同時に大型スクリーンの設置やプロジェクター等の充実がフォーラムの円滑な運営を確かなものにしてくれました。ともあれこうした、空間構成や運営の最初のアイディアやデザインがその後 2 年間の諸活動に実に上手くフィットし、大きな変更や破綻もなく機能しているようです。その意味で A-Forum の現在の有様は “ 奇跡 ” としかいいようがありません。

このフォーラムの名称をどうするか。それも当初の議論では大きなテーマでした。「構造デザイン」という言葉は魅力的であり、すでに建築学会では「構造デザインフォーラム」が 20 年前頃から続いており、JSCA でも「構造デザイン発表会」が活発に行われています。しかし “ 構造デザイン ” という言葉は構造以外の専門家からは遠く、構造設計との差異もあいまいです。まずは構造に関わる技術者や研究者だけでなく、建築の設計や生産・環境も含め広く建築界に開かれたフォーラムとしたい。そんな思いを共有した上で、アーキニアリング・デザイン・フォーラム（Archi-Neering Design Forum、略称 A-Forum）の名を冠することに意見が一致しました。

アーキニアリング・デザイン（AND）とはArchitectureとEngineering Designとが互いに融合・触発・統合する様相を意味する言葉ですが、イメージ（こういうものをつくりたいという想像力）とテクノロジー（こういうものがつくれるという実現力）とを互いに結ぶ相対的ベクトルが重要だという普遍的な解釈も含まれています。エンジニアからみたANDの基本概念はテクノロジー（科学・工学・技術）のもつ役割や可能性を見据え、より良き「建築」の創出をめざすこと、といえるでしょう。
こうしたANDの理念と構造設計・構造デザインに関心を抱く方々が積極的かつ自由に活用できる「集いの空間（フォーラム）」となること。これがA-Forum開設の目的と考えます。建築の研究・教育・設計・生産に関わるさまざまな人々の相互交流を通じて、今日の、さらには次世代の建築界に新しい活力を生み出す一助になることがA-Forumに期待されているはずです。
“A”をもじったカワイイロゴ。いろいろな発信情報の全ても麓絵理子さんに担当してもらい、A-Forumにも確かな流れが生まれてきたように感じられます。

ところで今回の冊子では、二年間にわたるA-Forumの歩みの中からA・Fフォーラム（第一回〜第十回）とメールマガジン冒頭エッセイの全てを掲載することとしました。いずれも4人のコアメンバーを中心に運営委員会で企画・執筆されたものですが、そこに底流するものは今日的なテーマ。すなわち近年の建築界に立ち現われた多様な問題と諸課題が色濃く反映されています。たとえば建物の安全性、社会資産としての建築、耐震偽装問題、基準と法律、メディア論などがある一方で、伝統木造、新素材・稼働建築、大空間や超高層などの設計法や構造システム等があげられます。中でも建築界の昨今の話題の中心は何と言っても「(旧）新国立競技場」でしょう。A-Forumが開設された2013年12月はそのフレーム設計がほぼ終了し、基本設計がスタートする直前でした。その1年後の同時期には賛否両論の渦の中で「大空間プロジェクトの多様な視点」（計画・技術）が議論され、計画が白紙撤回（2015.7.17）された翌月には「大屋根が動くということ」をテーマに、初めて可動屋根の困難な課題と実現に向かっての方策が明らかにされました。さらに建築学会と共催する形でAND凱旋展の第四回ミニフォーラム（2016.1.25）では「新国立の現実と幻の狭間」と題して、設計者からの成果報告をめぐってのフォーラムが企画されています。プロジェクトの透明性に応えられなかった日本の行政や建築界にとってこうしたオープンで中立的議論の場を可能にしていくことがA-Forumの大きな役割のひとつとあらためて考えさせられます。多大な対価とエネルギーを投入した「新国立問題」を一過性の出来事として風化させてはならないでしょう。第二ステップとなった「(新）新国立競技場」も本来はナショナル・プロジェクトとして設計者とゼネコンが一丸となって取り組むべき戦略が必要と考えますが、次の機会にこのフォーラムの場で議論したいものです。
「新国立」のみならず今日の建築界をとりまく課題・問題は少なくありません。耐震偽装や杭問題は単に技術書倫理のみならず、発注者や業界の社会的責任と姿勢にも深く関わっています。また、コンピューターと設計力（発想・検証）の相関は設計と生産のあり方や建築教育にも広くつながっているはずです。デザイン・ビルドとは一体何か。その中立的議論も急務でしょう。市場経済と集合住宅。超高層の更新、都市と防災。建築基準法の見直しに期待されているものは構造設計がめざす安全性と創造性の向上に他なりません。魅力的な構造デザインの発掘・吟味も楽しみのひとつ。若い人達の参加を促すこれからのフォーラムの動向が一層注目される処です。

最後にもう一度 A-Forum に期待されるものを 3 つにまとめてみました。すなわち

第一に　職能や専門、背負っている組織や企業の枠をこえて、参加する個人が自由に思考し、意見を交換すること。風通しのよい空間をつくりたい。

第二に　個人の立場を尊重しながらも、建築や都市のことづくりやものづくりに深く愛着と興味を抱き、よりよきイメージの実現に向かうこと。楽しく魅力的な空間をつくりたい。

第三に　今を考え行動するとともに、次世代に継承すべき多くのものに心を配り、実践すること。老若の境のない永続的な空間をつくりたい。

今回つくられたこの小冊子がこうした展望を実現するための軌跡の第一歩となり、私達自身を鼓舞してくれるものと信じています。皆様の一層のご活躍と A-Forum の未知にして大いなる発展を期待してやみません。

2015 年 12 月　A-Forum 代表　斎藤公男

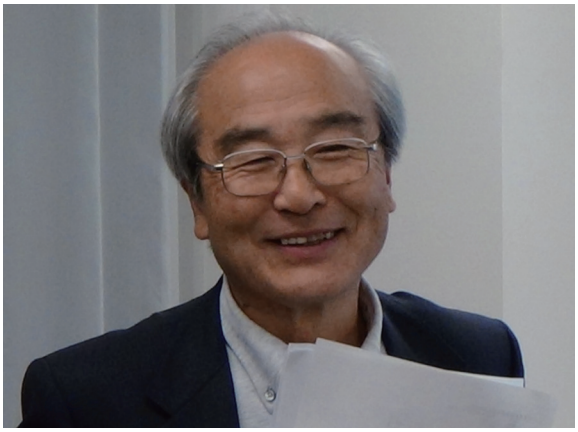
アーキニアリング・デザイン凱旋展 2015 in 日本大学 CST/ 日本大学理工学部 お茶の水校舎にて

A-Forum
2014-2015
Forum

# できごと　2013.12 ～ 2015.12

| 年月 | A-forum | 建築 | 社会 |
|---|---|---|---|
| 2013 年 12 月 | 12/19　A-forum　Open | | 4 日　「和食」無形文化遺産に登録<br>6 日　特定秘密保護法成立 |
| 2014 年 1 月 | | 23 日　日本スポーツ振興センターが新国立競技場の基本設計着手を発表 | 9 日　三菱マテリアル四日市工場爆発事故<br>13 日　日本貨物鉄道、東日本大震災で発生したがれきなどを被災地から運び出していた専用列車の運行を終了 |
| 2014 年 2 月 | A-Forum　e-mail magazine 配信開始 | 15 日　大雪で埼玉・富士見市市民総合体育館の鉄骨屋根が 2000㎡にわたり崩落 | 作曲家佐村河内守ゴーストライター事件<br>7 日　第 22 回冬季五輪ソチ大会開幕 |
| 2014 年 3 月 | | 7 日　適判見直しなどを盛り込んだ建築基準法改正案が閣議決定される / 「あべのハルカス」完成。地上 60 階、高さ 300m の日本一高いビルとなる<br>16 日　施工中に不具合が見つかった三菱地所レジデンスの億ションで解体・建て直しが決定 | 31 日　『森田一義アワー 笑っていいとも !』放送終了 |
| 2014 年 4 月 | 12 日【第 1 回フォーラム】専門家として建築主に安全をどう説明するか（コーディネーター：神田順） | 22 日　構造計算ミスの見逃しで日本ＥＲＩに 1 億 4800 万円の賠償命令 | 1 日　消費税８％スタート / 原発事故による避難指示区域が初の解除。（福島県田村市「都路地区」）<br>6 日　東日本大震災で被災し運休していた三陸鉄道全線が運行再開 |
| 2014 年 5 月 | | 28 日　日本スポーツ振興センターが新国立競技場の基本設計案と概算工事費を公表 | 25 日　AKB48 握手会傷害事件 |
| 2014 年 6 月 | 6 月 21 日【第 2 回フォーラム】使える超高層が壊されるのは何故（コーディネーター：和田章） | 住友不動産が分譲した横浜市内のマンションで杭長不足による施工不良が発覚<br>11 日　森ビルによる虎ノ門ヒルズ竣工<br>20 日　書面での契約の義務化などを盛り込んだ改正建築士法が成立 | 4 日「STAP 細胞」論文が撤回<br>21 日　「富岡製糸場と絹産業遺産群」世界文化遺産に登録決定 |
| 2014 年 7 月 | | 2 日　国土交通省が検査済み証のない建築物の増改築を容易にするためのガイドラインを公表 | 9 日　ベネッセコーポレーション顧客情報大量流出<br>22 日　マックナゲット腐った鶏肉事件<br>26 日　佐世保女子高生殺害事件 |
| 2014 年 8 月 | 21 日【第 3 回フォーラム】それぞれの、建築の安全（コーディネーター：金田勝徳） | 1 日　宮崎シーガイア「オーシャンドーム」の解体を発表。想定以上の屋根の腐食で改修を断念<br>18 日　日本スポーツ振興センターが新国立競技場の公募型プロポーザル 2 件を公示 | 20 日 広島市北部で大規模の土砂災害 |
| 2014 年 9 月 | | 談合情報で国立競技場解体工事の契約が停止に | 27 日　御嶽山が 7 年ぶりに噴火 |
| 2014 年 10 月 | 14 日～　AND 中国巡回展開始<br>28 日【第 4 回フォーラム】建築とメディア（コーディネーター：安達功） | 31 日　新国立競技場の施工予定者が屋根は竹中工務店、スタンドは大成建設に決定<br>18 日～　「ザハ・ハディド Zaha Hadid」個展開催（東京オペラシティ アートギャラリー） | 7 日　ノーベル物理学賞受賞者に赤崎勇・天野浩・中村修二が決定<br>8 日　日本全国で皆既月食 |
| 2014 年 11 月 | | 22 日　最大震度 5 強の長野県神城断層地震により白馬村の集落で全壊多数 | 10 日　映画俳優の高倉健死亡<br>27 「和紙 日本の手漉和紙技術」無形文化遺産に登録<br>28 日　映画俳優の菅原文太死亡 |
| 2014 年 12 月 | 8 日【第 5 回フォーラム】大規模な空間構造の計画と技術―新国立競技場をめぐる多様な視点（コーディネーター：斎藤公男） | 13 日～「東京駅１００年の記憶」展開始（東京ステーションギャラリー）<br>18 日　国立競技場 ( 南工区 ) の解体工事開始 | 3 日　小惑星探査機「はやぶさ 2」打ち上げ。<br>17 日　リニア中央新幹線、2027 年の開業へ向けての建設が開始 |
| 2015 年 1 月 | | 31 日　伊良部大橋（長さ 3,540m）が開通、通行料が無料の橋として国内最長 | 20 日　ISIL による日本人拘束事件 |
| 2015 年 2 月 | 2 月 25 日【第 6 回フォーラム】伝統木構造を生かす道（コーディネーター：神田順） | 17 日　札幌の看板落下で国交省が緊急調査を都道府県に要請 | 20 日　川崎市中 1 男子生徒殺害事件 |

| 年月 | A-forum | 建築 | 社会 |
|---|---|---|---|
| 2015 年 3 月 | | 3 日　国交省が耐震診断・改修の報酬基準を告示化。第三者調査を「検査費」として明示<br>13 日　東洋ゴム工業の免震偽装が発覚<br>24 日　省エネ基準適合義務化を定めた新法が閣議決定される<br>27 日 「平成の大修理」を終えた国宝姫路城天守閣の一般公開再開 | 14 ～ 18 日　第 3 回国際連合防災世界会議開催<br>21 日　東日本大震災で被災した石巻線が全線で再開 |
| 2015 年 4 月 | 23 日【第 7 回フォーラム】構造工学の科学から社会の靭さと脆さ（コーディネーター：和田章） | 21 日　国土交通省が今後 10 年程度の住宅政策の方向性を示す住生活基本計画の見直しを開始 | 14 日　福井地方裁判所、関西電力高浜原子力発電所 3・4 号機について再稼動を差し止める仮処分命令を関西電力に下す<br>22 日　首相官邸無人機落下事件 |
| 2015 年 5 月 | | 17 日　川崎の簡易宿泊所が全焼し 10 人が死亡<br>23 日～　映画『だれも知らない建築のはなし』公開 | 29 日　口永良部島 新岳で爆発的噴火<br>30 日　東日本大震災で被災した仙石線が全線で運転再開。仙石東北ライン開業 |
| 2015 年 6 月 | 26 日【第 8 回フォーラム】耐震偽装事件発覚から 10 年―事件は日本の構造設計界に何をもたらしたか―（コーディネーター：金田勝徳） | 29 日　下村博文・文部科学相が新国立競技場の総工費が 2520 億円に膨れ上がることを発表<br>30 日　アマゾンジャパンが日本の住宅リフォーム市場に参入 | 1 日　日本年金機構、個人情報漏洩事件<br>30 日　東海道新幹線火災事件 |
| 2015 年 7 月 | 18 日　AND 中国巡回展終了 | 1 日～　寺田倉庫・東京デザインセンター共催「ARCHI DEPOT TOKYO」開催<br>17 日　安部首相が新国立競技場建設計画の白紙撤回を決断 | 1 日　閏秒が適用される<br>13 日　任天堂・岩田社長が死去<br>27 日　東京五輪・パラリンピックのエンブレムを発表 |
| 2015 年 8 月 | 27 日【第 9 回フォーラム】大屋根が動く、ということ（コーディネーター：斎藤公男） | 29 日～「オスカー・ニーマイヤー展　ブラジルの世界遺産をつくった男」展開催 | 11 日　九州電力・川内原子力発電所 1 号機再稼働<br>JR 東日本連続放火事件 |
| 2015 年 9 月 | | 1 日　新国立競技場整備事業の公募型プロポーザルが公示<br>11 日　関東・東北豪雨により各地で河川が氾濫、茨城県常総市などで堤防が決壊 | 1 日　東京五輪・パラリンピックのエンブレムの使用を中止<br>14 ～ 16 日　熊谷連続殺人事件 |
| 2015 年 10 月 | 15 日【第 10 回フォーラム】基準と法律（コーディネーター：神田順） | 横浜市内のマンションの杭工事一部について、施工の不具合と施工報告書の施工データの転用・加筆が発覚<br>6 日　東京都が五輪 3 施設でデザインビルドによる入札を公告<br>13 日　NASA「2030 年代に火星に建設する宇宙飛行士用の居住施設」設計コンペで、ニューヨーク在住の日本人建築家、曽野正之氏が最優秀賞<br>16 日～フランク・ゲーリー展 "I Have an Idea" 開催<br>31 日～ 「近代建築ものづくりの挑戦」展開催 | 1 日　スポーツ庁設置 |
| 2015 年 11 月 | 16 日～　AND 凱旋展 2015 in　日本大学 CST 開催 | 5 日　ヤフーとソニー不動産が中古マンションの個人間売買を支援するサイトを開設<br>13 日　小松精練×隈研吾の世界初のカーボンファイバー建築「ファーボ」お目見え<br>20 日～「ラーニング・アーキテクチャー 2015 ｜建築、学びの冒険―大学 の建築設計課題の動向展」開催<br>27 日～　日本初！イタリア国際建築賞「デダロ・ミノッセ」巡回展開始 | 5 日　渋谷区が、同性カップルに「パートナーシップ証明書」を発行<br>11 日　国産初のジェット旅客機 MRJ 初飛行<br>13 日　パリ同時多発テロ事件<br>23 日　靖国神社トイレ爆破事件 |
| 2015 年 12 月 | 3 日　AND 凱旋展第一回ミニフォーラム「デザインと構造をつなぐ、1 / 1 のデジタルファブリケーション」<br>18 日　AND 凱旋展第二回ミニフォーラム「テンション材（膜・ケーブル）による新たな空間づくりの可能性」<br>A-Forum 冊子発行 | 4 日～　ブラジルが最も愛した建築家 リナ・ボ・バルディ展開始<br>22 日　新国立競技場、大成建設などが提示し、建築家の隈研吾氏がデザインした「A 案」が採用決定 | 10 日　ドローンの飛行規制が施行<br>29 日　ギニアのエボラ出血熱流行の終息宣言<br>31 日　IUPAC が 元 素（113 番、115 番、117 番、118 番）を認定。周期表の第 7 周期（118 番元素）までは全て埋まる |



## 斎藤　公男　Saitoh Masao

【略歴】

1938　群馬県前橋市出身
　　群馬県立前橋高等学校卒業
1961　日本大学理工学部建築学科卒業
1963　日本大学大学院理工学研究科博士前期課程
　　建築学専攻修了
1973 ～ 91　日本大学理工学部建築学科　助教授
1991 ～ 2008　日本大学理工学部建築学　教授
2007　第 50 代 日本建築学会会長
2008　日本大学　名誉教授

【主な資格、受賞】

工学博士、一級建築士

日本建築学会賞(業績) (1986)、松井源吾賞 (1993)、Tsuboi Award (1997)、Pioneer Award (2002)、BCS 賞 (1978, 1993, 2003, 2004)、作品選奨（2003)、Aluprogetto Award 1st prize (oval dome/bio structure/Motenashi-Dome) (2006)、日本建築学会教育賞 ( 教育分野 ) (2007)、IASS Torroja Medal (2009)

【主な著作】

・新しい建築のみかた [ 最新版 ](2014､エクスナレッジ )
・風に向かって（2013、彰国社）
・建築の翼（2012、監修、建築技術）
・空間　構造　物語（2003、彰国社）
・つどいの空間（1997、共著、日本建築センター）
・建築の構造とデザイン(1996､共著､丸善株式会社 )

## 和田　章　Wada Akira

【略歴】

1946　岡山県生まれ
1968　東京工業大学理工学部建築学科 卒業
1970　東京工業大学大学院理工学研究科建築学専
　　攻修士課程 修了、株式会社日建設計 入社
1981　工学博士（東工大）
1982　東京工業大学助教授
1989　東京工業大学教授
1991　MIT 土木工学科 客員教授
2000　イタリア・カターニア大学 客員教授
2011　東京工業大学 名誉教授、日本学術会議会員
2011 ～ 2013　日本建築学会会長
2013　IABSE 副会長

【主な資格、受賞】

工学博士

日本建築学会賞・論文（1995)、日本建築学会賞・技術（2003)、市村産業賞・貢献賞（2005)、日本鋼構造協会業績表彰・特別賞（2006)、日本免震構造協会賞技術賞・特別賞（嶺 2010)、Fazlur R. Khan Lifetime Achievement Medal by the CTBUH、第 6 回日本構造デザイン賞・松井源吾特別賞、第 21 回 BELCA 賞（ベストリフォーム部門）(2011)

## 神田　順　Kanda Jun

【略歴】

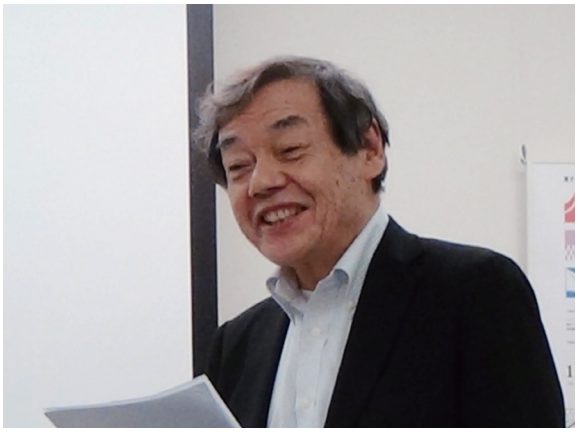
1947　岐阜県生まれ
1970　東京大学卒業
1972　東京大学大学院修了、竹中工務店入社
1979　Edinburgh 大学　PhD
1980　東京大学建築学科　助教授
1989　Johns Hopkins 大学　客員助教授
1995　Stanford 大学　客員教授
1996　東京大学大学院工学系研究科　教授
1999　東京大学大学院新領域創成科学研究科
　　社会文化環境学専攻　教授
2003　建築基本法制定準備会会長
2012　日本大学理工学部建築学科特任教授
　　東京大学名誉教授

【主な資格、受賞】

１級建築士、Ph D（エディンバラ大学）
日本建築学会霞ヶ関ビル記念賞（論文）（1991）、日本建築学会賞（論文）（1996）、日本風工学会功績賞（2015）

【主な著作】

建築物の耐風設計（1996 年、共著、鹿島出版会）
耐震建築の考え方（1997 年、岩波書店）
東京の環境を考える（2002 年、共著）
限界状態設計法の挑戦（2004 年、監修）
安全な建物とは何か（2010 年、技術評論社）
建築構造計画概論（2012 年、共立出版）



## 金田　勝徳　Kaneda Katsunori

【略歴】

1944　東京都生まれ
1968　日本大学理工学部建築学科卒業、(株) 石本建築事務所 入社
1986　(株) 石本建築事務所退社
　　(株) TIS ＆ Partners 取締役
1988　(株) TIS ＆ Partner 退社
1988 ～現在　(株) 構造計画プラス・ワン　設立
　　代表取締役
2004 ～ 2006　工学院大学　非常勤講師
2005 ～ 2006　横浜国立大学　非常勤講師
2006 ～ 2011　芝浦工業大学　特任教授
2011 ～ 2014　日本大学理工学部　特任教授
2011 ～現在　(一社) 日本建築構造技術者協会
　　(JSCA) 副会長

【主な資格、受賞】

工学博士、構造設計一級建築士、一級建築士、JSCA 構造士
日本構造技術者賞 (JSCA 賞)、松井源吾賞（2000)、日本建築学会賞作品部門 (2010)

特集 鉄と構造デザイン

構造設計・構造デザインに関心を抱く人々の新しい"集いの場"

# A-Forum 始動

Archi-Neering Design Forum

より良き「建築」の創出へ―。鋼構造、空間構造の専門家らがコアメンバーとなり、次世代の建築界に新しい活力を創造するための活動を行う「アーキニアリング・デザイン・フォーラム（Archi-Neering Design Forum、略称・A-Forum）」が昨年 11 月に発足した。代表には斎藤公男・日本大学名誉教授が就任し、和田章・東京工業大学名誉教授、神田順・東京大学名誉教授、金田勝徳・日本大学特任教授（構造計画プラス・ワン代表）の 3 氏がコアメンバーとなる。事務所は東京都千代田区神田駿河台 1-5-5、レモンパート II ビル内に置く。現在、オープニングイベントとしてミニ展示会「AND 展 2013」が開催されている（2 月 28 日まで）。

A-Forum のベースとなるアーキニアリング・デザイン（AND）は、Architecture と Engineering Design との融合・触発・統合の様相を意味する言葉で、AND の基本理念は technology（科学・工学・技術）のもつ役割や可能性を見据え、より良き「建築」の創出を目指すことにある。A-Forum は、この AND の理念の実現と構造設計・構造デザインに関心を抱く人たちに、「積極的かつ自由に活用していただくための“集いの場（フォーラム）”となることを目的」(設立案内より）に設立した。さらに「フォーラムが建築の研究・教育・設計・生産に関わる人々の相互交流を通じて、次世代の建築界に新しい活力を生み出すための一助になる」(同）ことを期待している。

A-Forum の主な活動は、

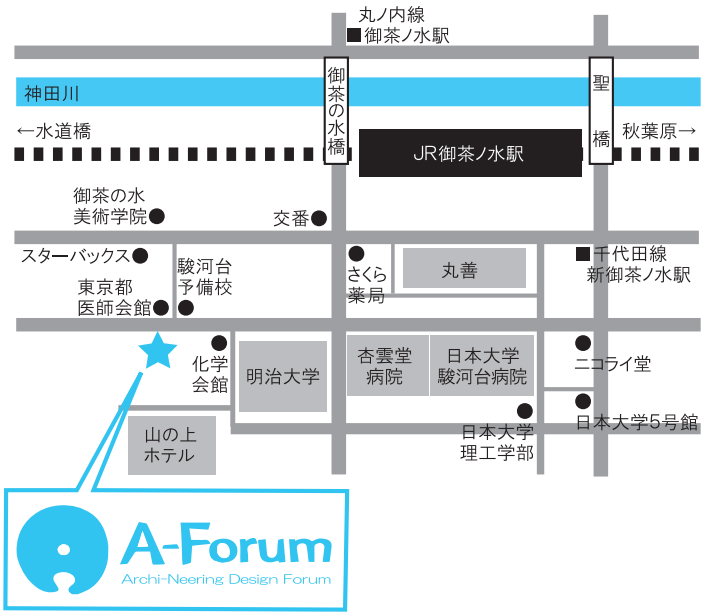
①同会の主旨に関連した書籍などを中心とした「ライブラリー」を開設し、「自由に閲覧できる場」の提供

②建築と技術、構造設計や構造デザインなどを中心とした講演会、シンポジウム、研究会、懇談会などの開催

③ AND に関する展示をはじめとした多様な作品展の企画・開催

④関連情報の収集・発信、建築界の活性化のための諸活動

フォーラムは予約制となり、来館前に必ずホームページのメールフォーム、もしくは電話にて予約が必要。




A-Forum
Archi-Neering Design Forum

Tel：03-5281-7880
Fax：03-5281-7881
http://www.a-forum.info/

## 来館要予約

【開館時間】10：00 ～ 17：30
（水曜日 14：30 ～ 17：30）
【休館日】　土・日・祝日
※夏季・冬季休館時や館内整備のため利用が不可な期間有

〒 101-0062 千代田区神田駿河台 1-5-5 レモンパート II ビル・5F
1-5-5-5F Kanda-Surugadai Chiyoda-ku,Tokyo, 101-0062 ,JAPAN
JR 中央線、総武線御茶ノ水駅徒歩 5 分
東京メトロ千代田線新御茶ノ水駅徒歩 6 分
東京メトロ丸の内線御茶ノ水駅徒歩 10 分

2014/04/12 開催 第 1 回フォーラム

# テーマ：専門家として建築主に安全をどう説明するか

サブテーマ１：どのような地震に耐えることを安全と言うか。
サブテーマ２：どれだけの建築主が、自分の建物に責任をもてると考えているか。

コーディネーター：神田 順　パネリスト：江尻 憲泰、高木 次郎

法律を満足していることが必ずしも安全を意味しない。そもそも建築主としては、安全な建物を建てようと思っていることを前提に、それでは、どのように説明することが求められているか考えてみたい。地震の発生と地震動の強さに関する予測の不確実さをどう伝えるか、建物の耐力や安全余裕をそのように伝えるか、そして要求する安全性として適切な判断と受け入れられるかが、ポイントである。

サブテーマ１については、1923 年の関東地震と 1995 年の兵庫県南部地震を比較対象とすることは欠かせない。建設地の地震発生の危険度と地盤特性としての揺れやすさを説明した上で､考えてもらうことが必要。参考資料（筒井）と関係して、不安をあおる形で条件の悪い場合を想定することに対して、客観的な指標としての確率の位置づけが基本。
サブテーマ２については、誰も少しはそのような意識があるという前提で議論したい。「法律が守るべき」とか「専門家が考えるべき」ということから先を考えていない人には、やはり安全とは何かを考える機会を与えたい。「安全には手を抜かないように」とか「十分お金もかけた」とかの定性的な理解にとどまっていることに対して、どこまで安全にすれば責任をとれることになるのか、論じたい。参考資料（江尻）は、いきなり確率を数値で示しても理解を得ることにならないことへの警鐘と解釈できる。

安全に関する一般論として、確率論に基づく信頼性指標を尺度とすることについて、専門家の間でどの程度の理解が得られているか、詰める必要がある。再現期間を荷重強さの尺度とすることに関しても同様に拒否反応を示される場合がある。その場合、ここをどのように乗り切るかが第 1 の関門。確率的な尺度が、客観性をもつ相対的な尺度としては、有効であることを確認したい。その次のステップとして、安全性を増加させるのに要するコストと安全性を増加することによって低減できる損害期待値とのバランスの説明をすることで、安全目標に対しての適切な判断ということが概念的には理解してもらえると考える。被害の大きさの想定は、建築主としても十分に予見可能である。それと安全目標が結ばれることは、受け入れられるのではなかろうか。
建築物はすべからく社会資産としての意味を有していて、それの安全性を決めるのは建築主だから、それなりの責任を有するということを理解してもらうことが必要である。これを、具体的に設計を請け負った段階ですると なると、相当な時間をかけることが求められる。安全な建物の建築主であることが、社会に対する貢献という感覚を醸成できるとよい。

（神田　順）

参加者
安達功　安達俊夫　大澤隆　岡村祥子　金子雅彦　金田勝徳　金箱温春　北茂紀　楠川邦輔　斎藤公男
佐藤淳　田中哲也　丹野吉雄　日向野登　久田基治　堀冨博　松永直美　三輪富成　湯田博哲　和田章

## 江尻 憲泰　Ejiri Noriyasu

1962 年生まれ
（有）江尻建築構造設計事務所取締役、長岡造形大学教授、日本女子大学非常勤講師、千葉大学非常勤講師。
千葉大学卒業、同大学大学院工学研究科修了。一級建築士、ＪＳＣＡ構造士、構造一級建築士。
著書：「最高に楽しい建築構造入門」
受賞：2010 年日本構造デザイン賞、2011 年日本建築家協会賞、2012 年日本建築学会作品選奨、2013 年第 14 回日本免震構造教会賞など

## 高木 次郎　Takagi Jito

1969 年生まれ
首都大学東京都市環境科学研究科　准教授

京都大学・同大学院工学研究科修了、Stanford 大学土木環境工学科（Ph.D., Fulbright 奨学生）、一級建築士、構造設計一級建築士、米国建築構造技術士 P.E.

1995 年日建設計構造設計室、2000 年 Guy Nordenson and Associates (New York)、2007 年 Arup Japan

# 定性的な安全性の確保

Ensuring Qualitative Safety

**江尻憲泰**　Ejiri Norihiro

(有)江尻建築構造設計事務所取締役、長岡造形大学教授、日本女子大学非常勤講師、千葉大学非常勤講師／1962年生まれ。千葉大学卒業。同大学大学院工学研究科修了。一級建築士、JSCA構造士、構造一級建築士。著書に『最高に楽しい建築構造入門』。2010年日本構造デザイン賞、2011年日本建築家協会賞、2012年日本建築学会作品選奨、2013年第14回日本免震構造協会賞受賞ほか

構造設計者としての立場から“住むこと”を考えると、誰もが一番に地震や自然災害に対する安全性の確保を考えるだろう。そして、その安全性は建築基準法や各種基規準に規定されている計算式に基づき確認しておけばよいという感覚になってしまっている。

私は、1980年代後半から構造設計業務を行っているが、以前は、構造設計者が小さな住宅の設計に携わることはほとんどなかったと記憶している。根拠があるわけではないが、当時は建築基準法の仕様規定を満たしていれば耐震性は確保されていると考えていたからだと思われる。近年、集合住宅等大規模建築物だけではなく、戸建て住宅から伝統建築物に至るまで構造設計者がかかわることが多くなってきた。また、戸建て住宅でも地盤調査が行われるようになり、昭和の時代に比べて安全性は格段に向上してきている。しかしながら、構造設計者が建物の利用者を意識して設計したり、利用者との打合せで設計が進められることはほとんどない。

## 定量的な安全性

構造計算上の安全性は、鉛直荷重や地震力、風圧力等の外力に対して検討される。外力を設定してから、その外力により生じる部材の応力に対して部材が壊れていないかを確認し、同時に建物の変形にかかわる層間変形角や剛性率、偏心率もチェックする。その他にも、鉄筋コンクリート造の建物であれば、鉄筋のかぶり厚、コンクリートの強度、鉄筋の定着長さ等々、多くの数や数値を用いて安全性の計算や検討が行われている。

明治中期から建築の安全性を数値化する研究が行われ、1919年に建築基準法の前身である「市街地建築物法」が定められてから、定量的に外力を把握し、安全性の確認をすることが要求されるようになった。そして、「建築基準法」は1981年に施行され、地震力を検討するうえでの最も基本的な数値となる標準せん断力係数等、構造計算で使われている数値や計算式が規定された。その後、1999年には、「住宅の品質確保の促進等に関する法律品質確保法」(品確法)が施行され、建築基準法上の地震力を1.0とし、1.25倍や1.50倍の地震力で設計された建物を、等級1、等級2、等級3と建物の地震等に対するグレードが設定された。また、新設建物だけではなく、既設建物も、耐震診断において、耐震指標(Is値)と耐震判定指標(Iso値)により耐震性が定量的に把握されるようになった。

個々の細かいところは修正や改善されながら運用されているが、多くの先人が残してくれた成果(基規準等)を利用して、計算を行えば、定量的に明解な安全性の判断が可能な時代となった。

## 利用者(住まい手)の感覚

では、利用者は安全性についてどのように感じ、または考えているのだろうか。現実的には漠然とした感覚しかない人が多いように思われる。大半は、壁が多いことや柱が太いことで安心感を得る人が多いのではないだろうか。中には、設計者の資格や実績を確認し間接的に安心感を得ている場合や設計者や構造設計者の人柄で判断していることもあるのではないだろうか。最近では、情報が正しいかどうか怪しいが、インターネットを通じて情報を収集して学習している利用者も多い。

構造設計者が定量的に安全性を確認している反面、計算方法が複雑なこともあって、一般の人は、数値に対してほとんど理解していないのが現状であり、現実の安全性と利用者の安全性に対する感覚は乖離している。

安心には、実際の安全性を確保するだけではなく、住む人の経験、感覚、理解も重要な要因となる。設計者の資格により安心が確保されているとすることは、あまりにも安易である。ブラックボックス化することはやむをえない場合はあるかもしれないが、いろいろな視点からの安心感、中身の見える安心感が求められている。

## 定性的な安全性

構造設計者にとって定性的とは、建物の塑性変形性能が高いとか、剛性が高く変形をしないといった物理的性質を思い浮かべるが、一般人の日常生活から考える安全性はどうなるのであ

ろうか。

本を大量に所有している学校の先生が木造住宅に住んでいる場合、その先生にとっての安全性は、家具が少ない家とは異なるであろう。揺れの少ないRC造のマンションを勧めることは簡単であるが、一軒家に住みたいと考える人も多い。木造住宅の場合、筋交いに石膏ボードで壁を仕上げることが一般的である。石膏ボードは特殊な金物を使えば、本棚を固定できるが、大きな地震で倒れようとする本棚を固定する強度は期待できない。しかし、耐震要素として内壁に構造用合板を採用すれば、本棚は大きな地震力に抵抗してしっかりと固定できる。建築基準法で想定する地震力の1.25倍に対して、筋交いで設計する場合と、建築基準法上の地震力に対して構造用合板で設計するのでは、どちらがこの学校の先生にとって安全性が高いのだろうか。

寝たきり老人のいるお宅ではどんなことが考えられるか。寝たきり老人は、災害時に自力で避難することはできない。そうすると、助け出し易さが重要となる。家具や什器が散乱していては救助が難しく、ものをできるだけ少なくするか、できるだけ建物の変形を抑えた方がよい。このような場合、等級1で変形が抑えられたRC造と等級2で変形する鉄骨造では、どちらが寝たきり老人を介護する建物としてよいかは判断が難しい。

現行の壁量計算では、簡便な計算とするために柱や梁の樹種では耐力壁の壁倍率は変わらない。実際には、杉や松、ひのき等、樹種によって釘の保持力は変わるので、耐力は大きく異なる。木を見た目やにおい等好みにより選択することが多く、構造性能は考えない場合が多い。知らないうちに見た目で判断した結果に、実際の耐震性能が左右されている。地震の多い地域や心配性の利用者では、樹種による構造性能が解ると、耐力を定量的に算出しないまでも選択が変わるのではないだろうか。

例を挙げると限りなく出てくるが、このように、住み手や住み方によっては、定性的な考えを加味すると、定量的に算出した安全性が絶対とは限らないのである。

個人的な意見ではあるが、施主を含めてもう少し定性的な構造安全性について話し合いが必要で、定量的なことは解り難いかもしれないが、定性的な話は一般人にも解り易く、議論していけば、お互いの共通認識を形成し易くなるのではないかと思う。

## 安全性に対する要求事項の増加

最近の安心、安全は、家具や仕上げにも要求され始めている。2009年の駿河湾沖地震での家具が倒れたことによる圧死事故や最近では2012年12月に起きた笹子トンネルの天井板落下事故、設備機器についても2013年7月に道路照明の灯具部分の落下事故が報道されるなど、気を付けていると頻繁に報道されている。原因はいろいろ議論されているが、老朽化した建物が多くなって来ていることも事故原因のひとつである。

2013年には天井の脱落防止措置、エレベーター、エスカレーター等の脱落防止措置に関する法律が公布されている。仕上げや設備等、建物の付帯物に対する安全の考え方は、建物本体に比べると遅れている感があるが、着実に体系化されつつあり、基規準類が整備されてきている。設備や仕上げ、家具などは一般の人が身近に感じる部分での安全性が要求されるようになりつつある。

解析技術は向上したが建物本体の検討事項が増えて技術者の作業量が肥大化してきている。まだ、解明していかなくてはならないことも多いなか、大きな地震の可能性が指摘され、昭和の建物も老朽化し、耐震補強も急務である。不安要素を徹底的に突き詰めて行くのであれば、本棚や食器棚のような家具まで安全性を定量化する対象となりうる。細かくなればなるほどに作業量は増え、ミスをする確率は高くなる。多くの人の手に分ければ、分野化が始まり、その境界部分の確認があいまいになる。しかも、研究者、設計者、技術者共に数は今後減る方向にある。構造のような技術的なことについても、一般の人々へ説明することが重要な事項となってきているので、仕事量を考えると絶望的な状況のようにも思える。

このような状況であるからこそ、人が住むことを想像し、定性的な安全性を考えていくなかで、必要な事項について定量的検証を行うことが本当の安全、安心につながっていくのではないだろうか。





参考資料：江尻憲泰「定性的な安全性の確保」建築雑誌1月号

# 新視点

## リスクと発生確率、期待値

筒井　勲

最近、世間では想定外とは言えないため南海トラフの津波では最大３６万人の犠牲者が想定される、大阪、兵庫でも４万７千人の死者が予想される、首都直下型の地震では１万１千人の死者が、火災で消失する家屋は８５万棟と予想されるなどなどの危険予知情報が大々的に喧伝されている。国民は当に小心翼々、戦々恐々状態になっている。これらの悪い出来事の発生確率と被害額を掛け合わせたものが期待値でありリスクの大きさである。ところが発生確率にはあまり言及せず、被害の大きさのみ独り歩きの嫌いがある。

我々はさまざまなリスクに囲まれてリスクと付き合いながら生活している。自動車事故による死亡者数は年間で平成５，６年頃までは約１万人、最近は減って５，６千人という数である。ＷＨＯによれば世界の自動車事故による死亡者数は年間１３０万人と言われている。自動車利用の利便性が高く自動車ゼロ運動やデモは起こっていない。さまざまな災害の１０万人あたりの年間死亡者数で比べると交通事故で９人、航空機で０．０１３人、地震で５人、火事で１．７人である。話題の原子力では０．０００００１人である。＜完全な安全＞ではないが＜実質的な安全＞という安全圏に入ると言われている。もちろん原子力の場合は死亡者数よりも放射線による被害額は膨大なものとなることは言うまでもない。

### 地球温暖化について

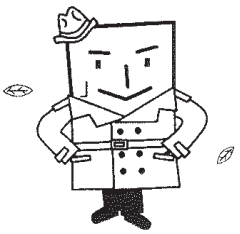
２酸化炭素の蓄積による地球温暖化の問題も既にリスク回避が極めて困難な状況にあるようである。発展途上の中国、インド、ブラジルはもちろんアフリカ諸国で炭酸ガスの発生を抑制することは極めて困難であることは明らかであり、すでに蓄積されたものが減少することもない。｛産業化以前から世界平均気温の上昇を２℃以内に収める観点から温室効果ガス排出量の大幅削減の必要がある｝というカンクン合意の実現は極めて困難である。日本も炭酸ガス削減目標を大幅に削減している。温暖化を止めるためには排出量０かマイナスにしなければだめで現代文明を見直し生活を根底から変える社会的なイノベーションが必要となる。温暖化の進行を許してもリスク、止めるもリスクである。昨今、異常気象といわれる現象が多発している。元々気象に正常気象というものはないそうで些かマスコミの誇大宣伝が過ぎる感があるが、温暖化が人為的原因によるか自然現象によるかは未だ完全には決着がついていないが温暖化しつつあることは事実のようである。人為的原因ではないが地球は過去に温暖化と寒冷化を繰り返している。ローマの栄えた時期は温暖期であり、大化の改新の頃は万葉寒冷と言われ、その後奈良、平安と大仏温暖と言われた。日本文化の家屋は夏涼しくを旨とすべしのもととなった。ヨーロッパでも温暖期には北欧でバイキングが活躍しグリーンランド、アイスランドなど極北の地が居住空間となった。３００年ほど前から小氷期と呼ばれる太陽活動が極めて不活発な＜マウンダー極氷期＞がおこり、イギリスのテームズ川が凍り、日本でも天明、天保の飢饉が起こっている。

温暖化の影響は、熱波、大雨、竜巻など異常気象の増加、海面上昇、水不足、農業への影響などマイナス要因が考えられるが、寒冷地で農業が発達し、健康に良いなどのプラスもある。

日本のいわゆる文化人、有識者、学者などは概ね｛原発反対｝、炭酸ガスに起因する｛温暖化防止｝のようである。そういう見解しか許されていないともいえる。

この際、原発による炭酸ガス削減効果に言及しなくなった。太陽光発電や風力発電に頼るべきと主張している。これらは主要なエネ源とはなりえずその製造に膨大なコスト、エネルギーかかることに触れない。発展途上の世界各国は原発建設を推進している。

原発反対は戦前の大政翼賛会的なマスコミと一体となった活動であり原発は悪であり反対するものは勇者と讃えられている。リスク対応は「賭け」の側面があり、運不運の結果も世の無常である。誰が決定し、誰がリスクをとるのか、それが問題である。

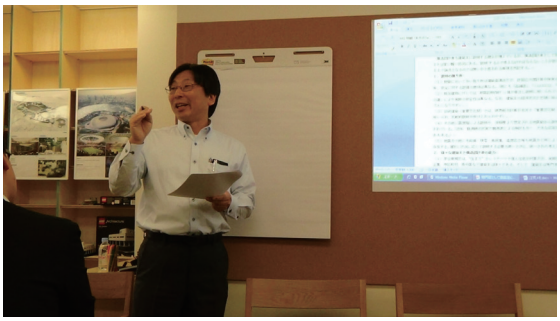




参考資料：筒井勲「リスクと発生確率、期待値」PSATS 会誌 vol.59, 2013

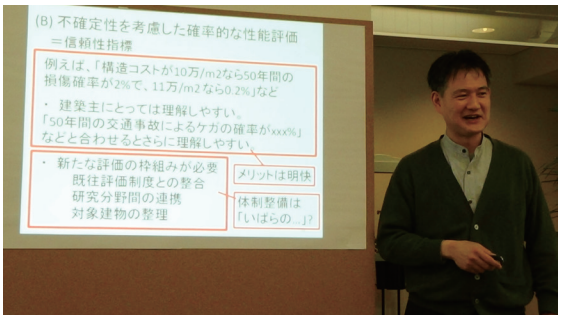
第１回フォーラムということで、今もっとも気になっているテーマ設定を試みた。パネリストには、構造家の江尻憲泰、首都大の高木次郎のお二人をお呼びして、事前にテーマをお伝えした上で当日資料としてのメモもまとめていただいた。また、参考資料としては、同じ江尻氏のエッセー「定性的な安全性の確保」（建築雑誌１月号）と、元竹中工務店技術研究所長、筒井勲氏のエッセー「リスクと発生確率、期待値」（NPO 団体 PSATS 会誌 vol.59, 2013 年）を事前に示した。参加者として総勢 21 人でフォーラムを開催することができた。3 人の主題解説とパネル討論、そして全体討論までの 2 時間の内容を基にして総括記録としてまとめておくこととする。必ずしも議論の順を追うものではなく、また筆者なりの解釈のもとでの構成にしていることをお断りしておく。

そもそも安全をどう語るかということは、多くの内容を含んでいる。建築主の側も事前の知識の幅があり、議論の前提としてそのことを承知しておく必要がある。いきなり破壊確率や再現期待値というような言葉は、拒否反応を生んでしまう。もちろん、世の中に絶対安全などないことは承知の上で、誰しも自分の建物は地震で壊れないようにしてほしいし、同時に無駄なお金をかけたくないと思っている。
建築主と言っても、いろいろな立場があるが、ここでは、自らが住むための建築の設計や診断を専門家に依頼する状況を想定する。そうでない場合についても、全く別の条件になるわけでなく、最終的には、使用者が売買や賃貸の関係で建築時点の建築主と結ばれるので、応用問題として考えうるのではないか。また、専門家の定義も必要であるが、ここでは、構造設計者とする。建築主からみて、意匠設計者と区別しないことが多々あるし、意匠設計者が考える構造安全性と構造設計者が考えるものとは異なる場合も少なくないので、同じ立場にたって設計に臨むということは、専門家側の課題でもある。
サブテーマ１として「どのような地震に耐えるか」をあげた。一般的な表現としては、建築基準法を満足するということを、例えば「震度６（400 ガル）に対しても倒壊しない」というような表現に言い換えることになる。それが一般的であり、そのようにして作られた建築群を見たときに、兵庫県南部地震の神戸市の事例を見ても、大破や倒壊した建物は、それほど多くなく、まずまず十分な強さの地震動を想定して設計していることと説明できる。現実に倒壊した建物は、地震強さの想定が不十分であったというよりは、計算におけるモデル化の不正確さや、施工における欠陥あるいは、老朽化が要因であるという説明がなされている。しかし、それで建築しようとする人に安全を十分説明したことになるだろうか。
一般の人にとっては、壊れるか壊れないかが問題になる。それは、人命を対象とするともっとはっきりと、死ぬか生きるかが問題であって、確率で判断したくないという、専門家に対しての無理な要求を持つことを、否定しない。それでも、どこまで同じ土俵で安全概念を共有できるかということである。建物が倒壊した場合でも、設計で想定した地震動が小さかったからという説明は一般になされにくい。それは、600 ガルの地震動が作用したと思われる地域でも倒壊した建物が１％程度だとすると、残りの 99％は倒壊していないので、その建物が倒壊した説明にならないからである。しかし、600 ガルの地震動で設計すればおそらくは倒壊の確率をさらにその 10 分の１に低減できるであろう。そのような状況までの理解を共有することができれば、もはや法律に任せておけばよいという「思考停止」からは、少なくとも脱することができるのではないか。
地震ハザードが、すでにいろいろな形で、一般の人の目にも触れるようになっている。防災科技研のマップ



はネットで誰でも見られるし、建築学会の荷重指針でも再現期間に応じた地震動強さは読み取れる。そして、それらが、建築基準法における設計条件と一致しないことをどのように説明するかについても工夫がいる。品確法における性能等級についても地震動強さと対応させて説明することは可能であるが、その敷地と周辺の地震環境・地盤条件の関係やさらには、構造計算の方法でも、安全性能の尺度として等級が同じなら安全性も同じと言えないので、専門家の間でそこをどのように扱い、理解するかが問われる。このことは、まさに ISO2394 で定義されている信頼性指標などのような、安全性能の尺度が必要であると考える。その尺度と整合する地震動強さの説明がなされるべきであろう。

サブテーマ２としては「建築主の責任の意識」を取り上げた。ある意味では、民法上は管理責任を伴うので責任をとっていることになるとも言えなくもないが、建築基準法 20 条が「政令で定める方法で確かめたものを安全」と言っているので、そうなると、既存不適格建築も含めて基準法上の責任は問われない。あるいは、法適合という十分な注意を払っているにもかかわらず、想定を上回る地震動によって壊れたので建築主に責任は問えない、という言い方がされることになる。
しかし、ここで問題にしたいのは、若干のお金を出すことで、さらに安全にすることができ、それが社会の豊かさに寄与することになることが説明可能であるとすれば、専門家として、そのような説明をする責任があるとは言えないだろうかということである。車の安全性をパンフレットや資料から、購入時点でいろいろ考えるほどに、建築時点で、耐震安全性をどこまで考えているかというと、建築主の安全に対する意識が、専門家任せ、法律任せになっているということは指摘できるように思う。JSCA もパンフレットを作成しているがなかなか十分に活用されているとは言えないという。
生産施設などでは、変形や加速度が明確な設計条件になるので、再現期間としては使用性を対象とした 10 年や 50 年と言うような、安全限界に比べると小さな地震動に対してのグレード設定がされるようになっていることや、投資対象の建築物に対しては 50 年に 1 度の地震動に対しての損害発生をどの程度に抑えるかという確率的な尺度（ＰＭＬ）がすでに実用化していることなど、一部では建築主の間にも、先進的な性能要求が常識化している。




構造設計者が建築主と直接の対話の機会が増えたということは、近年の望ましい状況であると考えられるが、現実は、建築基準法通りの設計と丁寧に管理された施工を行っておけば、十分な安全性が得られるという説明までで、そこからさらに、自分の建築物の安全性の最適水準を一緒に考えてほしいというようなところまでは至っていないのではなかろうか。少し先読みをすると、そもそも、設計業務とは何か、構造設計業務の範囲はどこまでかということが、専門家集団の間でも明確にされていない。今後、書面による設計契約については、さらに充実する方向になったとしても、そこがあいまいだと、業務上の過失を問われた場合のよりどころが持てない。
建築主は建築物が社会資産としての役割を持つことを認識したうえで、その耐震安全性に対しての責任は、

十分に専門家からの情報を理解したうえで判断して初めて達成される、というような社会通念が形成される必要があると考えている。それには、教育とか法律面からの援護も必要であろう。構造設計者の責任逃れと言われることのないだけの信頼感を建築主との間に築くことが不可欠であると同時に、取れる責任には限度があることも事実である。そのためには、十分な対話こそが専門家としての信頼性の鍵を握る。建築基本法の議論も欠かせないが、専門家の間で、自らの役割をどのような形で位置づけて業務を実践するのか、さらに機会を設けて議論を深めたい。このフォーラムがそのきっかけとなることを期待する。

# Event

## 「専門家として建築主に安全をどう説明するか」

A-Forum　第1回フォーラムを開催。構造家・江尻憲泰氏、高木次郎・首都大学教授招き討論

A-Forum（代表＝斎藤公男・日本大学名誉教授）は4月12日、東京・千代田区神田駿河台のA-Forum内で第1回フォーラム「専門家として建築主に安全をどう説明するか」を開催した。神田順・日本大学特任教授がコーディネーターを務め、パネリストに江尻憲泰・江尻建築構造設計事務所代表、高木次郎・首都大学教授を迎え、建築主への安全説明について議論した。構造設計者ら約20人が参加した。

サブテーマは①どのような地震に耐えることを安全と言うか②どれだけの建築主が、自分の建物に責任をもてると考えているか。フォーラムは斎藤公男代表の挨拶に続いて、パネリストらが主題を解説。神田教授は地震と安全を考える際、「1923年の関東地震と1995年の兵庫県南部地震を比較対象とすることは欠かせない」とし、安全のための客観的な指標としての「確率論」を説明。「確率論に基づく信頼性指標の尺度に専門家にどの程度、理解が得られているかを詰める必要がある」、「確率的な尺度が客観性をもつ相対的な尺度として有効なことを確認したい」と述べ、安全性を増加させるためのコストと低減できる損害期待値とのバランスなどを説明した。

A-Forum「第1回フォーラム」の模様

江尻氏は構造設計者として「建築主に説明する機会は増えているが、安全を伝えられているとは言い難い」と述べ、建築基準法による構造計算方法など安全説明の拠り所、様々な建築主に対する構造設計者の能力など、実務で得られた課題を説明。「不特定多数の人が受け入れやすい説明方法が必要」と述べた。

高木教授は「法適合＝絶対の安心の図式は建築関係者に根強いが、絶対の安全は存在しないことを広く社会との共通の認識としたい」とした上で、「問題発生時の責任を賠償の形で果たせる設計者はいないが、それでもリスクを含む建物の性能を定量的に把握できれば、保険を前提とした賠償責任の考え方は現実的となる。これを視野に入れないと責任の議論は難しい」と述べた。さらに、確率的安全性能評価は、「既存の性能評価の枠組みと新たに導入しようとする枠組みとの性能性確保の課題がある」と述べた。

全体討論では、建築主との信頼関係構築の難しさ、確率論ではなく確定論でないと建築主は納得しない、安全ではなく安心を説明したい、意匠と構造設計者の関係と連携のあり方などの意見が出され、活発な議論が行われた。

議論百出の全体討論

江尻憲泰・江尻建築構造設計事務所代表

高木次郎・首都大学教授

# テーマ：使える超高層が壊されるのは何故

コーディネーター：和田 章
パネリスト：岩井 光男、中川 雅之

東京大学生産技術研究所を退官後明治村館長も務めた村松貞次郎は、使える建物を壊しているのは大地震や巨大台風ではなく、建直しを進めている人間ではないかと、皮肉を込めて言われていた。ローマのスペイン広場の向側のビルに挟まれた道だったと思うが、明らかに邪魔と思える小さな石造の遺跡があり誰も壊そうとしない。基本的に作ったものは壊さないヨーロッパの精神であろう。一方、木と紙と土で建築を作ってきた日本人の DNA には建築は建直すものと刻まれているのかも知れない。

A-Forum のコアーメンバーやフレンドの方々の多くは東京や大阪に高層ビルが次々に建てられてきた時代に生きてきた。地震動の研究、強風の研究、これらに対する応答を調べる研究、これに対処するための材料・構造法・施工法に関する研究を進め、構造設計者は各時代の最先端の技術を開発し設計施工を進めてきた。言い過ぎかもしれないが、日本の超高層ビルは建築技術者の血と汗の結晶である。

生きている間にこれらの建物が壊されるとは思っていなかった。大阪の新しい朝日フェスティバルホールの設計者らに、丹下健三設計の中之島の電通ビルはどうしたのか？ とてもきれいなファサードだったのだがと、聞いても誰も知らない。東京の六本木の IBM ビルもファンが多かったが、既に壊されてしまった。

世界の中の日本、アジアの中の東京や大阪は、北京や上海、シンガポールなどに負けていてはならない。この経済原理は建物を建て直す方向に働き、耐震・耐風の構造技術も進んだ。我々の気付かないところに、床面積の大きな新しいビルに建て直すことの道理があるのであろう。

第二回の A-Forum では日本大学経済学部の中川雅之教授と三菱地所設計の岩井光男元副社長にお話を伺い、ご参集の皆様と「使える超高層が壊されるのはなぜ？」を問いなおしてみたい。

（和田　章）

参加者

安達 功、安部 重孝、市田 幹郎、伊藤 誠三、稲田 達夫、江尻 憲泰、大澤 隆、金田 勝徳、神田 順、楠川 邦輔、楠本 玄英、向野 元昭、斎藤 公男、瀬川 滋、高木 次郎、土橋 徹、西尾 啓一、日向野 登、久田 基治、藤森 恭一郎、三輪 富成、湯田 博哲

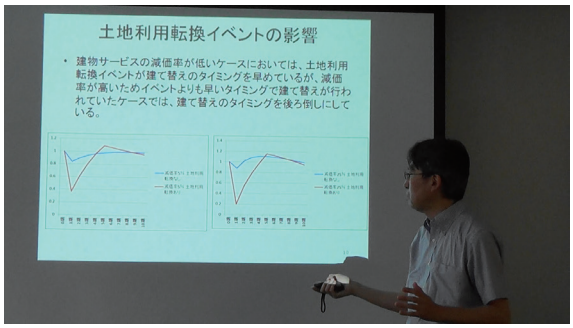
## 岩井 光男　Iwai Mitsuo

1970 年 4 月日本大学理工学部建築学科卒業、三菱地所（株）入社
2001 年以降　三菱地所（株）役員、（株）三菱地所設計副社長、（株）メック・デザイン・インターナショナル社長を務める。

現在
一般社団法人　建築美術工芸協会副会長、一般財団法人　モーレイ育英会理事、桜門建築会　会長

## 中川 雅之　Nakagawa Masayuki

1961 年生まれ
現在　日本大学　教授、 東京大学公共政策大学院客員教授、政策研究大学院大学客員教授
　京都大学経済学部卒業、同年建設省入省後、国土交通省都市開発融資推進官などを経て、2000 年に大阪大学社会経済研究所助教授、2004 年から日本大学経済学部教授。専門は都市経済学と公共経済学で、主な著書に「都市住宅政策の経済分析」(2003 年度日本経済図書文化賞 )、「放棄された建物：経済学的な視点」(2014 年学会賞・論文賞 ) 等がある。



# サステナブル社会における建築物長寿命化のフロンティア

New Frontiers of Time-Based Architecture in Sustainable Society

## 総合論文誌第9号の刊行にあたって

我が国の年間の着工床面積は経済状況の影響は受けるものの平均的には2億m²弱といわれ、毎年、国民一人当たり2m²弱の新築工事が行われていることになる。我々の周辺で戦前から使われている建築を探すのは難しく、最近でも、戦後に建てられた建築が次々に壊され、建て直されているから、我が国の建築の平均寿命が40年ほどといわれることも事実なのであろう。2m²弱にこの年数を乗じると、使われている建築の床面積は国民一人当たりおおよそ70m²、4人家族として280m²となる。人々が生活するために必要な建築は住宅だけでなく、学校、企業・公共の事務所、工場、体育施設、病院、ホテル、商業施設、電力施設、駅、空港、倉庫など多くあるから、この総床面積で十分とはいえない。

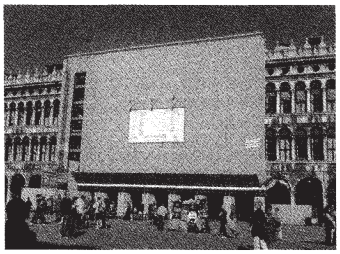
確かに我が国の建築はどこでも狭く、ほかの国の住宅や事務所を訪問したときに感じる全体の広さ、一人当たりの広さ、天井の高さなど、空間の豊かさに驚かされる。土地が広く、地盤条件が良く、地震もないシカゴなどと日本を比べるのは酷だが、100年以上前に建てられた10階建てほどの重厚な集合住宅の200m²を超える広さの豊かな空間に、自慢げに住んでいる人たちも多い。

我々の日々の生活には楽しいこと辛いこと、いろいろ悩みも多く、これらには労力と費用がかかる。旅行、スポーツ、音楽やこれらの鑑賞の楽しみ、仕事のこと、学業、親の健康、病院、子供の学校、自らの将来などあるが、これらの基本の衣食住の一つ、建築のことは誰にとっても重要である。我々が本当に豊かな国を目指すなら、建築を頻繁に建て直すことをやめ、大地震・強風にも負けず、しっかりと、かつ適度に変更・更新が可能で長く使われ、人々に親しまれる美しい建築をつくり、人々の活動する空間を豊かにすることに力を入れなければならない。

1972年にローマクラブが"System Dynamics"を用いたシミュレーションをもとに発表した「成長の限界」に始まり、多くの人が指摘を続けているように、資源の枯渇だけでなく地球温暖化問題の解決のためにも、我々が建築を頻繁に建て直すことに道理はない。

我が国の建築が長寿命になりにくい理由は多くある。日本の風土、つまり森の木が豊富で、過去には台風・地震・火事などで失われることが何度もある環境にあり、恒久的とはいえない木造建築に長く暮らしてきた日本人の国民性、国土のほとんどが山地で、平野が少なく、新しく建築を建てる場所が無く、壊して建て直すことの繰り返しになりがちなこと、戦後の貧しい時代に建ててきた建築に恒久性を求めるのは難しいこと、経済活性を重視し建築規制を緩和してきたこと、建設そのものが経済活動になっていたこと、などである。

この問題の解決には考え方の変革が必要であり、重ねて新しい技術の進展も必要である。ここに刊行する総合論文誌を21世紀の10年目の考えとして社会に発信し、建築の大きな流れがストックの時代へと変わっていくことを願う。



12世紀建設，16世紀改築
イタリア・ベニスの
サン・マルコ広場に面し
回廊の続く建築
「旧行政館」の改修工事
（2010年9月23日撮影）

In Japan, only a few buildings built prior to the World War II stand today. Also, buildings built after this period, have been frequently replaced. The average life span of Japanese buildings is said to be approximately 40 years. These buildings are also very small and have low ceiling height compared to buildings abroad.

There are many reasons why Japanese buildings do not endure. One of the reasons is that our traditional architecture uses wooden construction, with a tendency to demolish and rebuild due to scarcity of land. We have plenty of forest resource but these buildings have been exposed to earthquakes, typhoons and fires. Additionally, during the post-war period, construction regulations were eased to stimulate the economy and construction activities. This caused many buildings to be replaced and rebuilt.

Our daily life consists of a variety of experiences and responsibilities. We are preoccupied with many things such as our children's future, our parents' health, our jobs, traveling, listening to music, sports, and our own future. But basics of life are food, clothing and shelter. Among these basic elements, shelter/architecture is most essential. Architecturally beautiful and durable buildings should be built to withstand large earthquakes or winds and be adaptable to ever changing architectural needs. In doing so, we should enrich the environment for people's activities and we will achieve a truly affluent society.

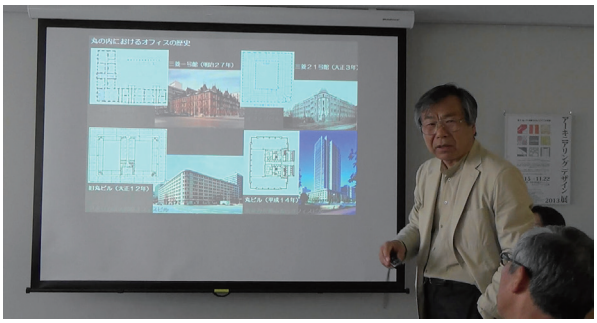
It doesn't make sense to frequently replace buildings, considering the finite resources that we have on the earth and global warming issues. Many researchers have studied these concerns. One such example is "The Limits to Growth" and "System Dynamics" by the Club of Rome in 1972.

We must change our way of thinking and develop new technologies to solve these problems. We present this Journal in the first decade of the 21st century in the hope that Japanese architecture will become long-lasting and durable.

総合論文誌第9号チーフエディター
和田章（東京工業大学教授）

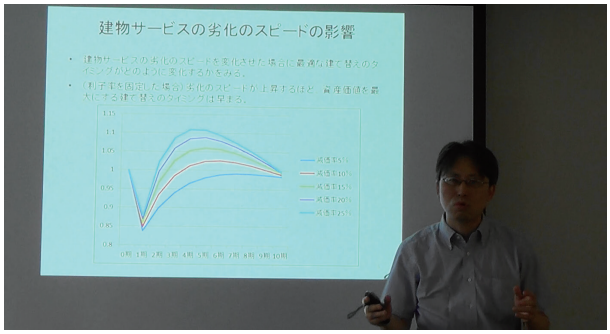
参考資料：和田章「サステナブル社会における建築物町名寿命化のフロンティア」総合論文誌第９号

６月２０日（土曜日）午後４時から７時に開催された表記の議論へのご参加、ありがとうございました。特に、岩井光男先生、中川雅之先生には次々に壊される超高層ビルについて感じる我々の悩みに応える素晴らしい資料とご発表を戴きありがとうございました。




岩井先生からは明治の文明開化から日本の都市の中心を担ってきた三菱地所の丸の内の事務所建築の変遷のお話を基本に、数十年の間には人々の仕事の仕方や生活、活動に変化があり、国際的にも国内的にも新しいまちや建築への要求や競争があり、ただ古い建物を温存していくわけには行かない。パリやロンドンのように、丸の内を高さ 31m の事務所街として残す選択はなかった。例えば丸ビルの保存運動もあったが、耐震性の不足は取り壊しの主要な原因ではあったが機能的劣化も大きな要素になったなどのお話があった。

中川先生からは、金融などから生む利益と比べて、建築を建てて保持していることに資金運用として優位性がなければならないという経済学の立場から、建築が建てなおされていく仕組みを分かりやすく説明していただいた。社会の要求の変化に合わせて新築される建物やまちがあるため、年々古くなっていく建築は年々生む価値を減らしていくことになる。さらに将来の利益を今に換算するなどの評価をして、取り壊しまでに生む全利益を計算することができる。この理論により、建て直しの費用を組み入れても新しい建築に建て直したほうが、生む総利益が大きくなる建て替え時期が計算できる。これはこの建築の物理的な寿命などとは関係なく決まってしまう。
これに加えて、大きな地震があれば既存の建築の耐震性に疑問が起き、古い建築のエネルギー効率の悪化も問題になる。また都心の容積率が 1000％から 1300％に増加したりすると事務所ビルの機能的複合化が進み、さらに 2020 年の東京オリンピック開催などの、外的イベントがあると、上記の計算は大きな影響を受け、建築の建て直しの勢いが増してくる。住宅についても事務所建築についても、一般の人々が建築の歴史的、文化的な価値を正しく知っていないことも、建築が壊されてしまう大きな原因になっている、などのお話があった。




ご講演のあと１時間半ほどの質疑討論が盛んに行われた。 以下に主な議論を列記する。

1. 国、国内、多くの都市、多くの街区などの間での競争がある。
2. 米国のニューヨークではエンパイアステートビル、クライスラービルなどが 80 年も現存しているが何故か。
3. 建築が生む利益が年々低下しにくい建築やまちをつくる方法はないのか。
4. 一般市民に、建築の意味、まちの意味、耐久性などの情報が正しく伝わっていないことが問題である。

5. 60 年、100 年の物理的な耐久性を目指して建てた建築を壊すのは無駄である
6. 新築のときに寿命を考慮した設計を行うことは可能か。
7. 人々の要求の変化があっても、多くのオーナーで建て直さないと決めることはできないか。カルテルと言われてしまう。
8. ヨーロッパのように外観や骨組を残して、内部だけを新しくして社会の変化に追随する方法もあり得る。
9. 建て直すことによる、資源の無駄使い、$CO_2$ の排出などがいずれ問題となる。
10. 壊して作る繰り返しをしているため、日本の事務所はなかなか豊かにならない。
11. 大都市の建築は賑やかに使われており問題はないが、地方の大きな建築の老朽化が放置されていることのほうが大問題である。
12. 建設により排出される $CO_2$ と運用のために排出される $CO_2$ は半々であり、古い設備の建築が長く使われることにも問題がある。
13. 大都市集中と大地震時の災害の甚大化の問題は考慮されるべきである。
14. アトランタや中国や東南アジアなどのスラム街、東京の木造住宅密集地などのような脆弱なまちを、高層化して安全なまちに変換していくことは必要である。
15. 権利者の多いまちの再開発には 30 年以上の年月が必要であり、このために必要な資金は建設費を上回ることもあり、簡単ではない。
16. 結論として、欲望と抑制の問題と言える

【重要な質疑、主張、考え方、問題点などについては寄せられた意見】

神田　順　（東京大学名誉教授、日本大学特任教授）
私の印象は、われわれにとっては超高層だが、経済社会にとっては、1 つの建物に過ぎないということだと、改めて思いました。建物の価値が、社会に伝わっていない、このことを建築の専門家としてどのように考えるかですね。構造は空間の基本構成を作っているわけで、目新しさや奇抜さ（それらも価値の一つであはあるが）ということではない、生活や仕事の場の気持ち良さや快適さを、所有者や利用者が、意識して語れることが必要で、そのような機会を、われわれが提供する必要もあると思いました。構造技術者だけが理解する構造的な魅力だけで、長く使われる理由にはならないことも、よく考えれば当たり前かもしれません。
しかし、今は、金額に換算できる経済的価値のみで、決まってしまうことによる問題を、もう少し顕在化することも必要だと思います。岩井さんが紹介してくれたように、超高層に限っても、その価値をどう使うか、まだまだ議論の余地があるようにも思いました。

松永　直美　（レモン画翠）
JR 御茶ノ水駅は、建築家・元日本建築学会会長の伊藤滋（1898-1971）が駅の近代化の一環として手掛

けたインターナショナル・スタイルの駅舎である。伊藤の代表作品である交通博物館、万世橋駅はすでに取り壊されているが、伊藤の補佐役である土橋長俊（コルビジェに師事）が設計した御茶ノ水丸ノ内線駅舎は保存され、JR 駅舎との調和を保っている。両駅舎とも建築物が主張されすぎることなく、神田川の土手の緑とよく馴染んでいる。現在、JR は地上三階建て、ガラス張りの駅舎 ( 店舗、バリアフリー施設 ) 建設を地域住民の合意なしに計画している。　今回、第二回フォーラムに参加し、神田駿河台地区まちづくり協議会のメンバーである私は、地域の文化を守るうえでの重要なキーワードをいただくことが出来た。1) 経済の論理 マーケットが一番正しい、2) 情報伝達が必要、3) 議会統制によらない、PPP(Private Public Partnership) による開発などである。　経済至上主義のなかで、文化的に貴重な資産を残して行くためには、様々な業界に属する人々、また一般の多くの人々に対して、我々が持っている情報を難易度の低いかたちで、出来るだけ多く提供していかなければならない、という重要性に気づかされた。また、議会統制によらない民間の組織が欧米のように力を付けていく必要があるだろう。但し、米国のように富裕層に特化された居住区の建設などの問題点はある。　マクロ的に見ると、建築マーケットは、政府の方針変更等により変動する。そこで保存、再生すべき建物については、文化的な価値付けを行い、東京駅の事例のように空中権の付与等の特例をつくるなどの制度の構築が必要であると考える。　最後になりますが、異分野の方のお話はとても刺激的で、自分の考え方の範囲が広がり、物事を多面的に見ることができ、問題解決の為の糸口が容易に見出される可能性を感じました。

安部　重孝　（建築技術支援協会―サーツ）

これまで、壊され、建替えが行われた、都心部の超高層建物について、将来の不動産収益向上を目的とし、地域の活性化にも貢献していることは、岩井先生の丸の内地区の説明、中川先生のオフイスビルの経済活動原理の説明及びこのフオーラムの議論で理解できた。

超高層建物が壊され、建替えの要因として、構造体が造る空間構成―階高、スパン等について、今後も要求が高まることは否定できないとの、岩井先生の説明があり、スケルトンインフイルの考え方でリニューアルが行われ、壊されない、建替えられない、との希望は達成されるとはいえないこともありうるようだ。

しかし、集合住宅でスケルトンインフイルが提唱され、近年数多く建設されている超高層集合住宅は、その方向で壊されない、建替えられない活用を期待したい。 また、超高層ではないが、多くの問題を抱える中高層マンションは、評価手法を確立し、大規模改修・リニューアルにより価値を高め、流通市場が活性化することが期待されている。そして、北九州・岡山・長野等地方都市、東京でも中古ビルが多い日本橋・室町等、空き建物を、利用しようとする熱意と構想力で克服し、まちづくり、都市再生の実績が見られる。伝統建築についても再生、まちづくりへの貢献が伝えられている。

超高層建物についても、霞が関ビルは、リニューアルで再生したが、壊されない、建替えられない、利用の構想力が必要で、再生評価の仕組みを作り、CO2 削減への貢献を基本とし、リニューアルの成果・実績等、利用の情報・知識を不動産事業者、更に一般の人々に知らせる努力が必要であり、このフオーラムでの継続的議論と、社会への発信が望まれる。

海外・西欧等では、旧市街・新市街の区分、市街地における建物外観規制による建物保存がなされている。日本でも観光を主目的とした旧市街地保存・再生が行われているが、これらに対応する大きな枠組みが必要であり、このフオーラムからの発信を期待したい。

# テーマ「使える超高層が壊されるのは何故」

## A-Forum　第2回フォーラム。岩井光男氏、中川雅之教授招き、多様な角度から問い直す

A-Forum（代表＝斎藤公男・日本大学名誉教授）は6月21日、東京都千代田区神田駿河台のA-Forum内で第2回フォーラム「使える超高層が壊されるのは何故」を開催した。同Forumを支える教授陣の一人である和田章・東京工業大学名誉教授がコーディネーターを務めた。パネリストに岩井光男・元三菱地所設計副社長、中川雅之・日本大学経済学部教授を迎え、まだ使える超高層ビルが建替えられる背景について、多様な角度から問い直した。構造設計者ら約20人が参加した。

和田章名誉教授の挨拶に続いて、岩井光男氏は「オフィスはこれからどうなるのか？」を軸に展開。明治の文明開化から日本の都市の中心を担ってきた三菱地所の丸の内の事務所建築の変遷などを基本に、「数十年の間には人々の仕事の仕方や生活、活動の変化があった。国際的にも国内的にも新しいまちや建築への要求や競争があり、ただ古い建物を温存していくわけにはいかない。パリやロンドンのように、丸の内を高さ31mの事務所街として残す選択はなかった。例えば丸ビルの保存運動もあったが、耐震性の不足は徹底的な取り壊しの理由になった」などと述べた。

中川教授は、金融などから生む利益と比べて、建築を建てて保持していることに資金運用として優位性がなければならないという経済学の立場から、建築が建て直されていく仕組みを説明。中川氏は、「社会の要求の変化に合わせて新築される建物やまちがあり、年々古くなる建築は年々生む価値を減らす」、「将来の利益を今に換算するなどの評価を行い、取り壊しまでに生む全利益が計算できる」、「この理論により、建て直しの費用を組み入れても新しい建築に建て直したほうが、生む総利益が大きくなる建て替え時期が計算できる」、「一般の人々が建築の歴史的、文化的な価値を正しく知っていないことも、建築が壊されてしまう大きな原因になっている」などと述べた。

A-Forum「第2回フォーラム」の模様

岩井光男氏

中川雅之教授

参加者からも活発な意見が出された

質疑討論では、①国、国内、多くの都市、街区などの間で競争がある②ニューヨークでエンパイアステートビル、クライスラービルなどが80年も現存しているのは何故か③建築が生む利益が年々低下しにくい建築やまちをつくる方法はないか④60年、100年の物理的な耐久性を目指して建てた建築を壊すのは無駄ではないか。新築のときに寿命を考慮した設計は可能か⑤大都市集中と大地震時の災害の甚大化の問題は考慮されるべきなど、活発な意見が出され、議論は白熱した。

# テーマ：それぞれの、建築の安全

コーディネーター：金田 勝徳
パネリスト：三井所 清典、細澤 治、日置 雅晴

ローマ時代の建築家ヴィトルヴィウスが残した言葉を引くまでもなく、建築に求められ る重要な要素として「安全」が第一に挙げられる。日本の社会は、長い間この安全が法規によって担保されていると考え、構造設計者はその法規を遵守することで自らの責任を果たしていると考えていた。つまり人々は建築の安全を法規任せで済ませていたと言える。しかしこの数年来、社会が建築の安全に対して払う関心の度合いに変化が感じられる。建築主からの構造設計に関する質問や注文が多くなり、構造設計者はその対応にかなりの時間を要することが増えてきている。このことは社会が近年の激しい自然災害や、耐震強度偽装事件などの専門職による裏切り行為を目の当たりにした結果に他ならない。

こうしたことから、建築の安全は社会全体が考えるべき問題として、最近急激にクローズアップされている 。構造設計者が法規準すれすれの「経済設計」をしていれば済んでいた時代はとっくに終わっている。しかし一般社会と専門技術者との間で、このことに関する意識が同じであるとは言い難い。これは両者の間に、専門領域の知識量に圧倒的な差があるため、ある程度は避けがたいことと言える。構造技術者の間でさえ、安全に対する考え方が同じとは言えない。属する専門分野によって、建築の安全に対する理念に違いあるからである。

とはいえ専門職にある私たちも含めた社会全体が、「安全」関する規定を法律に任せたまま、それぞれに建築の安全に対する意識がすれ違ったままで良いはずがない。「安全」が共通語でないまま「安全・安心」という言葉だけが独り歩きをするなら、被災の度に社会は「こんなはずではなかった」と怒り、悲嘆にくれることになる。

第 3 回 A-Forum では、異なる立場から長らく建築の安全に関わる仕事をされてきた三人 の方々をパネリストにお招きして、皆様の体験をお話して頂くこととした。そして、ご 参集の皆様と共に、どうすれば社会全体が同じ安全意識を共有できるのかを考え、安心な社会を築くために構造技術に関する専門領域に身を置く私たちがなすべきことは何かを考えてみたい。

（金田勝徳）

参加者

安達 功、伊藤 誠三、大畑 勝人、金箱 温春、神田 順、北 茂紀、楠川 邦輔、向野 元昭、小林 祥一、斎藤 公男、佐藤 恵治、谷口 尚範、丹野 吉雄、中塚 雅晴、西尾 啓一、久田 基治、松永 直美、三輪 富成、湯田 博哲、和田 章

## 三井所 清典　Miisho Kiyonori

1963 年　東京大学工学部 建築学科卒業
1965 年　東京大学大学院数物系研究科 建築学専攻修士課程卒業
1968 年　東京大学大学院工学系研究科 建築学専攻博士課程修了、芝浦工業大学 講師
1970 年　有限会社 アルセッド建築研究所設立・主催（のちに株式会社 アルセッド建築研究所に改組）
1973 年　芝浦工業大学 助教授
1982 ～ 2006 年　芝浦工業大学工学部 建築学科教授　　現在名誉教授
1986 ～ 1990 年　東京大学教養学部 非常勤講師
1990 ～ 1995 年　九州大学工学部建築学科非常勤講師　1996 ～ 1998 年　日本女子大学大学院非常勤講師
2009 ～ 2010 年早稲田大学理工学部建築学科非常勤講師
現在　株式会社 アルセッド建築研究所　代表取締役 , （社）日本建築学会、（社）東京建築士会及び港支部「港会」、（社）日本都市計画学会、（社）日本建築家協会及び JIA 渋谷地域会、（特非）木の建築フォラム、（特非）まちづくり港会

## 細澤 治　Hosozawa Osamu

1951 年 横浜市生まれ
1976 年 横浜国立大学大学院 修士課程修了
1976 年 大成建設（株）入社
2003 年 大成建設（株）設計本部構造設計プリンシパル
2007 年 大成建設（株）設計本部 副本部長
2014 年 大成建設（株）エグゼクティブ・フェロー 設計副本部長 現在に至る

＜主な作品＞ 1997 年 神戸ファッションプラザ、宮城県総合体育館、こまつドーム、札幌コミュニティドーム、1999 年 パレットタウン、MEGA WEB、2000 年 さいたまスーパーアリーナ［第 12 回 JSCA 賞］、2001 年 札幌ドーム［日本鋼構造協会業績賞］

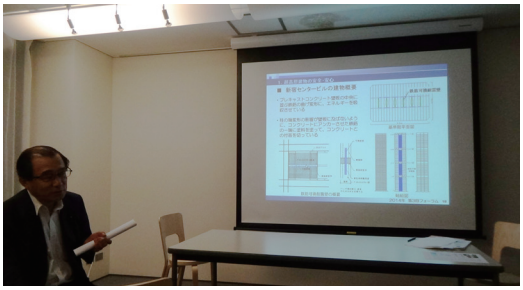
## 日置 雅晴　Hioki Masaharu

1956 年 6 月　三重県生まれ
1980 年 4 月　東京大学法学部卒業
1982 年 4 月　司法修習終了、弁護士登録（第二東京弁護士会）
1992 年 5 月　日置雅晴法律事務所開設
2002 年 4 月　キーストーン法律事務所開設
2005 年 4 月　立教大学大学院法科大学院 講師就任
2008 年 1 月　神楽坂キーストーン法律事務所開設
2009 年 4 月　早稲田大学大学院法務研究科（法科大学院）教授就任
2014 年 3 月　早稲田大学退任　現早稲田大学・立教大学講師
＜委員など＞墨田区環境審議会副委員長、国分寺市まちづくり市民会議副委員、練馬区都市計画審議会評価部会員、八潮市まちの景観と空家等協議会会長

趣旨説明

社会的に建築の安全に対する関心が高まる中、「安全」に対する認識が当事者間でずれていることがしばしば問題になる。こうしたことは、一般社会と専門職との「情報の非対称性」ないしは「知識の格差」などと呼ばれる現実に起因しているため、ある程度避けがたいこととともいえる。しかしこれを放置するなら、あふれる情報の中に漂う現代において法規定がますます精緻にならざるを得なくなり、問題が複雑になることが危惧される。 今回のフォーラムでは当事者間で少しずつずれている「それぞれの、建築の安全」認識をすり合わせ、社会全体が目標とする安全認識を共有する手段を見出したい。

主題解説



細澤治氏からは、既存の新宿センタービルに制震ダンパーを付加して、超高層建築の耐震安全性を高めた事例が紹介された。お話の内容は、ダンパー設置効果に関する技術的な解説と共に「基準法を満足して安全なはずのビルを、どうして大金を払って耐震グレードアップする必要があるのか」と改修に首を縦に振らないビルオーナーを説得するのに苦労されたとのことなどであった。

また具体的な改修方法として、制震ダンパーを当面は最も効果的な場所に限って設置し、更なるグレードアップは次の時期を待つことにした経緯などのお話があった。こうした予算に応じた段階的な改修方法は、耐震グレードアップを進めていく体具例として興味深い。そしてとかく社会も構造設計者も建築基準法を遵守しているから安全と考えがちであるが、それが直接実際の自然現象に対する安心には繋がらないことが強調された。

日置雅晴氏からは、行政法である建築基準法がどんどん細かくなる一方、民法はこれまでの 100 年以上（不法行為による損害賠償）第 709 条だけで済ませてきていて、損害賠償責任の有無は単純に瑕疵の有無のみによって判断されているというお話があった。しかしその民法には瑕疵に関する何ら具体的な規定はなく、建築紛争の多くは建築の専門家ではない裁判官では適切な判断ができないことから、最近は建築基準法に適合しているかどうかで、民事的な判断がなされる方向に収斂されてきているということが紹介された。

また最近の傾向として裁判件数が急増しており、このことを見ても構造の安全に関する関心の高まりを示している。更に専門家が安全上支障なしと考える事項に対しても、一般市民から裁判を起こされることが多くなったとの注意もあった。

三井所清典氏からは、2004 年中越地震時の被災地である旧山古志村の復興住宅の建設関わる中で体験された、住民と建築専門家との間にある安全意識の違いのお話があった。多雪地帯によく見られる RC で 1 階床をかさ上げし、その上に木造住宅を乗せることが山古志村でも多く行われていたが、そのかさ上げ高さがだんだん高くなり、その部分を物置や駐車場として利用されるほど高くなっていた。それにもかかわらず、その部分の強度は木造住宅の布基礎の立ち上がり部分がそのまま高くなった程度の構造であったとの指摘がなされた。

そうした構造耐力不足の改善とともに、常に建設工事を絶やさないことで大工の技術が地元で継承されることが、木造住宅の安全を確保する上で大切なこととの指摘もされた。そのために旧山古志村の復興住宅では、復興に掛かる初期投資の負担を抑えるとともに、大工職の仕事が継続されることを目的として、あえて将来の増築計画を視野に入れた未完成住宅を設計したとのことであった。

主な質疑討論

・建築物は建てて終わりではなく継続性があるため、安全の程度をどのように設定するかは大きな問題である。

・たいして多くの人が住んでいない土砂崩れや津波の危険性のある場所に、巨費を投じてそこを守り続ける意味があるのか。

・郷愁や同情も大切だけれど、反省もなく危険なところに住み続けることにたくさんの税金を使って、同じ災害を繰り返すのは止めたほうが良い。

・そこに住み続けるのを止めるという合意の形成は難しい。＊

＊山古志だけの問題ではない。山村を破棄した後、どこでどう生きるか誰が決められるか。放棄した後の農村や都市への影響も考えなくてはならない、とても現時点で実現性のある議論ができる問題ではない（三井所）

・誰でも分かるような法の簡略化が良いはずであるが、簡略化された法で社会にどのように建築の安全性を説明すればよいのか？

・医療の世界では治療法に関する法規制がほとんどないのに反して、建築の世界ではこれだけ細かい基準法が必要なのは、双方の社会的信頼度の違いと考えられる。

・基準法では様々な数値で規定しているが、その数値だけで瑕疵の有無を判断するのは短絡的過ぎるのではないか。

・建築が壊れるか壊れないか分からないことを予測して判断することは裁判に馴染まないため、民事裁判でありながら民法ではなく、守るべき最低基準を数値で定めている行政法（建築基準法）が判断のよりどころになっている。

・構造設計者は「安全の度合い」ばかりを説明するが、それより「危険の度合い」を説明して、その上でどの程度の設計にするかを施主に判断してもらったほうが良い。

・現状では社会に説明内容を判断できる理解力がなく、その理解力が上がらないとそのようなシステムは成り立たない。

・安全グレードについて説明しても、グレードの差と建設コストの差の違いを明確に説明できないため、説明に説得力がなくなってしまう。

# 第3回フォーラム「それぞれの、建築の安全」

## A-Forum　三井所氏、細澤氏、日置氏パネリストに、防災・減災、建築の安全について議論



A-Forum（代表＝斎藤公男・日本大学名誉教授）は8月28日、東京都千代田区神田駿河台のA-Forum内で第3回フォーラム「それぞれの、建築の安全」を開催した。同Forumを支える一人である金田勝徳氏（構造計画プラス・ワン）がコーディネーターを務めた。パネリストに三井所清典氏（建築家、日本建築士連合会会長、アルセッド建築研究所）、細澤治氏（大成建設）、日置雅晴氏（弁護士、キーストーン法律事務所）を迎え、それぞれの立場から「建築の安全」について問い直した。フォーラムには構造設計者ら約20人が参加した。

冒頭、金田氏が趣旨説明を行い、「社会全体が同じ安全意識を共有するにはどうすればよいか。安心な社会を築くために、私たちはすべきことは何かを考えてみたい」と述べた。3人のパネリストは、これまでの経験を通して話題を提供した。

三井所氏は「災害の復興住宅の計画の体験から」と題して講演し、2004年の中越地震の被災地、旧山越村の復興住宅の建設にかかわった体験を元に話を進めた。三井所氏は「生活の復興」「住宅の復興」に対応し、①木造の在来軸組構法とする②未完成の住宅とすることを提案。復興のモデル住宅として①高布基礎技術②1階のRC壁構造技術③屋根雪の自然落雪技術などの新技術を取り入れた。今後の復興計画には、「建築技術者と施工者の他に関連異業種、特に建築と土木の当初からの技術連携が必要」と述べた。

細澤氏は「超高層建物の安全・安心」をテーマに講演。東日本大震災における超高層ビルの揺れなどを紹介しながら、建築基準法が規定する建築物の安全・安心について私見を述べた。さらに「建築基準法が保証する安全性は、建物に必要な本当の性能を保証している訳ではない」と述べる一方、「国民は建築基準法に適合しているかどうかで構造安全性を判断する」と問題点を指摘。「建築基準法が規定していない巨大地震などで建物が構造的に倒壊しない、だから安全といって安心していられるだろうか」と述べた。

日置氏は弁護士の立場から「法律が求める建築の安全性」をテーマに①建築確認・完了検査と公法的な面からの性能②欠陥住宅紛争における瑕疵について述べ、「民事な瑕疵は公法の性能規定とは別と考えられている」が、「現実に存在する建築物について、個別訴訟で建築技術を知らない裁判官に適切な判定は困難」と述べ、建築訴訟の難しさを明かした。

A-Forum「第3回フォーラム」の模様

コーディネーターの金田勝徳氏が趣旨説明

災害の復興住宅の計画の体験から

三井所清典氏
（アルセッド建築研究所）

超高層建物の安全・安心

細澤　治氏
（大成建設）

法律が求める建築の安全性

日置　雅晴氏
（キーストーン法律事務所）

# テーマ：建築とメディア

コーディネーター：安達　功
パネリスト：真部　保良、磯　達雄、西川　直子

日本の戦後の成長時代の建築活動を建築家、構造設計者および施工技術者とともに牽引してきた建築メディアの存在は強力であった。しかし、社会と産業の変化に直面し、建築メディアの役割は明らかに変化している。この 40 年活躍してきた建築ジャーナリストを招き、建築とメディアのこれからについて議論する。

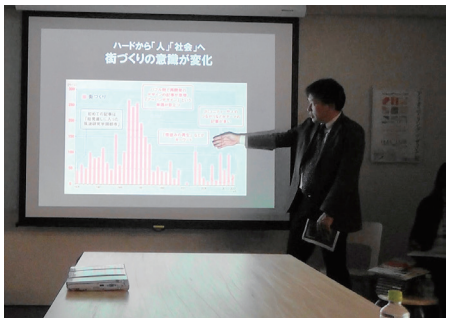
（安達　功）



参加者
井上　武司、樫村　俊也、勝本　恵子、金田　勝徳、神田　順、向野　元昭、小玉　功、斎藤　公男、関谷和則、西尾　啓一、西方　澄、町田　有紀江、松永　直美、三輪　富成、山田　新治郎、和田　章

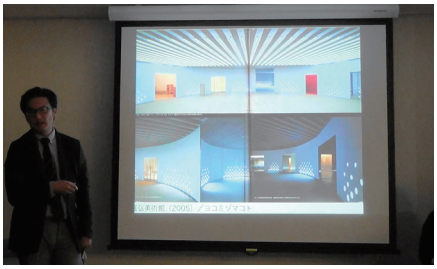
10 月 21 日（火）午後 6 時から 8 時、建築メディアの最前線で活躍するパネリストを招いて、表記のフォーラムを開催しました。お忙しいところご参加いただいた皆様に深く御礼申し上げます。

今回のフォーラムの目的は、社会と産業の変化に直面して変革を迫られている建築メディアの実像を実務者の皆様と共有するとともに、建築とメディアのこれからについて議論することでした。




真部様には、1976 年に創刊した「日経アーキテクチュア」誌の創刊来の変化や存在意義を解説いただきながら、建築に対するメディアの役割についての意見をお聞きした。今後のメディアの役割として、①事故や事件などのメカニズムや原因を複合的な視点から浮き彫りにすること、②建築・街づくりのメカニズムが変化するなかで、つくり手の挑戦に密着して報道すること、③人、企業、産業がつながる際の媒介機能を担うこと――という 3 点を挙げていただいた。

西川様には、ご自身の編集者としての来歴と「建築ジャーナル」の歴史を重ね合わせながら、これからの建築メディアが着目すべきテーマについて解説いただいた。「建築ジャーナル」が各年代に取り上げてきたテーマは、80 年代の「市民参加」から、90 年代の「戦後建築の見直し」、2000 年代の「資格・制度・法規」という変遷を経て、2010 年代は「主権者としての市民」が大きなテーマとして浮上しているという話をいただいた。西川編集長自身は雑誌も書籍もつくる編集者であり、ご自身が住み、運営する「谷中の家」もメディアとしてとらえているという話があった。



磯様には「写真からみるメディアと建築」という視点からお話しいただいた。建築の多様化に伴い写真表現としてその姿や特徴を伝えにくい建物が増えていること、SNS などの普及に伴って建築メディアの役割が変化していることなどをお話しいただいた。資料として戦後の建築雑誌の創刊年表も作成、配布いただいた。

パネリストの発表後の質疑討論では、主に建築メディアに期待する役割についての議論が交わされた。参加者から出た主な意見や論点は下記の通り。

・新しい建築を紹介するメディア自体がなくなってきているのではないか
・海外に比べると社会への情報発信が不足しているのではないか
・長い間、新築主流できたため補修・改修に関するメディアが育っていない
・メディアも含めて、専門家と一般社会が分断されているのではないか
・建築メディアは建築業界の中ばかりを見ているのではないか
・メディアも含めて批判性がないといわれる根源は発注者がいる受注産業だからではないか
・一般メディアにもっと建築が紹介されるようになってほしい
・たとえば英国では町並みはソーシャルアセットであるという共通認識があるから一般の人も関心をもつが、日本はそうなっていないことが問題である

## 安達 功　Adachi Isao

日経 BP インフラ総合研究所長 執行役員

1963 年生まれ。1986 年東京理科大学工学部建築学科卒業。日揮株式会社にて製薬会社等研究施設の設計・施工管理・プロジェクトマネジメント業務に携わった後、1989 年、日経ＢＰ社入社。日経コンストラクション編集部、日経アーキテクチュア編集部を経て日経ホームビルダーの創刊に携わる。リフォーム雑誌「賢者のリフォーム」、住宅誌「door」の開発責任者、日経ホームビルダー編集長等を経て 2014 年 9 月より現職。

## 真部 保良　Manabe Yasuo

日経アーキテクチュア前編集長

日経アーキテクチュア編集部　兼　日経ＢＰインフラ総合研究所

1961 年生まれ。京都大学卒業後、建設会社の現場監督を経験。1989 年日経ＢＰ社入社。「日経アーキテクチュア」などの記者を経て、2006 年 3 月から「日経ホームビルダー」編集長。一級建築士。

## 磯 達雄　Iso Tatsuo

建築ジャーナリスト

1963 年埼玉県生まれ。88 年名古屋大学工学部建築学科卒業。88 ～ 99 年『日経アーキテクチュア』編集部勤務。2000 年に独立。02 年から編集事務所フリックスタジオを共同主宰。桑沢デザイン研究所非常勤講師、武蔵野美術大学非常勤講師。共著書に『昭和モダン建築巡礼』『ぼくらが夢見た未来都市』『ポストモダン建築巡礼』『菊竹清訓巡礼』『日本遺産巡礼』など。

## 西川直子　Nisikawa Naoko

建築ジャーナル編集長

1958 年名古屋市生まれ 。1981 年南山大学文学部哲学科卒業 、企業組合建築ジャーナルに入社し月刊「建築ジャーナル」、地域文化雑誌「C ＆ D」の編集に携わる。 2005 年～ 月刊「建築ジャーナル」に加え、建築関連の書籍の編集にも携わっている。

2011 年 5 月 「谷中の家」( 東京都台東区 ) 竣工 。

「谷中の家」にて市民グループによる企画「月 1 原発映画祭・交流カフェ」、まちまち net 主催「市民力向上講座」などを実施している 。

# テーマ：大規模な空間構造の計画と技術
## - 新国立競技場をめぐる多様な視点

コーディネーター：斎藤公男
パネリスト：今村創平、小澤雄樹、多田脩二、廣石秀造、福島加津也

新国立競技場の「国際デザイン・コンクール」が実施されたのは 2012 年 7 月。Zaha Hadid が最優秀案に選ばれてから、既に 2 年が経過しようとしている。そしてフレームワーク設計から基本設計を経て、10 月 31 日には新しい入札契約方式（ECI）によって実施設計段階での施工予定 2 社が特定された。

2013 年 9 月の東京オリンピック開催決定と前後して景観問題等を中心とした議論が提起され、その後多くの建築家や市民による集会やシンポジウムが継続して行われてきた。一方建築学会では 2013 年秋のアーキニアリング・デザイン（AND）展におけるテーマの 1 つに「新国立競技場をめぐって」が設定され、国際デザインコンクールの最終候補作品のパネルおよびオリンピック競技場の模型が展示された。さらに 2014 年には新国立競技場に関連した次のような議論の場が企画された。

9/12　建築学会大会 PD ―「オリンピック競技施設の構造デザイン」
10/1　建築文化週間―「新国立競技場の議論から東京を考える」
11/14　構造デザインフォーラム× AND 展 2014（11/14 ～ 21）
「大空間建築の計画と技術」―オリンピックとワールドカップをめぐる AND

特に 3 つ目の企画はこれまで多くの議論が専門家を中心にしてきたのに対して、次の世代を担う若い人達の目線から問題意識をもち、諸課題を考え得ることを意図している。したがって各大学の研究室を中心として調査・検討課題を設定し、学生によるプレゼンテーションと議論を行うものである。そして今回の第 5 回フォーラムはこの延長上にあり、エンジニアとアーキテクトが話題を共有し、さまざまな視点からの考察と議論をより深めたいと考えている。

（斎藤　公男）

参加者
安達　功、安部　重孝、市田 幹郎、伊藤　誠三、大澤　隆、大竹　透、小野　潤一郎、加藤　詞史、金田勝徳、神田　順、楠川　邦輔、熊坂　まい、櫻井　優貴、佐藤 恵治、高橋　一正、高橋　寛和、田川　英樹、谷口　尚範、中塚　雅晴、中野　義達、中村　伸、西尾　啓一、西川　直子、日向野　登、保科　章、細澤治、町田　有紀江、松永　直美、三輪　富成、森田　時雄、吉原　正、和田　章

## 第２０回構造デザインフォーラム
## 「オリンピックとワールドカップをめぐる大空間の構造デザイン」

概要

日本建築学会関東支部構造専門研究会（WG-D）主催の構造デザインフォーラムが 11 月 15 日（15 時～ 18 時）に行われた。本フォーラムは 1995 年から始まり今年で 20 回目を迎えた。例年は若手構造家にスポットをあて、自らの設計作品をもとにデザイナーとのやりとりの中でのプロセス等を中心に議論する場であった。今年は 20 年という節目の年であったため、20 周年企画として、「オリンピックとワールドカップをめぐる大空間の構造デザイン」と題して開催された。本企画は大空間建築を議論する際に、必要最低限の知識を共有することを目指して、9 つの課題を設定し、社会人と学生が協働で調査・検討した結果を学生が中心となって行われた。参加人数は定員 80 名を大幅に超える 120 名（社会人 50 名、学生 70 名）で、構造デザインフォーラムとの協同開催で行われたＡＮＤ展（11/14 ～ 21）との相乗効果を生み出すことができた。なお、学生によるプレゼン資料（正解を求めるのではなく自ら調査・検討した資料＜パネル・模型＞）はＡＮＤ展で展示され、来館者からの疑問や感想により、展示期間中に成果品をブラシュアップさせていくという、興味深い展示方法を試みた。



発表内容

| テーマ | 研究室 |
|---|---|
| ｵﾘﾝﾋﾟｯｸと FIFA ﾜｰﾙﾄﾞｶｯﾌﾟｽﾀｼﾞｱﾑの歴史 | 工学院大学　山下研究室 |
| 国内外コンペの諸相 | 日本大学　空間構造デザイン研究室 |
| 構造形態（ドーム） | 日本大学　空間構造デザイン研究室 |
| 構造形態（スタジアム） | 千葉工業大学　多田研究室　昭和女子大学　森部研究室 |
| 再生・改修 | 芝浦工業大学　小澤研究室 |
| スタジアムの多目的利用 | 首都大学東京　高木研究室 |
| 大空間の環境技術 | 首都大学東京　須永研究室　東京大学　大岡研究室<br>東京理科大学　井上研究室　日本大学　空間構造デザイン研究室<br>早稲田大学　田辺研究室 |
| 合理と象徴 | 東京都市大学　福島研究室 |
| 都市と大空間 | 千葉工業大学　今村研究室 |

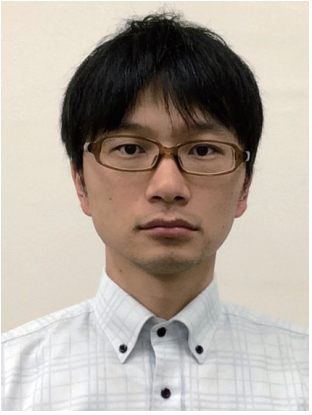
まとめ

新国立競技場を意識した本企画は、学生によるプレゼンテーション後に、斎藤公男氏がモデュレーターとなり、学生や指導教授との議論、更には会場からの質疑により、活発な意見交換会となった。今後、本フォーラムでの議論やパネル・模型の成果品が大空間建築を議論する際の基礎知識となることを期待する。最後に、大空間建築と密接の関係にある「構造デザインとは何か」を論じた斎藤公男氏の一文を紹介する。

“ 代々木国立競技場（1946）からちょうど 50 年。かつて日本の復興シンボルとして世界に飛翔した名建築と同様、新国立競技場もまた 21 世紀の日本の向かうべき姿をアピールして欲しい。誰もがそう願っている。やればできたということでなく、どのようにそれを実現したか、その筋道を辿れる「物語」が望まれる。それを支えたいと多くの人が思っている。

東京オリンピック 2020 に向かうプロジェクトは、東北の復興や原子力問題、防災都市の構築や環境景観問題と切り離すことはできない。いままでも、そしてこれからも、日本が世界に誇れる言葉は MOTTAINAI と OMOTENASHI。その精神―Less is More　を体現する構造デザインを期待したい。“【参考文献：斎藤公男「新国立競技場をめぐって」鉄構技術 2014.2】

# オリンピックと FIFA ワールドカップスタジアムの歴史 ＆国内外コンペの諸相



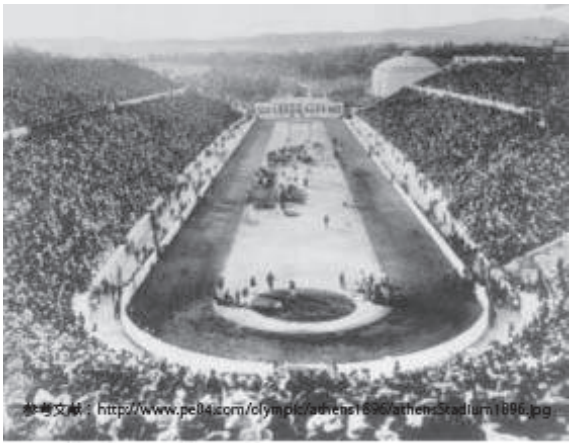

## 廣石 秀造　Hiroishi Syuzo

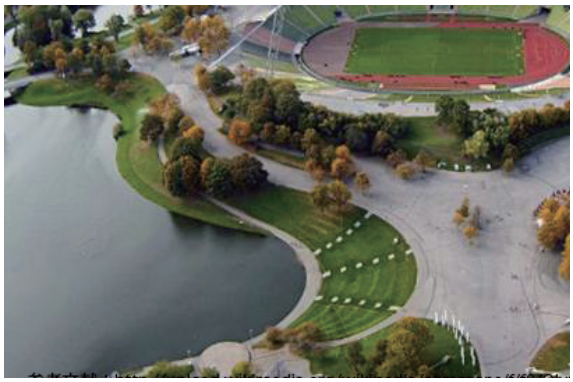
日本大学短期大学部 建築・生活デザイン学科 助手


2007 年 3 月日本大学大学院理工学研究科博士前期課程（建築学専攻）修了
2007 年 4 月～ 2011 年 3 月　株式会社構造計画プラス・ワン
2011 年 4 月～日本大学理工学部建築学科助手
2014 年 4 月～日本大学短期大学部建築・生活デザイン学科助手

第五回

本発表は，日本大学空間構造デザイン研究室と工学院大学山下研究室作成の資料を基に構成した。
オリンピックと FIFA ワールドカップのスタジアムは，屋根のないアテネオリンピックに始まって，意匠性に富み，高い構造技術を誇示したスタジアムへ移行していく。その間，経済性や環境性に配慮した改修案なども多く見られる。
一方，近年の国外のコンペでは技術的な課題により，応募案から実施案が大きく変化し，竣工までに膨大な時間を要したものも存在する。これに対して，日本の過去の大規模空間のコンペでは，ゼネコンと設計事務所の協同による日本特有の公共事業発注方式が採用されており，コストやメンテナンスまで配慮された提案が多く行われている。



# 構造形態 ( スタジアム)

## 多田 脩二　Tada Shuji

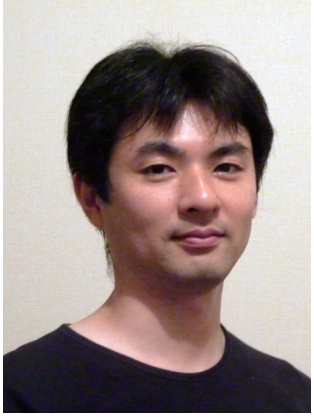
多田脩二構造設計事務所・千葉工業大学 工学部 建築都市環境学科 准教授


1969 年 愛媛県生まれ
1995 年 日本大学大学院修士課程修了
1995-2004 年 佐々木睦朗構造計画研究所
2004 年 - 多田脩二構造設計事務所設立
2005 年 松井源吾賞、JSCA 賞
2012　千葉工業大学　准教授

第五回

屋外で行われる大規模なスポーツイヴェントにはスタジアムが必要であり、観客席を降雨や日差しから守るためにスタンドルーフが必要とされている。
またこのスタンドルーフは建築デザインを特徴づける重要な要素でもあり、近年は建築家による大胆なデザインが強調された先鋭的な建築作品も見受けられる。
今回は、スタンドルーフ形式の基本的な構造システムの種類とその特徴、そしてオリンピックやワールドカップ等の大規模なスタジアムにおいて意匠及び構造デザイン的に特徴を有する作品を数点取り上げ、設計コンセプトや構造システムに関しての紹介を行う。

# スタジアムの多目的利用及び改修・再生

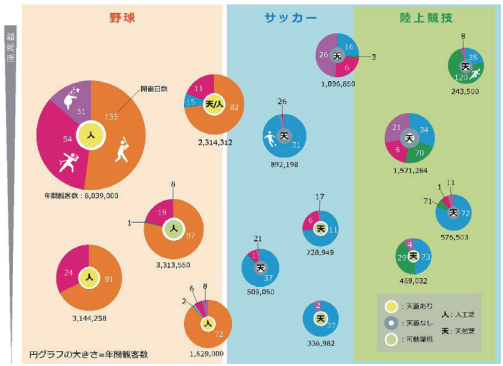



## 小澤 雄樹　Ozawa Yuuki

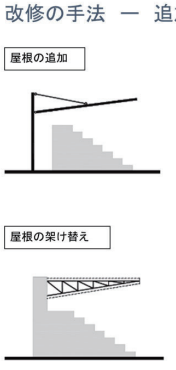
芝浦工業大学工学部建築学科　准教授
1974 年 群馬県安中市生まれ
1998 年 京都大学工学部建築学科卒業
2000 年 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻修士課程修了、㈱ティ・アイ・エス　エンド　パートナーズ　入社
2004 年 立命館大学理工学部建築都市デザイン学科　講師
2009 ～ 2011 年 ㈱エス・キューブ・アソシエイツ　パートナー
2011 年 芝浦工業大学　准教授（現在に至る）


第五回

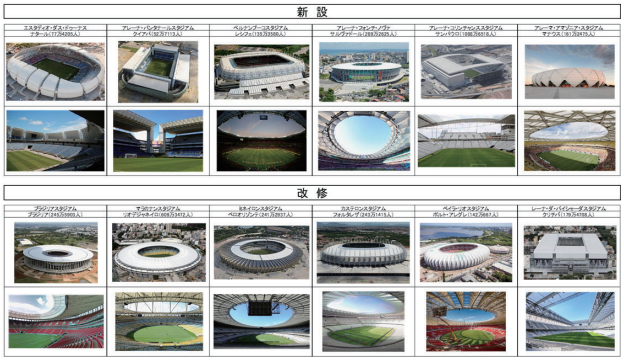
本発表は 2 部構成となっており、前半では首都大学東京大学院生・松岡氏より、「スタジアムの多目的利用」に関して、天蓋や開閉屋根の有無、主要な用途や規模の違い等の観点から国内外のスタジアムについて分析した結果について発表した。多くのスタジアムでは稼働率を挙げるために多目的利用が試みられているが、その傾向は海外と国内では異なることなどが明らかとなった。後半では、「スタジアムの改修・再生」をテーマに芝浦工大・小澤が発表を行い、具体的な改修事例を述べた後に、改修・再生の手段や目的も時代と共に変化・多様化してきていること、社会共通の資産として活用・継続していくために都市的・長期的視点に立って改修の是非を判断することが必要であること、などを示した。



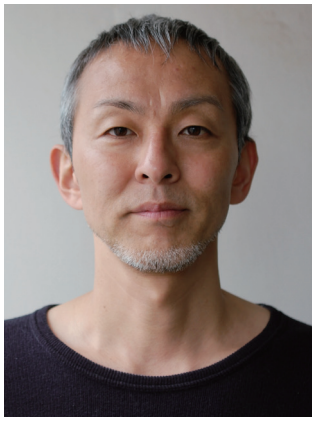

改修の手法　―　追加・架け替え



新築と改修の比較　―　ブラジルW杯スタジアムを対象として



# 合理と象徴



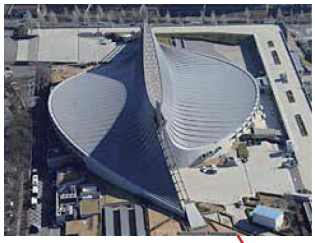

## 福島 加津也　Fukushima Katsuya

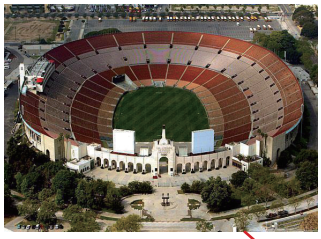
福島加津也＋冨永祥子建築設計事務所・東京都市大学工学部建築学科 講師

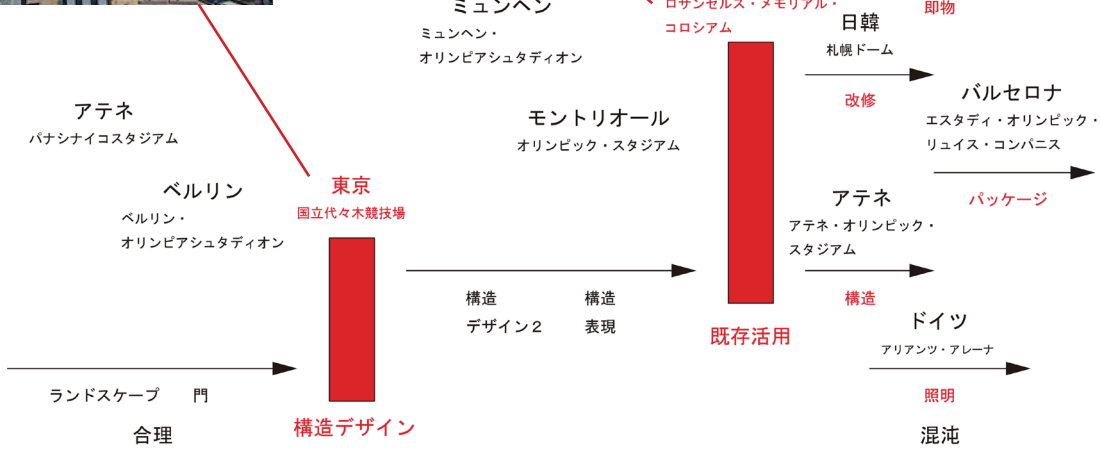

1990 年 武蔵工業大学（現東京都市大学）工学部建築学科 卒業
1993 年東京藝術大学大学院美術研究科 修了
1994 ～ 2002 年 伊東豊雄建築設計事務所
2003 年～ 福島加津也＋冨永祥子建築設計事務所
現在 東京都市大学 講師



オリンピックスタジアムの建築形態の歴史には、大きく２つの転換点があった。
１つ目の転換点は、1964 年東京オリンピックの国立代々木競技場である。構造とデザインが融合したこの建築によって、構造デザインが国家を象徴することが可能となり、その後の大空間建築のデザインに大きな影響を与えた。
1984 年ロサンゼルスオリンピックのロサンゼルス・メモリアル・コロシアムが、２つ目の転換点である。この建築は既存スタジアムの改装であるため、スタジアムの形態が国家を象徴する流れから、スタジアムの形態が多様化していく流れへと変化していくきっかけとなった。
大きな建築をつくることが技術的に困難だった初期は合理性を主題とし、その後、技術の進歩によって合理と象徴が構造デザインによって一体化するスタジアム黄金期が訪れ、現代は複数の形態の流れが並列化してある混沌の時代といえるだろう。







# 都市における大規模観客施設

## 今村 創平　Imamura Souhei

アトリエ・イマム一級建築士事務所・千葉工業大学建築都市環境学科准教授


建築家。千葉工業大学建築都市環境学科 准教授。1966 年東京都生まれ。早稲田大学卒。ＡＡスクール、長谷川逸子・建築計画工房を経て独立。設計事務所アトリエ・イマム主宰。ブリティッシュ・コロンビア大学大学院 兼任教授、芝浦工業大学大学院 非常勤講師など、国内外の多くの大学で教鞭を執る。

建築作品として《神宮前の住宅》、《大井町の集合住宅》、《オーストラリア大使館 バイク・シェッド》など。

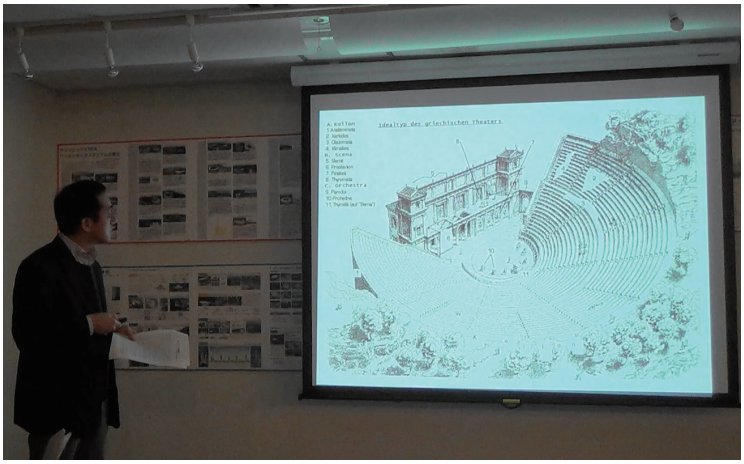
建築関係を中心に執筆多数。著書として、『現代都市理論講義』、『日本インテリアデザイン史』（共著）『20世紀建築の発明』（訳書、アンソニー・ヴィドラー著）など。

日本建築家協会 機関誌『JIA MAGAZINE』の編集長を務める。



時代と場所によって、人々が一堂に会する文化がある社会とない社会とがある。

古代ギリシャでは正確な幾何学的形態を持つ野外劇場がつくられ、続く古代ローマでは、コロッセオに代表されるより大規模な円形の野外競技場が作られた。キリスト教をはじめとする宗教はゴシック建築などの大伽藍を生み出した。19 世紀後半に近代スポーツが始まると、競技場と観客席が一体となって整備されるようになる。昨今のオリンピックの開催は大都市に限定されているが、都心にスタジアムを置くのであれば、そのメリットは何か。スタジアムの空間とそれを取り巻く都市環境が、一体化するか、少なくとも連続することで、新たな効果を期待できるのではないか。



# 第5回フォーラム「新国立競技場」テーマに開催

## A-Forum　斎藤公男氏がコーディネーターに。建築家、構造家、研究者ら6氏がパネリスト



A-Forum（代表＝斎藤公男・日本大学名誉教授）は2014年12月8日、東京都千代田区神田駿河台のA-Forum内で第５回フォーラム「大規模な空間構造の計画と技術―新国立競技場をめぐる多様な視点」を開催した。斎藤名誉教授がコーディネーターを務め、パネリストに廣石秀造氏（日本大学短期大学部助手）、多田脩二氏（構造家、千葉工業大学准教授）、松岡舞氏（首都大学東京・高木次郎研究室、修士1年）、小澤雄樹氏（構造家、芝浦工業大学准教授）、福島加津也氏（建築家、東京都市大学講師）、今村創平氏（建築家、千葉工業大学准教授）を迎え、それぞれの立場から、多様な視点で新国立競技場について意見を述べた。フォーラムには構造エンジニアら約20人が参加した。

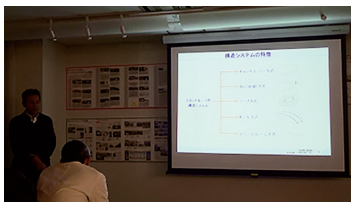
冒頭、コーディネーターの斎藤名誉教授が趣旨説明を行い、昨年11月に開催された「構造デザインフォーラム20周年企画×AND展2014」で行われたプレゼンテーションを基に、建築界で最大の関心事である新国立競技場をめぐる様々な課題について話題提供を行った。

◀オリンピックスタジアムの歴史を整理しつつ、第５回フォーラム開催の主旨を述べる斎藤公男・日本大学名誉教授▲講演終了後、聴講者からは活発な意見が出された

続いて各パネリストが講演した。廣石秀造氏は「オリンピックとFIFAワールドカップスタジアムの歴史、国内外コンペの諸相」、多田脩二氏は「構造形態（スタジアム）」、松岡舞氏は「スタジアムの多目的利用」、小澤雄樹氏は「大空間の再生・改修」、福島加津也氏は「合理と象徴」、今村創平氏は「都市における大規模観客施設」をテーマに多様な意見を述べた。建築家、構造家、大学で建築を教える専門家がパネリストを務める中、松岡舞氏は首都大学東京の高木次郎研究室で建築を学ぶ修士１年生で、屋根形態・規模・用途・観客数という独自の視点からスタジアムの多目的利用の役割を研究した内容が聴講者の注目を集めた。

講演終了後、「日本は意匠と構造が建築のコンセプト段階から協働できる環境にある。一方、欧州はコンペの文化が成熟している。新国立競技場は英国のザハ・ハディド氏の作品が選ばれたが、この日欧の文化の違いの中、今後この溝をどのように埋めればよいのか、構造家がどのように関わればよいのかに関心を持っている」など活発な意見が寄せられた。

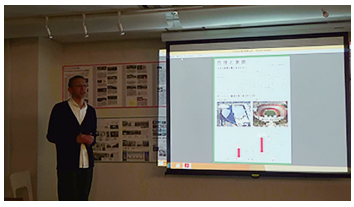
廣石秀造氏（日本大学短期大学部助手）



多田脩二氏（千葉工業大学准教授）

松岡舞氏（首都大学東京・高木次郎研究室）

小澤雄樹氏（芝浦工業大学准教授）



福島加津也氏（東京都市大学講師）

今村創平氏（千葉工業大学准教授）

# テーマ：伝統木構造を生かす道

コーディネーター：神田順
パネリスト：北茂紀、玉腰徹

木造建築は、古くから我が国の戸建て住宅や寺社建築の主流を占めてきている。しかし、戦後の建築基準法の仕様規定と伝統木構造とのなじみがよくないこと、国内産の木材のコスト高、集成材の普及などの問題が、木造建築の中で伝統技術の見通しをみえにくいものにしている。一方で、近年になって公共建築木材利用促進法や、国産材の集成材の振興、新しい木質構造設計への試みなど、少しずつ木構造の新たな展開も始まっている。　我が国の木造建築の、さらなる今後の展開について、複数の視点の取り組みを肯定した上で、これからの「伝統木構造を生かす道」について議論したい。以下のテーマは、伝統木構造を考える上で、避けて通れないものと思われるが、直ちに結論の得られるものではなく、木構造へのかかわりの程度によりさまざまな意見が示されることを期待するとともに、さらなる議論の深化のためのステップを残すことを目的とする。パネリストのお二人は、伝統木構造に関わりをお持ちの構造技術者で、必ずしも個々のテーマにお答えいただくというよりは、これまでのご経験を踏まえて、自由に話題提供いただく予定である。

1 伝統木構造の魅力：マス・プロダクションに対して、職人による技の見える仕事の価値評価が、どの程度の一般性を有するか。伝統木構造の魅力が、建築主にとってどこにあると考えられるか。

2 安全性確認と構造計算法：許容応力度計算、壁量計算の仕様規定が構造部材の伝統工法の利点を反映したものになっていない。詳細な構造計算無しでも、棟梁技能の認定と簡単な仕様規定の組み合わせによる安全性確認や実験結果を直接生かした評価は可能か。

3 継手・仕口の評価：特に、構造計算上の具体的な課題の１つとして、貫構造仕口、格子壁、落とし板壁の剛性・強度の評価法の確立が挙げられるが、限界変形角としてどの程度まで許容できると考えるか。

4 自然材と集成材の使い分け：集成材は、強度・剛性についてのばらつきを抑えて工業製品としての安定品質が保証できる。自然材は逆にその強度・剛性に応じた利用をすることで趣のある表情が表現できる。

5 プレカットの将来と限界：プレカットにおける工作精度向上や効率化によりすでに 90％を超えるまでになっている。集成材との相性が良いこと、大量化によるコスト減など、手刻みを残す必然性が見えにくくなっている。

6 利用者から見た林産業：林業政策のかじ取りによる面が多いので、利用者側からの問題点指摘は、希望や要求にしかならないかもしれないが、国内産材のコストが下がり供給の安定が図られれば、50％程度までの回復は可能か。

（神田順）

参加者

安部 重孝、雨宮 明日香、石井 敏、井上 武司、今里 弘子、内山 善明、大澤 隆、太田 統士、金田 勝徳、斎藤 公男、北川 健太、楠川 邦輔、島田 泰助、清水 敬三、下青木 義紀、菅澤 光裕、鈴木 稔子、鈴木 久子、谷口 尚範、中塚 雅晴、西尾 啓一、西川 直子、細澤 治、松永 直美、森永 信行、山井 宏友、山田 憲明、山脇 克彦、吉田 仁海、吉野 誠一、米林 雄一、若松 千夏子、和田 章

## 北 茂紀　Kita Shigenori

北茂紀建築構造事務所

1977 年生 . 北茂紀建築構造事務所代表、ものつくり大学、日本大学大学院非常勤講師。
近畿大学卒業、日本大学大学院修士課程修了、青年海外協力隊ジンバブエ国隊員（2004 ～ 2006）、増田建築構造事務所（2010 ～ 2014）。
＜構造担当作品（木造）＞
【新築】東林寺本堂、正満寺本堂、大森寺本堂、鳥取城太鼓御門など
【耐震診断・補強設計】こもれびの里主屋、新御殿役人詰所、旧増田邸、旧有備館、宮光園白蔵、旧文武学校槍術所他 8 棟など

## 玉腰　徹　Tamakoshi Toru

株式会社司構造計画

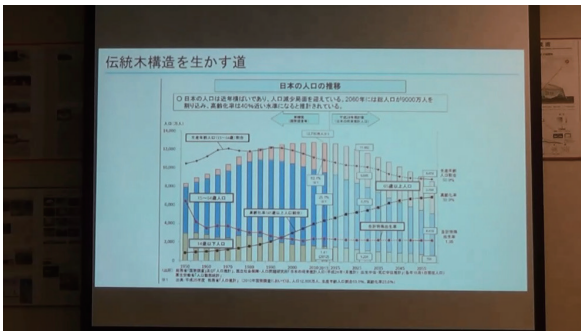
1955 年生、㈱司構造計画常務執行役員。
日本工業大学工学部建築学科卒業、( 株 ) 楠山設計（1978 年－ 1988 年）、( 株 ) 司構造計画東京事務所長（1988 年－ 2009 年）、同本社常務執行役員（2009 年－）。
構造設計一級建築士、NPO 法人伝統木構造の会理事、
「やさしく学ぶ『伝統構法・限界耐力計算法』」セミナー講師など

我が国の木造建築の今後の展開において、伝統技術をどのようにして生かすことができるかを考えるために、「伝統木構造を生かす道」と題して、まず、コーディネータの神田から、６つのサブテーマを提示した。そもそも伝統木造とのかかわりは、2009 年 12 月から、建築基本法制定準備会の活動に対して、伝統木構造の会としても協力して運動できるのではないかということで、何度かシンポジウムや勉強会に参加する機会をもったことである。

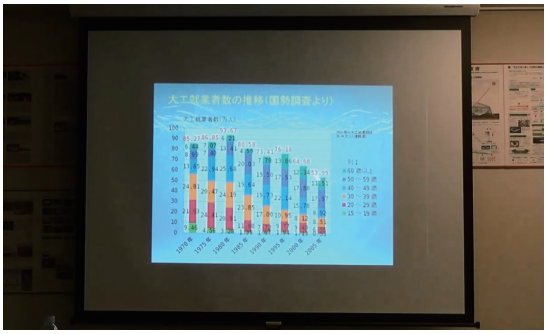
「イタリア現代思想への招待」（岡田温司著）から、紀元 1 世紀のロンギノスの言葉を引用して、財産（富）への執着が、現代社会の混乱の元になっている視点を入り口として、建築基準法が市場原理への対抗手段でありながら、同時に効率性を追求することで、建築を最低基準に引き下げてしまう作用があること、そして法律以前から存在する伝統木構造を受け入れない状況を作ってしまっていることの問題が、伝統木構造を考えるきっかけであることを紹介した。サブテーマとしてあげたのは、1．伝統木構造の魅力、2．安全性確認と構造計算法、3．継手・仕口の評価、4．自然材と集成材、5．プレカットの将来と限界、6．利用者から見た林産業の６つである。

問題は、職人技がどのようにして魅力（価値）を生み出し、それが一般の人から理解され支持されるものになるかを、われわれがどう語ることができるかということでもある。徳川時代に、林産管理から住宅生産までを持続可能な形で制御していた様子が、「Collapse」（ジャレッド・ダイヤモンド著）に記されていることを思い起こし、その中で語られている社会を滅ぼす要因の１つに、「意味のないルールに固執すること」があることを警鐘として指摘し、パネリストの話題提供に移った。

北（北茂紀建築構造事務所）からは、「生かす」とはどういうことかの考察から、継承と領域拡大の軸、技術と暮らしの軸を設定して、具体的にかかわった実例を通して、大工の存在意義が語られた。守山市の大森寺（だいしんじ）における大仏様の再現、2007 年能登半島地震時の輪島の蔵の東日本大震災後、女川における避難所のパーティション、赤浜の集会所の建設、さらに 2008 年四川地震における自力再生の例などから、技術の意味を訴えた。従来の概念に囚われない、伝統木造の可能性について一石を投じた。

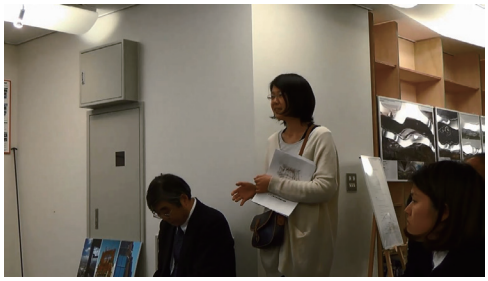


玉腰（司構造計画）からは、伝統木構造が適法建築として実現できないことに対して、建築基準法における伝統工法の位置づけや大工就業者数の減少傾向からの危機感を示したうえで、国会請願などの過去の取り組みも紹介された。昨年６月の建築基準法改正における付帯決議で、伝統的工法による木造建築物の建築が可能になるような基準の策定を検討することが示され、鈴木委員会における構造計算法の整備の実施に向けての動きが期待されている現状も示された。伝統は新たな未来を拓くという意気込みが欠かせない。




意見交換も活発に行われた。そもそも伝統木造とは何かを論ずると、「伝統」と言う言葉自体への疑問や、こだわることの問題点なども指摘された。自然材の良さを感じるということは、感性をどのようにあぶりだすかにかかっている。現実には、①職人不足、②木材不足、③コストが高い、④工期が長い、⑤性能が証明しにくい、⑥法規に適合しにくいなどの問題（山田憲明氏のコメント）を、何らかのかたちで解決することが求められるわけである。社会は、少しずつではあるが、自然の味わいを求める方向に動きつつあることもあり、子供の教育の中にも反映させられると良い。

懇談会の場においても、それぞれの立場から、さまざまな経験からの貴重なご意見を伺うことができた。技術が社会に貢献することは、その技術の生んだものが、人々から価値あるものとして評価されて可能となる。大量生産品と比べて職人の作ったものは、地球環境的にも、教育の視点からも、意味を持つと言えるが、それを人間の感性と結びつけて社会の一角を占めるものにするには、さまざまな工夫が必要である。今回のフォーラムもその模索の第 1 回であり、引き続き考察を深めていきたい。いただいたコメントについて十分に整理できていないが、課題はこれからも継続して議論する意味もあることから、本総括についても、ご意見をお寄せいただけると幸いである。



【寄せられた意見】

「伝統木造構法について考える」　太田統士（NPO 法人 建築技術支援協会 PSATS）

1) 伝統木造構法の基本的考え

一般に我が国において伝統木造構法といえば、寺社建築の堂塔伽藍、宮殿などの寝殿造り或いは書院造りなどの重要文化財建築を思い浮かべる。一方住まいに限ってみれば江戸時代からの萱葺きなどの骨太な造りの古民家や伝統的建造物保存地区などに見られる街道筋の古い商家などに思い当たる。また明治・大正・昭和時代に建てられた贅を尽くした数寄屋建築などもこれに当たるだろう。

これに対してここ 100 年来、ごく一般の民家はこれらと又違った造りとなっている。つまり歴史的かつ伝統木造構法の前者の建物と違い、かすがいの他にさまざまな金物を使い始め、経済的な材料取りの軸組構法で造られてきた。主として大正・昭和に造られてきた一般的な住宅がこれにあたる。

以上の全ての伝統木造構法群は、1960 年以降、プレハブ住宅やツーバーフォー住宅などの構法建築に対して、我が国古来の在来木造構法建築群として位置づけられている。

この在来木造構法建築群の中に、ひとつは前述の寺社建築などの本格的な伝統的木造構法建築群があり、もうひとつは軸組の接合方法などを合理化・簡略化し発展してきた軸組木造構法を、近代化した在来木造構法又は単に在来木造構法と呼んでいることは周知のことである。

2) 伝統木造構法建築と伝統文化

伝統芸能とか伝統工芸や色々な祭礼にまつわる伝統行事など、まとめて伝統文化というジャンルがある。これらの伝統文化の現代における表現方法は必ずしも古法どおりではない。いやむしろ近代化・現代化された文明の利器を通して具現されている。例えば古典歌舞伎の世界でも、もはや百目ローソクのもとで手回し

の回り舞台で演じるのでなく、今やコンピューター制御のLED照明のもと電動の舞台で繰り広げられている。また東京にいながら各地の陶土を取り寄せ電気釜で陶芸作品を創るなど、一部に例外がない訳ではないが、さまざまな場面で具現化の手段として、文明利器を用いることで伝統的な様式美表現が成り立っている。

一方、建築は美しく人に感動を与えるものであって欲しいが、それ以上に何らかの目的を達するための器としての絶対性が求められる。したがって、でき上がった姿・形は様式美としての芸術性追求は当然として、器そのものはたとえ伝統的建造物であったとしても、その生産手段は時代時代に応じて、さまざまな造られ方が講じられて来た筈であり、またそうであって当然と考えられる。したがって伝統木造構法の建築とは、でき上がった姿・形の様式美・構成美を指すのか、或いは古代からの伝統的手段での造られ方をさすのか。或いはその両方でなければならないのか。

3) 伝統木造構法と住宅

以上の三点を考えた場合、寺社建築などの伝統的建築物の保存や復元・修復に当たっては、様式・生産手段共に正真正銘の伝統構法でなければならない。しかし住まい造りの場合は、一部の好事家への対応は別として、ツーバイフォーでもプレハブでもない在来的な日本的住宅を求める一般庶民の立場にしてみれば、リーズナブルなコストで建設できれば有り難いと思っているはず。

寺社建築のような文化財的な伝統構法を用いなくても、6寸角柱の田舎家でも数寄屋風あるいは普通の真壁軸組構造でも、合理的な接合金物を用いて生産できるはずだし、また部材は現場生産でなくても指定した木材で自由な設計のプレカット部材の製作が可能な世の中になっている。そうだとすれば金物を用いない伝統的構法にこだわって大工の不足を嘆くこともないだろうし、現在の技能の大工に少々経験を積ませるだけで十分に対処できると考える。こだわりの伝統木造構法の住宅が、大工の技能伝承の上からも木材の確保の上でも、今後50年先、100年先まで伸び続け得るとは考えにくい。

文明や技術は絶えず進歩しつづけるはずで、我々が伝統木造構法と称しているものでも、さまざまな架構の変化を経ているし、その時代に使われた釘や鎹も、時代時代で進歩してきている。でき上がった姿・形は変らなく、現代としての手段で生産できれば「それはそれで良し」とする考えも間違ってはいない。

歴史的文化財建築の保存や修復のため伝統木造構法技術を保存してゆくことは極めて重要と考える。しかしそれを普遍的に住宅の分野にまで広めて行こうとすることは、法的な問題を度外視しても、需要や生産性および建築技術の進歩に照らし合わせて疑問がのこる。現在造られている伝統木造構法住宅でも、貫構造を用いたりしていても、基礎はRCべた基礎や杭基礎を用いたりして、必ずしも総てを古い構法でやるのではなく、現代の技術を多く用いているのが普通である。

したがって木の香りのする真壁造りの旧来風の住宅を望むならば、歴史的伝統木造構法をそのまま用いなくとも、さらに進歩した技術を取り入れた、いわば技術的に現代化した在来構法住宅であってよいではないか。

4) 新在来構法住宅のすすめ

伝統木造構法という言葉はきわめて曖昧だと感じている。一般に伝統木造構法という言葉を聞けば、歴史的な寺社建築などの姿が目に浮かぶ。「伝統木造構法を守る」或いは「伝統木造構法推進しよう」とするグループ活動があるが、伝統木造構法の何を？どの部分を？どのように？守ったり推進したりしようとしているのか、情緒的な思想のように見えて非常にわかりにくい。まして伝統木造構法で住宅を取り入れると云うことになると、伝統木造構法のどの部分をどのように取り入れるのかについては設計者各人各様であるように思える。

要するに、一部の好事家が古式の構法で造る住宅はそれはそれでよいとして、前項でも述べたように、より現代化された在来木造構法をたとえば「新在来木造構法」又は「Modernized Native Housing System(MN

ﾊｳｼﾞﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑ)」などと呼び代えて、一般のイメージを確かなものにした方がよいのではないかと提唱する次第である。

「第六回フォーラムメモ」　山田憲明（山田憲明構造設計事務所）

■なぜ伝統木構造の建築がつくられないか

①職人不足

②木材不足

③コストが高い

④工期が長い

⑤性能が証明しにくい

⑥法規に適合しにくい

■伝統木構造を生かすための課題（上記より）

①職人と木材をいかに集めるか

②コスト高と工期長をいかに発注者に理解してもらうか

③性能をどう証明するか、あるいは、性能を証明しなくても社会的な合意が得られるような仕組をどうつくるか

④いかに法に適合させるか

■伝統木構造の生かし方

・以上の課題を踏まえたうえで、伝統木構造をどのように生かしていくのか。

・現状では、伝統木構造の生かし方の具体的なイメージが共有できていない。

・伝統技術を使うことが前提の社寺建築や文化財建造物の修理では、上記項目が問題になることはないし、これらをつくれる仕組みはなにかしらのかたちで文化として存続していくだろう。

・社寺建築や文化財建造物のような既定のプロジェクトをやるだけでは、伝統技術は、よくて現状維持、あるいは形骸化していく。

・伝統技術を「生きた技術」にしていくには、定常的に「伝統的」な知見や技術を使っていくことを考えることが不可欠。

・意匠設計者と構造設計者は、実施プロジェクトにおいて、伝統技術を使うことの価値を見出し、それらを実現していってほしい。

・例えば、木材を切削し、それらを嵌め合せてつくる篏合接合は伝統技術の根幹をなしているだけでなく、現代の木構造の礎になっていることは間違いない（プレカット がまさにそうである）。篏合接合は、木材同士の直接的な応力伝達によって、接合部を効率的にローコストで美しくつくれる可能性が大いにある。

・学校や庁舎、幼保施設といった中大規模木造建築においても、伝統技術をそのまま、あるいは部分的、または改良して使っていくことで、木造建築の可能性が広がるだけでなく、伝統技術の伝承にもつながっていくだろう。

# テーマ：構造工学の科学から社会の靭さと脆さ

コーディネーター：和田章

パネリスト：城戸隆宏、山脇克彦

長さ 5m の H 形鋼が建設現場に運ばれバタ角の上に置かれているとする。建築骨組の中の一部材として組み込まれる前であり、外力は作用しておらず、強さに比べ自重は十分軽く境界条件にも拘束のない、部材にとって最も自由な状態であり、この H 形鋼のフランジやウエブにはほとんど応力は生じていない。ただ、本当にそうなのか。H 形鋼が製鐵所で生産されるとき、フランジやウエブの断面は部分により冷える早さは一様ではなく、冷めたところから硬くなり、後で冷えて硬くなるところには材軸方向に引張りの残留応力、先に冷えたところには圧縮の残留応力が残る。降伏応力度に近い残留応力が生じていることもある。構造設計では、軸力を断面積で除し、曲げモーメントを断面係数で除し、これらの和として断面に生じる応力度を求める。ただ、内部にある残留応力が加算されていないから、真の応力度を求めていることにはならない。

このように考察すると、構造設計の中で普通にしていることは科学といえるのか、怪しくなってくる。実際の建築構造物は独立した一部材に比べはるかに複雑である。無重力の宇宙空間で寸分違わずの精度で構築し、完成後に地球上にそっと降ろしたわけではない。構造物は地盤の上に徐々に建設され、骨組が完成する前にコンクリートスラブは下層部から打設されていき、工事の過程では溶接も行われ、構造計算の前提条件とは別の流れで建てられていく。構造物の中には、構造計算の時には考えていなかった色々な応力が存在することになる。真の応力状態が分からないまま行われているのが、今の構造計算である。　構造設計、塑性理論、下界の定理、上界の定理、唯一解の定理などの構造の科学から、組織の靭さ、社会の靭さ脆さにまで議論を広げる。

日本建築構造技術者協会会誌（Structure）2015 年 4 月号に掲載予定の同名の記事を読んできてくだされば と思います。

（和田　章）

参加者

安達 功、大崎 純、大澤 隆、郭 献群、金田 勝徳、神田 順、楠川 邦、熊坂 まい、五條 渉、小林 哲也、斎藤 公男、佐藤 淳、高木 次郎、谷口 尚範、玉腰 徹、中塚 雅晴、中村 博志、西尾 啓一、日向野 登、町田 有紀江 、松永 直美、三輪 富成、矢島 卓、山我 信秀

寄稿

# 構造工学の科学から社会の靱さと脆さ

Strength of Structures and Strength of Society

東京工業大学名誉教授
（一社）日本免震構造協会会長
和田　章

## 1．科学と技術

ピラミッド、万里の長城、パンテオン、法隆寺、正倉院などは、ガリレオ・ガリレイが梁の強さを論じるより遥か昔に建てられ、今でも美しい姿をはなっている。科学の前に技術があったことは間違いない。内田祥哉先生は「科学と技術」を「質量と重量」にたとえてその違いを説明された。科学は宇宙に浮かぶ恒星のようなものであり、大きな質量をもって存在し、直接に何かをしているわけではない。恒星は人類が誕生する遥か前からそこにあり、人類が滅亡してからも永遠に存在する。恒星にたとえられる科学は崇高なものである。重力加速度の中で質量が重量として力を発揮するのと同じように、科学は社会の要求という重力加速度の中で技術として力を発揮するのが順序であろう。

ただし、ほとんどの建築物、土木構造物は人間社会の欲望や必要性により、科学がわからない時代であっても経験と技術の蓄積で作られてきた。加藤勉先生は、人類が進めてきたこれらの技術の中から普遍性を見出し、これを昇華させ構造工学分野の科学を見出したいと言われていた。我々の構造工学の分野で科学といえるものは何か、技術といえるものは何か。数学・物理学はもちろん科学であり、構造材料、構造部材、構造物に作用する外力と変形の関係を、マトリックスを用いて関係付ける構造解析法も科学といえるであろう。この理論をコンピュータ上で展開し、構造物の変形や振動を求め、個々の構造部材に生じる力を求め、これらから構造物を構成する部材や材料に生じる応力や歪みを求めて、安全性を確認する手順も科学と言える。

## 2．構造計算の意味

たとえば、長さ5mのH形鋼が建設現場に運ばれバタ角の上に置かれているとする。建築骨組の中の一部材として組み込まれる前であり、外力は作用しておらず、強さに比べ自重は十分軽く境界条件にも拘束のない、部材にとって最も自由な状態であり、このH形鋼のフランジやウエブにはほとんど応力は生じていない。ただ、本当にそうなのか。H形鋼が製鐵所で生産されるとき、フランジやウエブの断面は部分により冷える早さは一様ではなく、冷めたところから硬くなり、後で冷えて硬くなるところには材軸方向に引張りの残留応力、先に冷えたところには圧縮の残留応力が残る（図1）。降伏応力度に近い残留応力が生じていることもある。構造設計では、軸力を断面積で除し、曲げモーメントを断面係数で除し、これらの和として断面に生じる応力度を求める。ただ、内部にある残留応力が加算されていないから、真の応力度を求めていることにはならない。

このように考察すると、構造設計の中で普通にしていることは科学といえるのか、怪しくなってくる。実際の建築構造物は独立した一部材に比べはるかに複雑である。無重力の宇宙空間で寸分違わずの精度で構築し、完成後に地球上にそっと降ろしたわけではない。構造物は地盤の上に徐々に建設され、骨組が完成する前にコンクリートスラブは下層部から打設されていき、工事の過程では溶接も行われ、構造計算の前提条件とは別の流れで建てられていく。構造物の中には、構造計算の時には考えていなかった色々な応力が存在することになる（図2）。真の応力状態が分からないまま行われているのが、今の構造計算である。

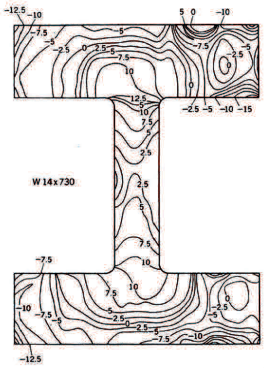
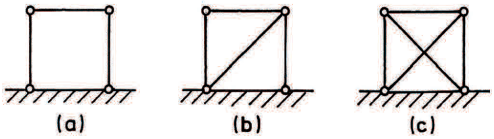



図1　極厚のロールHに存在する材軸方向の残留応力分布（単位：ksi）のコンター（10ksiは68.9MPaに相当する）
Structural Steel Design,Lambert Tall編著,The Ronald Press Company 1974より

## 3．塑性理論の復習

材料、部材、骨組に弾性限界変形とほぼ同じ塑性変形の能力、できれば材料には弾性限界変形の10倍程度、部材には2から3倍程度、骨組には2倍程度の塑性変形の能力が備




これらは平面トラスを示している。(a)は３本の部材がピン接合され基礎にも支持されているが、メカニズムを形成していてどんな荷重も受け止められず、構造体とは言えない（不安定構造）。斜材を一本追加した(b)は２つの三角形で構成される構造体になる。どれか一本の部材の長さが正しくないとき、これらの４本の部材を組み立てるのに無理はなく、どの部材にも軸力は生じない。結果として出来上がる全体形状は設計図通りではないが、この違いは目にはさやかに見えない（静定構造）。さらに一本の部材が追加された(c)は、力の釣り合いだけでは解けない。どの一本の部材の長さが正しくないときでも、これらを組み立てようとすると無理が起き、５本の部材には組み立てただけで軸力が生じる。外荷重は何も作用していないが、部材には自己釣合軸力が生じることになる。

図２　不安定構造、静定構造、そして不静定構造
The Science of Structural Engineering, Jacques Heyman著, Imperial College Press 1999より

わっており、これらが変形を受け、材料、部材、部分骨組、骨組がある限界の抵抗力に達したのちに変形がさらに増加しても、抵抗力が突如にゼロになったりせず、減退することもない場合、次の理論が成り立つ。英国Cambridge大学のLord John Bakerらが1930年代に証明したように、塑性理論の３つの定理として、「下界の定理」、「上界の定理」および「唯一解の定理」がある。John Bakerの弟子のMichael R. Horne の著書Plastic Theory of Structures, 1971の記述を以下に引用するが、非常に明快である。ここでは、部材は曲げに対して十分な塑性変形能力を有し、$M_p$に達すると降伏ヒンジを形成する骨組を対象としているが、曲げモーメントだけでなく各種の力を受ける構造物一般に適用できる意味深い理論である。骨組に作用する複数の外力には共通の荷重係数$\lambda$が乗じられていて、$\lambda$がゼロであれば荷重は作用していないことになり、$\lambda$が1.0、1.5、2.0のように変わると各点に作用する外力も比例的に変化する。

「下界の定理」*Static or lower bound theorem*

*If, at any load factor $\lambda$, it is possible to find a bending moment distribution in equilibrium with the applied loads and everywhere satisfying the yield condition, then $\lambda$ is either equal to or less than the load factor at failure $\lambda p$.*

「上界の定理」*Kinematic or upper bound theorem*

*If, for any assumed plastic mechanism, the external work done by the loads at a positive load factor $\lambda$ is equal to the internal work at the plastic hinges, then $\lambda$ is either equal to or greater than the load factor at failure $\lambda p$.*

「唯一解の定理」*Uniqueness theorem*

*If, at any load factor $\lambda$, a bending moment distribution can be found which satisfies the three conditions of equilibrium, mechanism, and yield, then that load factor is the collapse load factor $\lambda p$.*

Michael Horneは「下界の定理」より、外力に釣り合い且つ降伏条件を満たす各種の応力分布のうち、荷重係数$\lambda$が最大となる場合が崩壊時の応力分布であり真の崩壊荷重係数$\lambda p$を示すこと、「上界の定理」より、各種の崩壊形から求まる荷重係数$\lambda$のうち、$\lambda$が最小となる場合が正しい崩壊形であり真の崩壊荷重係数$\lambda p$を示すことを説明している。そして、「唯一解の定理」より、構造物と外力分布が与えられたとき、その崩壊荷重係数$\lambda p$は初期条件や施工過程には影響を受けず、解は唯一であることを説明している。

上記の理論は、日本の大学では大学院で講義されることが多いが、これから述べるこの理論の深い意味については講義されていないと思う。ここでは「構造物の強さ・弱さ」に注目して議論しているが、梁や床に生じる撓みや振動、構造物全体の変形や振動の問題は剛性を考慮した考察に発展させなければならない。

## ４．下界の定理と構造設計

塑性理論は構造物の崩壊荷重つまり終局耐力について論じるものであり、「下界の定理」では各部材の終局耐力$M_p$を用いて理論が展開されている。ここで、この終局耐力$M_p$を安全率$\alpha$で除した許容耐力$M_a$ (=$M_p/\alpha$) を用いて考察を進める。$M_a$は我国の設計法では、部材の長期許容耐力や短期許容耐力に相当する。一般の構造計算で行われるように、コンピュータを用いたマトリックス構造解析により、骨組に設計用の外力を作用させ、各部材に生じる部材力$M$を求める。各部材について、部材力$M$が上記の許容耐力$M_a$を越えないようにすることが、構造設計上の安全性確認である。このコンピュータを用いた弾性計算の手順では、曲げモーメント図は一つだけ正解のように求まる。ただし、塑性理論によると、外力に釣り合ってさえいれば曲げモーメント分布はある程度自由に考えて良いことも興味深い。

ここで用いる応力分布$M$は釣合方程式を解いた結果であり、間違いなく外力に釣り合っている。そして、骨組のどの部分でも部材の許容耐力$M_a$を超えていないように設計が進められる。「下界の定理」により、真の崩壊荷重はここで与えた外力より大きいことが保証され、各部材の許容耐力は部材の終局耐力を安全率$\alpha$で除して求めているため、この構造物は与えた外力の$\alpha$倍以上の崩壊荷重を持つことが証明されたことにもなる。

「唯一解の定理」により、初期条件は崩壊荷重に影響を与えないことが証明されているから、外力が作用する前に部材の中にある初期応力や残留応力、施工法の違いによって各部材に生じる各種の応力の存在は無視して良いことになる。これこそ、構造設計を進める上で科学といえる素晴らしい理論であり、我々が普段行っている許容応力度設計の正当性を証明するものである。

「下界の定理」が成り立つための条件から、力の流れる道筋は部材だけではなく、接合部や基礎などすべての部分に気を使うことが必要であり、どの部分でもそこに伝わる

力が伝達可能なようにしなければならない。例えば、鉄骨骨組に19mm厚の鉄板耐震壁を設置しようとするとき、線材骨組解析を行うと壁で挟まれたH鋼梁には軸力も曲げモーメントもせん断力も生じないことがある。結果として、ウェブ厚が14mmしかないH形鋼が安易に採用されてしまい、地震時に鉄板耐震壁に流れるせん断力はこの梁のウェブを通り抜けられなくなってしまう。

さらに重要なことがある。設計荷重を伝達しうる曲げモーメント分布、つまり力の伝達経路や構造の仕組みには無限の可能性やパターンがある。これらは与えられるものではなく、構造設計者の意図によって、構造の形、部材の太さ、組み方、力の流し方を決めることができる。「下界の定理より構造物のどの部分を補強しても弱くなることはない」が証明できるが、部材の塑性変形能力を劣化させず、構造部材の強さの連続性を確保し、周辺の部材との強さのバランスを崩さず、建物全体の変形性状に大きな変化がない範囲であれば、実物の構造物に存在する非構造壁、床スラブなどの構造計算にのせにくい部分の剛性や強さは、無視したり小さめに評価しても構わない。同じように、骨組は無理に立体骨組と考える必要はなく、平面骨組の集合と考えても良いことになる。いずれの場合も、設計外力を許容応力度内で基礎まで伝達しうることを説明したことになり、構造物の実際の強さはこの設計外力より強いからである。



## 5．上界の定理と構造設計

構造設計を行うときに、設計用の外力に対して各部材が耐えうるように設計するだけでなく、その構造物が過大な力を受けたときに、どこから壊すか、どこから壊れるかを考えるべきだと先輩たちがよく言う。「上界の定理」に従って構造物の崩壊荷重を考察することにも同じ目的がある。ただ、恐ろしいのは、構造物全体の正しい壊れ方や崩壊形を見極められない場合には、真の崩壊荷重より大きな抵抗力を期待してしまうことにある。

設計し施工される構造物の本当の壊れ方や崩壊荷重は神のみが知っているとも言える。我々が考えたうちの最小値が正解なのであるから、構造設計を進めるにあたり、設計チームで構造物全体の仕組の考察、ディテールや壊れ方について想像力を高めるだけでなく、真剣な議論が必要である。場合によっては初心者が重要な問題に気づくこともあり、ベテランが気づくこともある。設計の審査において、ピアーレビューが必要な理由もここにある。あらかじめ用意したチェックリストに従って事務的に確認する方法はあまり有効ではない。多くの考えの中の最小値が正しい崩壊状態であることを忘れてはならない。

## 6．塑性変形能力の限界

塑性変形を考慮した構造物の崩壊荷重を考察する際には、先にも述べたが、少なくとも材料、部材、骨組に弾性限界変形のそれぞれ10倍、3倍、2倍程度の塑性変形の能力が備わっていることが条件と考える。「唯一解の定理」に期待して、施工中に部材や接合部に無理が生じても良いと誤解し、乱暴な施工は行うべきではない。材料や部材、接合部に生じる塑性変形量には限界があり、これを越えると構造物の崩壊の危険性が増す。耐震設計については次に述べるが、純ラーメン構造と耐震壁のように最大耐力の発揮時点の層間変形角が大きく異なり、塑性変形能力にも限界がある場合、これらの構造部材の最大耐力の発揮時期がずれてしまい、構造物全体の総合的強さを有効に確保できないことも忘れてはならない。

イギリスで研究の進んだ塑性設計、終局強度設計は、実際に作用する荷重に荷重係数を乗じて係数倍荷重“Factored load”とし、これより構造物の崩壊荷重が上回るようにしている。そのため、荷重係数を乗じる前の実際に作用する荷重時に、構造物に残留変形が残るような大きな塑性変形は起こらない。

地震国では建築骨組に耐震性を考慮した構造設計が行われる。中小地震動を受ける場合については、設計用地震力として静的な水平力を構造物に作用させ、部材に生じる応力が短期許容応力度を超えないように設計される。ここで述べてきた考え方がそのまま使える。一方、大地震動を受ける場合については、イギリスで始まった上記の塑性理論を拡大解釈し、構造物に繰り返しの大きな塑性変形が生じても良いとしてきた。

大きな塑性変形を受けた骨組、傾いてしまった骨組は、地震後に続けて使うことは難しく、取壊すことになる。2011年東日本大震災の17日前にニュージーランドのChrist Churchで大きな地震が起きた。この地震で倒壊した建物は

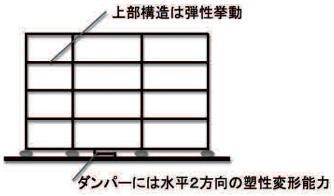



図3　免震構造

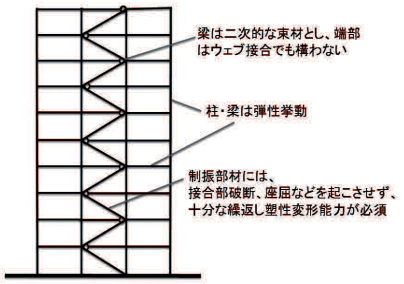



図4　制振構造

２棟だったにもかかわらず、2,400棟あった中高層ビルのうち、損傷があったからという理由で1,700棟が取り壊されてしまった。この状況は我々構造技術者の最終目標ではなく、真の目標は、地震後にも使い続けうる建築物を建てることであり、柱や梁などの骨組本体に大きな塑性変形を与えたくない。従来とほぼ同じ建設費で、これに応えられるのが免震構造（図３）と制振構造（図４）である。ここには大きな塑性変形を許容したダンパーが使われるが、長周期かつ長時間の地震動により何度も繰り返しの変形を受けることもあり、ダンパーのエネルギー吸収の限界についての考察が必要になる。

### ７．期待した強さに比べ小さな真の強さ

タイタニックの氷山への衝突と沈没、旅客機コメットの連続墜落事故、鉱石運搬船のボリバア丸とカリフォルニア丸の連続沈没、尾翼の破壊による日航機の墜落、スペースシャトルの大事故、３度目になる原子力発電所の大爆発、東日本大震災の大津波による悲惨な災害、これらの大事故や大災害は大局的に見ると、文明を進めてきた人間の側の対処が足りなかったことが原因である。人工物を作るに際し、企画し設計し制作していく段階で、関係者は真剣に考えてきたはずであるが、足りないことがあり、大事故や大災害は起こる。設計チームやもう少し大きな組織に、考察や判断の過程で多くの意見を取り入れられなかった問題があるに違いない。お金の問題やスケジュールの問題に心が奪われ、真剣な議論が行われなくなることもある。

塑性理論は部材が最大耐力を発揮したのちに、その抵抗力を維持しうる粘り強い部材を集合した骨組の場合に成り立つのであるが、部材がガラスのように途中で折れたり、脆性的破壊を起こす場合は各個撃破、ドミノ倒し、ジッパーフェイルなどと言われる壊れ方を生じるため、考えている崩壊荷重に比べ、真の崩壊荷重は圧倒的に小さくなる。鉄骨構造の部材座屈や接合部破断、鉄筋コンクリート構造の柱のせん断破壊、弱いクリップを用いた天井システムの落下など事例は多い。動くはずのジーゼル発電機が大津波で機能しなかったことも同種の問題である。

要するに、人間の考えたある人工物の終局強さは、真の終局強さの上界であり、配慮が至らないときは過大な強さを期待してしまう。実際に発揮される真の終局強さは楽観的な人間の考える強さに比べはるかに小さいことを忘れてはならない。つまり、人工物は「思ったようには壊れず、思った強さは発揮されない」、「作ったように壊れ、作った強さしか発揮しない」と考えるべきである。

### ８．組織や社会の靭さと脆さ

複雑な実社会では、各種の法律があり、関係している多くの組織の内部や組織間には指示系統などのヒエラルキーがある。作ろうとしている人工物について、この雁字搦め

写真　2011年3月11日、東日本大震災後に運行を再開した京王線新宿駅に殺到する乗客（提供：朝日新聞社）

の仕組に阻まれて自由な議論が行われないことが問題である。人間は神ではない。真の壊れ方を見極め真の抵抗力を知るために、組織を越えた自由で真剣な議論が必要である。

もう一つ重要なことは、考える道筋や構造物を明快にすることである。システムが精巧で複雑で、ああしてこうして、その時こうしてああしてというように、迷路のように複雑に入り組んだ道の中から正しい道筋を探し求めねばならないようなものは作ってはいけない。原子力発電所の爆発のあと、多くの書籍が出版され、当事者ではないが専門に近い人達があの時こうすれば爆発は防げたなどと書いている。あの状況で正しい道筋が見えなくなることのほうが自然だと考えねばならない。

東日本大震災の日に東京で起きた大量の帰宅困難者や車の大渋滞も大きな問題である（写真）。携帯電話やメールを使えば、次の首都直下地震でも対処できると考えるのは間違いである。非常時に携帯電話は電話会社が自動的にかかり難くすることは常識である。平常時の毎朝のラッシュ時間帯でもプラットホームには10mおきに駅員が立っている。いつ起こるか分からない災害時に、多くの駅でラッシュ時間と同じ態勢をとることは難しく、プラットホームに溢れる人々を問題なく処置できると考えるのは楽観的すぎる。

華麗な大型情報システムを活用すれば、災害拡大を抑えうると考えるのも楽観的すぎる。システムは予め考えた現象に対してプログラム化される。このプログラムが、その機能を超える悲劇的な出来事を何十年のちに初めて迎えて、正しく対応できるとは考えにくい。さらに、コンピュータシステム開発の古い標語「プログラムは思ったようには動かない、プログラムは作ったように動く」を忘れてはならない。

脆い構築物やライフライン、過剰な人口集中と脆い人々、そして脆い情報システムによって構築される大都市の災害はさらに甚大化してしまう。神のみが知る構造物や人々の行動の終局的状況を想定し、社会が真に発揮しうる強さや能力を、我々は想像力と多くの議論により見極めねばならない。そして建築やまち、社会の作り方に戻って考えるべきときである。

# 城戸 隆宏　Kido Takahiro

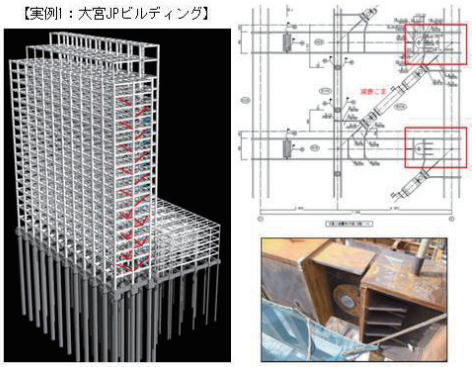
日本郵政株式会社不動産部門施設部建築計画グループ・グループリーダー

1972 年 4 月生まれ
1997 年　日本大学大学院理工学研究科建築学専攻修士課程修了
　　同年、山下設計入社
2015 年より日本郵政不動産部門施設部入社、建築計画グループ・グループリーダー

【建築の構造設計そのあるべき姿：2010 年日本建築学会】によれば、構造設計とは以下のように記述されている。本フォーラムでは実例を挙げて議論の材料としたものである。

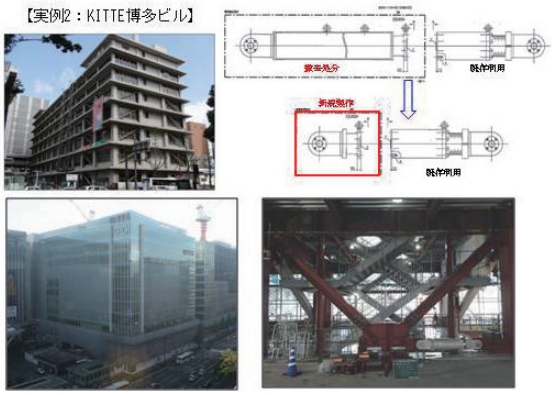
① 様々な作用や劣化に耐えるように、部材接合部の剛性・強度・靭性を確保することが構造設計の役割である。→＜実例 1 ＞
② 新しい構造の設計を試みるときに構造の挙動を予測する事が困難である場合、実験を行い実際の現象を観察することが有効と考えられる。→＜実例 2 ＞

＜実例 1 ＞：大宮 JP ビルディングにおける、ダンパー付帯梁端部ピンディテールの採用




本建物は 3 種類の制振装置を複合することでレベル 2 地震時でも主要構造をほぼ弾性耐力内とした制振構造である。建物長辺方向は外端の柱の付加軸力による軸変形が累積すると制振効果が減少してしまうことが立体の振動解析によって確認された。当該付帯梁の端部をピン接合とすることで効果的に減衰力が生じるディテールとした。通常は納まりとコストの関係から単なるボルトとガセットプレートによる模擬的なピン接合とする場合が多いが、本計画では鋳鋼によるピン＋接合部付近のスラブスリットを用い、解析で使用したモデル化を忠実に実現した。

＜実例 2 ＞：KITTE 博多ビルにおける、オイルダンパーの再利用




来年 4 月にオープン予定の全館商業施設である。既存建物に設置されていたオイルダンパーを解体時に廃棄する事なく、40 台全てを新築建物に再利用した。再利用にあたっては 40 台全てを実験することによりその性能を確認した。実験は抜き取りによることが通常だが、既存建物では福岡西方沖地震を被災していることや外部仕様であったこと、あくまでも再利用ということを勘案して全数性能確認試験を実施した。

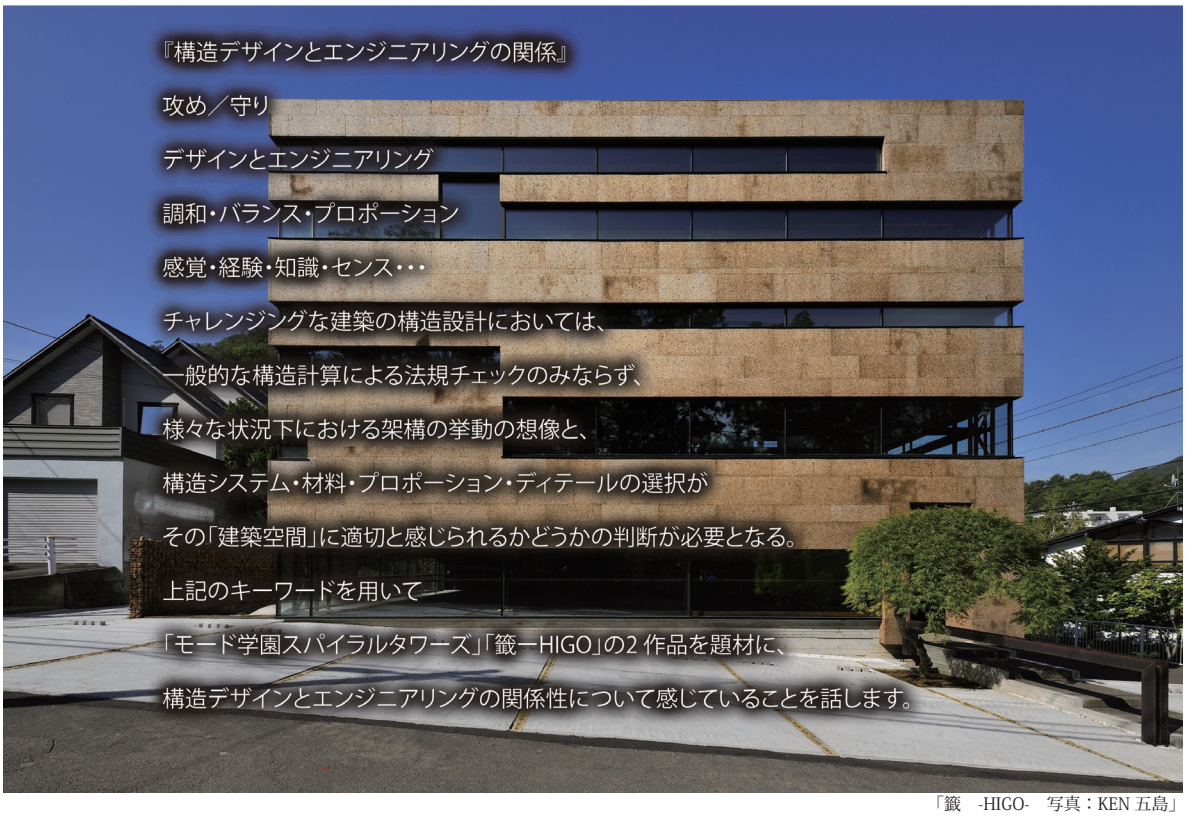
# 山脇 克彦　Yamawaki Katsuhiko

山脇克彦建築構造設計 (2015 年 4 月に日建設計から独立)

1968 年　大阪市生まれ
1992 年　神戸大学大学院環境計画学科修士課程修了、日建設計入社
2009 年　北海道日建設計構造設計室長
2013 年　日建設計構造設計部門部長
2015 年　山脇克彦建築構造設計代表

主な作品
國學院大學 120 周年記念 1 号館、重要文化財 ( 周防 ) 国分寺金堂耐震診断補強設計、モード学園スパイラルタワーズ、陸別小学校、苫小牧信用金庫まちなか交流館、北見信用金庫紋別支店、籤　-HIGO-
受賞歴
2005 年　JSCA 賞新人賞、2008 年　JSCA 賞作品賞、日本鋼構造協会業績賞、2011 年　日本建築学会北海道支部技術賞、2012 年　木の建築賞、2015 年　北海鋼機デザインアワード最優秀賞、北海道建築賞






「籤　-HIGO-　写真：KEN 五島」

# Event

# 「構造工学の科学から社会の靭さと脆さ」

## A-Forum　第７回フォーラム開催。城戸氏、山脇氏をパネリストに構造設計者のあり方など議論

A-Forum（代表＝斎藤公男・日本大学名誉教授）は4月23日、東京都千代田区神田駿河台のA-Forum内で第7回フォーラム「構造工学の科学から社会の靭さと脆さ」を開催した。同Forumを支える一人である和田章・東京工業大学名誉教授がコーディネーターを務めた。パネリストに城戸隆宏氏（日本郵政）、山脇克彦氏（山脇克彦建築構造設計）を迎え、「構造工学の科学から社会の靭さと脆さ」について講演・議論した。フォーラムには構造設計者ら約20人が参加した。

冒頭、和田名誉教授が「プログラムなどを作っていつも問題になるのは10階、20階建てのビルが全部宇宙で組み立てが終わってそっと地球に下ろしたような構造計算、それから荷重がかかってモーメントが出る―しかし、実際は順番に作っていくもの。工事の過程では溶接も行われ、構造計算の前提条件とは別の流れで建物が建てられる」と述べ、今回のフォーラムの参考資料である寄稿文「構造工学の科学から社会の靭さと脆さ」（structure2015.4掲載）から、①科学がわからない時代であっても経験と技術の蓄積で作られてきた。安全性を確認する手順も科学といえる。②その構造物が過大なちからを受けたときにどこから壊すかどこから壊れるかを考えるべきだ。③ディテールや壊れ方について、想像力を高めるだけでなく、真剣な議論が必要である。④お金の問題やスケジュールの問題に心が奪われ、真剣な議論が行われなくなることもある。⑤真の目標は、地震後にも使い続けうる建築物を建てることであり、柱や梁などの骨組み本体に大きな塑性変形を与えたくない等、建築や街、社会の作り方についてが今回のフォーラムのテーマであると趣旨説明した。

コーディネーターの和田章・名誉教授が趣旨説明

A-Forum「第7回フォーラム」の模様

城戸隆宏氏
（日本郵政）

山脇克彦氏
（山脇克彦建築構造設計）

城戸氏は①構造設計という行為を再確認する②解析モデルと実際の挙動について③設計で設定した能力を最大限に発揮させる④設計上の安全率をどう設計するか―重要度係数の設定の4つのセッションに分けて、実際のプロジェクトに則した話題提供を行った。自身の事業者と設計者の中間的な立場において、設計クライテリアの設定などについての説明が行われた。会場からは制震装置の全数検査は必要か？　など活発な討論が交わされた。

山脇氏は「構造デザインとエンジニアリング」をテーマとし、攻め×守り、デザインとエンジニアリング、調和・バランス・プロポーション、感覚・経験・知識・センス……をキーワードに、日頃、構造設計を通じて考えていることを中心に講演。チャレンジングな建築においては「一般的な構造計算による法規チェックのみならず、様々な状況下における架構の挙動の想像と、構造システム・材料・プロポーション・ディテールの選択がその『建築空間』に適切と感じられるかどうかが必要となる」と述べ、自身のプロジェクトを通じて話題を提供した。

フォーラムはパネリストの提供した話題から安全性、構造設計者としてのあり方、法規の問題など多岐に渡って議論し、大いに盛り上がった。

# テーマ：耐震偽装事件発覚から 10 年

## ー事件は日本の構造設計界に何をもたらしたのかー

コーディネーター：金田勝徳
パネリスト：五條渉、小駒勲、西尾啓一

2005 年 11 月、不当に改ざんされた構造計算書によって設計された集合住宅やホテルの存在が明るみにされた。1 人の構造設計者が引き起こしたこの事件によって、日本の社会が建築物の安全性をめぐって大混乱に陥った。それまで建築基準法を遵守していれば建築は安全と考えていた社会は、寄って立つべき法基準そのものを誤魔化した違法建築の出現に驚き憤怒し、不安に脅えた。その結果、構造設計者はコンクリートのわずかなヘアークラックを見つけては動揺する集合住宅住民の対応に追われ、その一方で、自分達が行ってきたこれまでの仕事の見直しに、緊迫した日々を送ることとなった。

当然のことながら、この事件の前後で構造設計界の様相も一変した。当時、構造設計実務者は、性能規定化、建築確認・検査の民間開放等を主な改正点とした 2000 年改正基準法にも慣れはじめて、それなりに自由な構造設計を手元に引き寄せつつあることを感じていた。その矢先にこの事件が起こり、構造設計に向ける社会の目が一挙に厳しくなった。それを受けて、事件の再発防止のための法の厳格化を目指した法改正が 2007 年に施行され、一挙に構造設計を取り巻く環境がそれまでになく不自由になった。またこの法の施行によって建築確認制度の運用に支障をきたし、そのことがその年の建設着工床面積を激減させ、「建基法不況」と呼ばれる社会問題にまで発展した。

事件から間もなく 10 年が過ぎようとしている。今回の A-Forum ではこの事件を改めて振り返り、その後の構造設計がどのように変わり、さらに次に目指すべきことは何かを考えてみたい。

（金田勝徳）



参加者

安達 功、稲葉 欣司、大澤 隆、大場 喜和、大畑 勝人、金箱 温春、神田 順、斎藤 公男、坂下 雅信、佐藤 恵治、柴田 明徳、高橋　伸博、高橋 陽子、中澤 昭伸、名和 研二、橋戸 幹彦、日向野 登、町田 有紀江 、松永 直美、三輪 富成、安田 正治、山田 誠一郎、若松 千夏子、和田 章

## 五條 渉　Gojo Wataru

国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ長

1957 年 千葉県生まれ
1980 年 3 月 東京大学工学部建築学科卒
同年 4 月 建設省住宅局建築指導課採用
1987 年 1 月 行政官在外研究員（国連欧州経済委員会）
1989 年 8 月 JICA 派遣専門家（ペルー国住宅建設省）
1996 年 4 月 建設省建築研究所第 1 研究部建設経済研究室長
2001 年 9 月 国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部基準認証システム研究室長
2006 年 8 月 同研究所危機管理技術研究センター建築災害対策研究官
2009 年 4 月 独立行政法人建築研究所住宅・都市研究グループ長
2014 年 4 月 国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部長などを歴任
2015 年 4 月より現職。

日本建築学会会員、法制委員会、倫理委員会委員。日本建築構造技術者協会学術会員。博士（工学）

## 小駒 勲　Kogoma Isao

財団法人ベターリビング 住宅・建築評価センター構造判定部長

1959 年 生まれ
1983 年 千葉大学工学部建築学科卒業、東急建設株式会社東関東支店建築部入社
1984 年 東急建設株式会社技術研究所振動研究室
1997 年 東急建設株式会社営業本部
1999 年 株式会社クレアテック入社
2001 年 株式会社侑希建築研究所入社
2005 年 イーホームズ株式会社入社
2006 年 SBI アーキクオリティ株式会社入社
2007 年 財団法人ベターリビング入社、構造計算適合性判定部嘱託
2009 年 同社、住宅・建築評価センター構造審査室長
2010 年 同社、住宅・建築評価センター構造審査部長
2015 年 同社、住宅・建築評価センター構造判定部長

一級建築士、構造計算適合性判定員、振動関係公害防止管理者

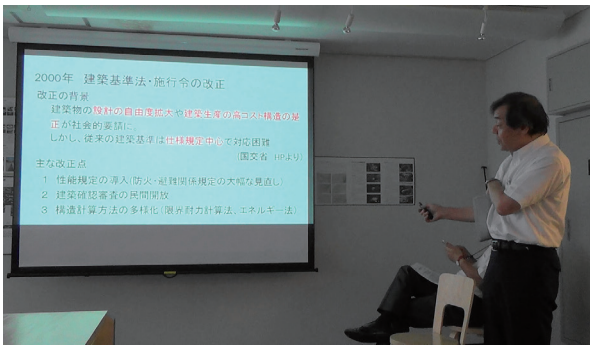
# 西尾 啓一　Nishio Keiichi

西尾啓一構造コンサルタンティング代表、元構造計画研究所構造　設計部長

1969-1973　早稲田大学理工学部建築学科
1973-1974　東京大学工学部建築学科梅村研究室研究生
1974-1978　（株）構造計画研究所　工学応用部
1978-2003　（株）構造計画研究所　構造設計部
2003-2014　（株）構造計画研究所　執行役員 / 取 締役
2014-　西尾啓一構造コンサルティング 自営

趣旨説明

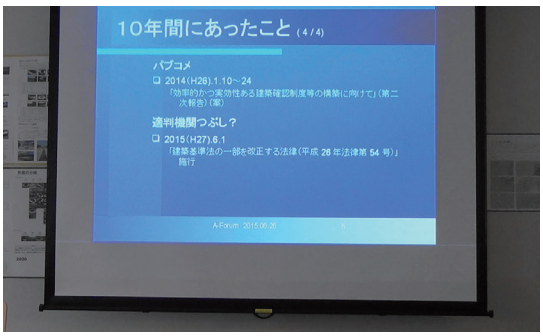
ほぼ 10 年前の 2005 年 11 月に建築の耐震強度が偽装された建築物の存在が国交省によって公表された。事件から 2 年後の 2007 年に建築学会から発行された「信頼される建築をめざして」（日本建築学会編集・著作人）では「この事件によって、建築の安全に関わる安心感の根拠となっていた専門家に対する信頼感と、公の役割に対する信頼感の両方を失った社会は、混乱を極めることとなった」としている。その失った信頼を一刻も早く取り戻すための対策として、事件発覚後 2 年たらずの 2007 年 6 月には再発防止を目指した改正建築基準法などが施行され、同時に新たな構造計算適合性判定制度が創設された。こうした行政側からの素早い対応に対して、遅れがちで法改正ほどはっきりと目には見えないながら、構造技術者自身による信頼回復のための努力も多方面でなされている。




今回は事件後 10 年を経過した現在、その間になされたこれらのことを振り返りながら、構造設計のあるべき姿を目指すために、今後何が必要かを話し合う場としたい。

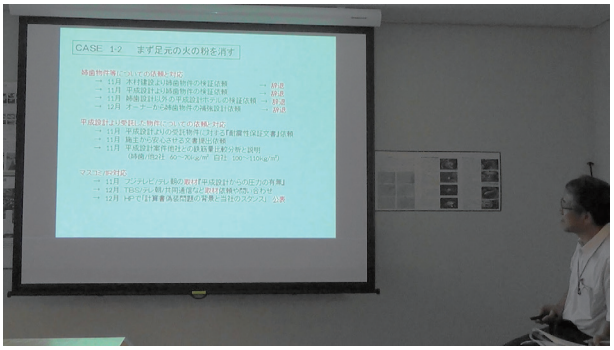
主題解説

(財) ベターリビング　住宅･建築評価センター構造判定部長　小駒勲氏から「構造設計者は変わったのか？」と題して、この 10 年間の構造設計者の変化についてコメントを頂いた。




小駒氏は事件当時、耐震強度を偽装した構造計算書を確認審査時に見逃したとして、確認審査機関の大臣指定が取り消された（株）イーホームズに在籍されていた。そのイーホームズで事件発覚直前に姉歯元一級建築士の仮定断面と出会った時のいきさつや、事件直後の慌しい事後処理を行う一方で、緊迫した国交省の立ち入り検査や連日行われた検察の事情聴取ななどによって、混乱した審査機関の現場の状況が報告された。

さらにその後の 2007 年の法改正から最近の 2015 年の法改正までの、構造計算適合性判定員の立場から観た構造設計界の推移が報告された。それによれば適判制度発足以来この 8 年間で、構造設計者の「ひとりよがり」の設計が影を潜め、構造設計者が設計に対する説明ができるようになってきた一方で、相変わらず一貫計算プログラムに頼りきって、法規を知ろうともしない構造設計者も少なくないとのことが述べられた。また今回の 2015 年法改正によって変わった確認審査と構造適判のあり方に関しては、設計者も適判機関も手間が増えただけで、何かが改善されたというようなことがなく、目的とされた審査の合理化に対して実効性の薄い改正であるとの批判がなされた。こうしたことは建築行政が設計の実務に必ずしも精通していない有識者と官僚によって動かされているために起こる事象で、設計者と審査機関はいつもそれに振り回されているのが現状であるとの問題提起がなされた。

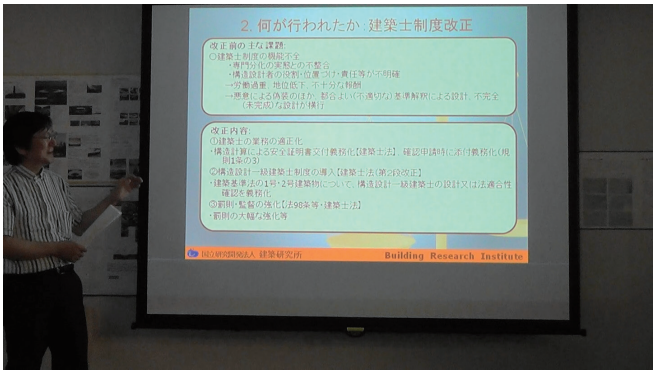



西尾啓一構造コンサルティング代表の西尾啓一氏から「耐震偽装事件の余波に組織の責任者として、どう巻き込まれ、何を感じたか」をテーマとした話題が提供された。西尾氏は事件発覚当時から昨年 2014 年 9 月までの約 9 年間を、( 株 ) 構造計画研究所の構造部門担当取締役として構造設計部門の責任者の立場にあった。その期間のほとんどである 7 年間に渡りこの事件と向き合い、日々非常につらく厳しい状況を受けて立たざるを得なかった。

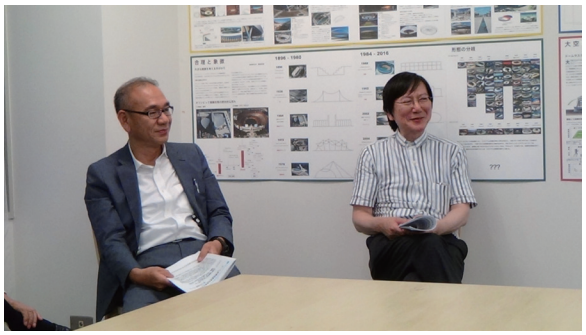
そもそも西尾氏のこの事件との関わりは、自らの会社が構造設計を受託していた意匠事務所が、一方で姉歯元建築士にも多くの構造設計を依頼していたことから事件に巻き込まれ、その対応に奔走したことから始まった。それ以降、自社だけでなく他社によるものを含めた膨大な量の構造計算の再計算を余儀なくされ、果ては自社が作成した構造計算書を間に挟んで、巨額の不動産売買契約キャンセル料をめぐる訴訟にまで関与させられたとのことであった。

こうしたことを通して西尾氏が感じたことは、事件以前の構造計算が多くの問題を含んだものが多く、確認審査も杜撰であったことに比べれば、基準法改正そのものにいろいろ問題はあるにしても、適判制度ができたことで構造計算書の質は随分改善されているとのことであった。また隅々まで完璧なものに作成されているとは限らない構造計算書が、何かの都合で一旦攻撃の対象にされると、思いも掛けないことに巻き込まれ、その処理に法外な時間が掛かってしまう危険性があることなどが報告された。

建築研究所構造研究グループ長の五條渉氏からは「事件は日本の構造設計界に何をもたらしたのか」をテーマとしたお話を頂いた。国交省は 2005 年 10 月に事件がイーホームズより報告された翌月の 11 月に事件を公表し、それ以降各種の委員会を立ち上げて、建築基準法などの改正（2007 年 6 月施行）、建築士法などの改正（2007―2008 年施行）と矢継ぎ早に関連法規の改正を行い、国民の信頼回復を図った。五條氏はその間国交省国土技術政策総合研究所職員としてこれらの委員会に所属し、技術的サポート



を通して関わってこられた。
お話の内容は、基準、確認制度、建築士制度の改正に際して何が課題であったか、その課題解決のための何を改正したか、そしてこれらの法改正が社会や構造設計にどのような影響を与えたかについて報告がなされた。報告の中で、不適切な判断の下に行われる設計が少なくなったことなどが挙げられる反面、副作用として、構造計算適合性判定を避けるためにルート 1 の設計が増えたこと、確認審査の厳格化によって一時的ではあるが着工件数が大幅に減少したこと、構造設計報酬が増えないまま設計図書作成の負担や定期講習受講義務の負担が増えたことなどが挙げられた。
これらの問題のいくつかはその後改善されつつあり、五條氏自身はこれまで、国や団体から提示される改善策を踏まえ、基準や制度を「よりよいもの」とすべく関わってきたが、これからは「あるべき姿」に向けて積極的に提案する側として頑張りたいとのことであった。



主な質疑討論（発言者の敬称略）
・(小駒)　今年 (2015 年 )6 月に施行された確認審査と適判審査が独立して、並行審査される制度には、審査側、申請側双方にとってメリットはない。
　なぜなら並行審査では提出書類は多くなり、図面間の整合性の確保が難しくますます不整合が増えて、手続きが二重手間になる可能性が高い。確認検査機関と適判機関が同時に見ている図面が異なることも考えられる。
・(金箱温春)　平行審査というより、適合性判定を先にやるべきだと考えている。
裁量的な判断もなされる適合性判定を先に行って、その後に羈束行為である確認審査を行うほうが、技術的に完成度が高い構造計算書で確認申請ができることから合理的であり、そのことが可能となる今回の法改正には賛成である。
・(五條)　現在の適判は確認の一部として法に適合しているかどうかを判断するので裁量性はないが、将来、適合性判定がピアーレビューとなるのだとすれば、現行法はその前段階であると考えることができる。
・(小駒)　改正前も事前申請段階で整合性や構造計算内容が整理され、ほぼ本申請では完成形に近い計算書と図面が提出されていたので、それなりにスムーズに運用されていた。
・(五條)　耐震強度事件当時、民間確認検査機関では確認申請が通る日を約束させられて、構造の確認審査はいつもその審査期限の最後の短期間の中で、十分なチェックができないまま審査を終了せざるを得ない実態もあった。事件の本質はこの点にもあったと考える。今回の改正が旨く運用されれば、そうしたことが改善されるのではないか。
・(中澤昭伸氏)　事件後のサンプリング調査の結果をみると、限界耐力計算法がスキルの低い構造設計者によって、計算方法の意味が理解されないまま不当な経済設計に悪用されたケースが多かった。保有耐力計算だけで十分なのではないか。

適判ができて、意匠設計者に安易な設計変更させない歯止めとしては大変役に立っているが、技術力の向上に役立っているとは思えない。

また今回の改正でも「不整合」の扱いが現状のままなら、適判を先に申請することは現実的に難しい。

・(金箱)　これまで事前協議(相談・申請)などのあいまいな制度で、技術的協議を申請の前に適判機関と交わしてきたが、地域によって「事前」の扱いがバラバラであったし、国交省はこれを公式には認めていなかった。今度の改正で、こうしたことが実質的に認められたと考えられる。

・(神田順)　適判は技術的な審査をするとはいえ、結局単純に法との適合性判定には変わりがなく、2度確認審査を受けていることと同じである。確認審査機関がしっかり審査すればそれでよいはずである。急場しのぎで作られた適判は、真の技術判断をしていないのだから不要である。それに代わって法に縛られないルールで、設計の内容を議論できる場があるべきである。

そのために事件当時、日本建築学会は本を発刊したりしたが、あまり実効性のある活動には結びつかなかった。JSCAももっと強く国に構造設計のあり方を訴えかけて欲しかった。

・(金箱)　厳格化、厳罰化を目指した2007年の法改正が、まじめな構造設計者まで一網打尽に取り締まるようになっているのは非常に残念。

これまで一連のことに関してJSCAが行ってきたことは、適判の不適切な指摘を少なくする、あいまいであった「軽微な変更」を明確にするなどで、一定の成果があったと考えているが、今後もこの努力は継続していくつもりである。

大臣認定プログラムは有名無実のまま眠っていて欲しい。

・(五條)　現在は危険度が増す変更はどんな場合でも「軽微な変更」と認められていないが、余裕の範囲内であれば軽微な変更として扱われるべきだと考えている。

・(和田章)　一見しただけで不当に鉄筋が少ないような設計が通ってしまう審査方法も問題だが、決められたルールに合っているかどうかばかり気にするような審査だけで良い建築はできない。

・(柴田明徳)　先ほど限界耐力計算法不要論があったが、この計算法は構造設計者に十分力を発揮してもらうために、日米共同で考えられた計算法なのでもっと活用して欲しい。そのためにできるだけ規定は少なくして、自由な設計が可能な計算法であり、アメリカでは広く普通に使われている。正しいと思われる計算方法なら何でも使って自由に設計をしたら良いと思うが、「レベル2」だけは止めて欲しい。

・(大畑勝人)　確認申請時に構造は詳細設計まで終了した段階でなければ申請できないため、意匠、設備に比べて圧倒的に完成度の高い設計図書が要求される。そのため各分野間での整合性をとるのが非常に難しい。こうしたことは事件前後で変わっていない。

また構造設計者の技量に差があることは否めない。それを社会に認知してもらうため構造設計者の技量に応じた設計者のランク付けが必要ではないか。

・(斎藤公男)　事件当時建築学会の副会長であった。

この事件は建築学会としても、設計のあり方を考えるひとつのチャンスと考えたが、必ずしもそのチャンス

を十分活かすことができたとは言えない。
日本の一級建築士制度や建築家の職能が国際社会ではほとんど認められていない。建築界そのものについてきちんと話し合うべきと考える。この Forum でも未来的に何ができるかをテーマに、引き続き討議を重ねたい。

まとめ
再び冒頭にあげた「信頼される建築をめざして」から引くと「ルールが厳格化され、レフリーが増えても、プレイヤーの質が高まらなければゲームは面白くならない」とある。ここでの「ゲーム」は建築設計ばかりでなく建築行為全体を差しているはずである。「面白いゲーム」のあり方については様々な意見があるが、プレイヤーである構造技術者が自己規律性や能力を高めるための不断の努力を怠ってはならない。ルールの厳格化だけが先行した場合の副作用は、五條氏からの主題解説にもあったように単に建築界周辺に留まらず、社会全体の将来に多大な影響を及ぼすと考えられる。私達自身が何をしなければならないか、そして何ができるかを今後とも考えていきたい。

# 第8回フォーラム「耐震偽装事件発覚から10年」

## A-Forum　「事件は日本の構造設計界に何をもたらしたのか」テーマに議論

A-Forum（代表＝斎藤公男・日本大学名誉教授）は6月26日、東京都千代田区神田駿河台のA-Forum内で第8回フォーラム「耐震偽装事件発覚から10年」を開催した。金田勝徳氏（構造計画プラス・ワン）がコーディネーターを務め、パネリストに小駒勲氏（ベターリビング・適判部長）、西尾啓一氏（西尾啓一構造コンサルタンティング代表、元構造計画研究所構造設計部長）、五條渉氏（建築研究所・構造研究グループ長）を迎え、それぞれの立場から、この事件を振り返り、その後の構造設計がどのように変わり、さらに次に目指すべきことについて意見を述べた。フォーラムには構造エンジニアら約20人が参加した。

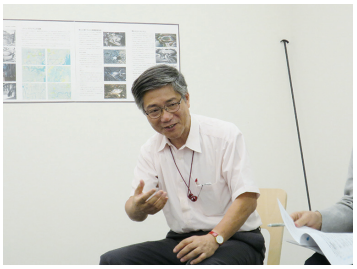
冒頭、コーディネーターの金田勝徳氏が趣旨説明を行い、「耐震強度偽装事件を社会がどう受け止めたか、その当時の構造設計はどのような状況であったか、また、建築基準法の改正の背景や構造設計者を取り巻く10年のあゆみを再確認し、次世代につなげたい」と述べた。

続いて各パネリストが講演。小駒勲氏は「耐震偽装事件発覚から10年―構造設計者は変わったのか？」、西尾啓一氏は「耐震偽装事件の余波に組織の責任者としてどう巻き込まれ　何を感じたか」、五條渉氏は「耐震偽装事件発覚から10年―事件は日本の構造設計界に何をもたらしたのか―」をテーマにそれぞれの立場からこの10年間を振り返り、当時の状況やその後の構造設計者を取り巻く状況の変化、今後の課題など、話題を提供した。「この経験を未来的にどのように生かすことができるか」など、活発な意見が寄せられた。

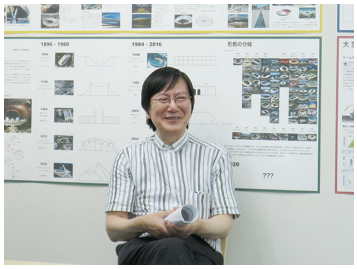
フォーラムのようす

コーディネーターの金田勝徳氏

小駒勲氏（ベターリビング・適判部長）



西尾啓一氏（西尾啓一構造コンサルタンティング代表、元構造計画研究所構造設計部長）



五條渉氏（建築研究所・構造研究グループ長）

# テーマ：大屋根が動く、ということ

パネリスト：斎藤 公男、与那嶺 仁志

可動建築への興味はいつの時代でも存在している。

特に近年、スポーツや音楽イベント、アトリウムといった無柱の“集いの空間”における可動屋根に対する関心は高まっていると感じられる。

その魅力の一端は、例えば建築会館における可動ドームの役割を考えると理解し易い。通常、会館の中庭のオープンスペースは街に開放されており、青空を取り込んださわやかな建築空間は実に快適である。その一方で雨天やイベント開催時には瞬時にドームが動き出し、そこに創出される半野外空間は会館全体の雰囲気を活性化させ、市民の利便性も高まる。建築空間の変態の妙である。

歴史を遡れば、開閉式ドームの端緒を拓いたのはピッツバーグのシビック・アリーナ（1962）。以来、鉄骨ドームに代表される重厚な可動屋根をもつドーム建築は国内外で枚挙にいとまない。近年では 300m の企画をもつシンガポール・スタジアム（2014）などがある。共通している動機は「通常は閉じているドーム構造を、晴天時に開けて内部空間を開放したい」であろう。

一方、通常は開口部のある屋根付きのスタジアム建築がある。スポーツや音楽のイベント時、雨や音に対しては、屋根を閉めたい。これがもうひとつの動機となる。これを膜材の様な軽量構造で解決したい。誰もがそれを容易にイメージする。しかしその難しさを想像することは容易ではない。

多目的スタジアムをめざしたモントリオール五輪（1987）、北京五輪（2008）や東京五輪（2020）をめぐる諸課題を概観したい。

（斎藤 公男）



参加者

稲垣　啓輔、稲葉　欣司、岩本　光司、梅原　智洋、江村　勝、大澤 隆、尾崎　友彦、金田勝徳、神田 順、喜多村　淳、城戸　隆宏、熊坂　まい、斉藤　嘉仁、笹沼　直信、佐藤　恵治、徐　蕾、菅原　大輔、鈴木　英資、鈴木　啓、高橋　ノブヒロ、高橋　裕子、田川　英樹、多田　脩二、田畑　英樹、中田　捷夫、仲林　広野、西尾　啓一、野口　明裕、萩生田　秀之、日向野　登、藤森　恭一郎、細澤　治、町田　有紀江 、松永　直美、三輪 富成、村山　美佐子、森田　時雄、森永　信行、山我　信秀、山田　誠一郎、湯田博哲、和田 章

# 与那嶺 仁志　Yonamine Hitoshi

1970 年　愛知県生まれ
1994 年　日本大学理工学部卒業
1994 年　株式会社構造計画プラス・ワン入社
1998 年～　Arup 東京事務所勤務
（うち 2000 年 香港事務所、2004 ～ 2007 年 ロンドン事務所勤務）

Singapore Sports Hub（シンガポール）　©Darren Soh

BC Place（カナダ）

今日、建物にフレキシビリティが求められることは多いが、その究極の解決策は可動建築であろう。例えばスタジアムにおいて大屋根が開閉することで、イベントに応じた快適な野外、屋内、半野外の環境を作り出すことができ、建物を活性化し利便性も高まる。他にも客席スタンドが動くことで、異なったスポーツ（陸上、サッカー、ラグビーなど）に対する最適な観戦環境を生み出し、多くの人々を魅力する空間を創出できる。
一方で、可動建築の大きな問題は、コストと維持管理であろう。多くのイベントが開催され収益力が上がらない限りは維持費が嵩み、最終的には可動させることを諦めるか取り壊されてしまう建物も多い。
そのような状況の中でも、開閉屋根を持つプロジェクトが計画され、最近では屈曲性に優れた ePTFE（TENARA）空気膜を用いた BC Place（カナダ）やディスプレイ機能をもつ ETFE 膜を用いた Singapore Sports Hub（シンガポール）が竣工している。これらの実例を通し、可動屋根をどのように実現したか、その抱える難しさについて考察する。

## 開閉屋根の設計に関わる要素

開閉屋根の設計に関わる要素として大きく８つの要素が考えられる。これらを総合的にマネージし決定していく必要がある。

① 屋根システム（架構、機構）
普段閉じているドームの一部が開閉するもの、オープンなスタジアムに開閉屋根が取り付くもの、屋根全体が動くものに大きく分類される。

(1)　ドーム：パネル回転形式

開閉式ドームの端緒を拓いたピッツバーグの Civic Arena（1962）、ミルウォーキーの Miller Park (2001)、国内では福岡ドーム (1993) など。

(2)　ドーム：パネルスライド形式

ドームの曲面の一部がスライドするシンプルな形式。大分スタジアム (2001)、Singapore Sports Hub(2014) など。

(3)　屋根全体スライド形式

自立した別構造の屋根がスライドする形式。有明コロシアム (1991)、シアトルの Safeco Field（1999）など。

(4)　屋根付スタジアム：パネルスライド形式

剛体なパネルがシンプルにスライドする形式。ドイツの Veltins-Arena(2001)、イギリスの Wembley Stadium (2007)、国内では神戸スタジアム（2001）など。

(5)　屋根付スタジアム：パネル回転形式

カメラレンズの絞り機構に似た形式。中国の上海旗忠森林体育城国際テニスセンター (2005)、最近ではアメリカの Atlanta Stadium (2017 予定）が計画されている。

(6)　屋根付スタジアム：蛇腹状折りたたみ形式

蛇腹状に折りたたまれる形式。イギリスの Wimbledon Centre Court Roof (2009)
や国内では豊田スタジアム (2001) など。

(7)　屋根付スタジアム：放射方向膜折りたたみ形式

多くの実績は SBP(schlaich bergermann und partner) による。ドイツの Commerzbank-Arena (2005)、カナダの BC Place (2011) など。

②　屋根材料（メタル系、膜など）

屋根を折りたたんで収納する形式では膜材が多く用いられる。以前は C 種膜が多く用いられたが耐久性の問題もあり、近年では耐久性が高く屈曲性にも優れる ePTFE 膜 (TENARA) を使う物件が増えてきている。

③　開閉時の運用（雨、風、雪に対して）

開時、閉時の設計荷重だけでなく、開閉中の設計クライテリアの設定が重要となる。その運用次第では、イベント開催・天然芝の育成に影響を与える場合がある。

④　光と音（日射遮蔽、遮音、吸音）

屋根材の選定において、日射遮蔽、遮音、吸音性能は重要な要素である。高性能の日射遮蔽、遮音が必要になる場合、膜材は適さない。吸音については北京スタジアムのように吸音膜を用いることで一定性能を膜構造でも確保することができる。天然芝への日射を考慮する場合、海外では透明な ETFE 膜も多く用いられている。

⑤　開閉屋根の耐力

台風や積雪荷重等を考慮しなければ、開閉屋根の設計荷重を低減することが可能となりコストダウンにつながる。③の運用とあわせた判断が必要となる。

⑥　機構の信頼性・耐久性

過去の開閉屋根で問題になった要因として、ロッキングしやすい機構、シンクロさせるプログラムの難易度、経年による材料の変化・伸びの影響、電子機器の劣化、部品の耐久性、アクセスルートが限られたことによるメンテナンス不足等があげられる。設計時の配慮、モックアップを用いた検

証が重要となる。

⑦　維持管理・メンテナンス

特殊な開閉屋根機構を採用した場合、将来交換する部品の確保が重要となる。納期に時間がかかる部品については、常時ストックしておく必要がある。

⑧　コスト（イニシャル、ランニング）

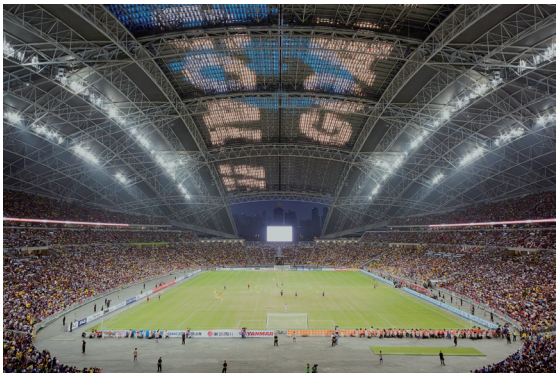
一品生産となる開閉屋根のコストを設計時から見定めるには、部品だけでなく総合的にシステムを構築できるメーカー等の協力は不可欠である。

## 実例紹介　①：Singapore Sports Hub

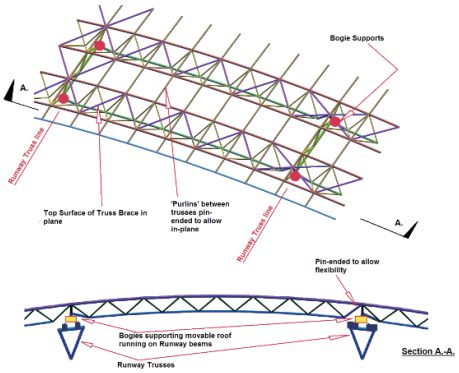
スポーツや各種のイベントを催すことができる複合施設として、2014 年 6 月に Singapore Sports hub が完成した。その中心にあるナショナルスタジアムは、5 万 5000 席の規模、開閉屋根、可動客席、座席空調を有し、サッカー、陸上、クリケット、音楽イベント等に使用可能な多目的スタジアムである。ドームの直径は約 310 m、ピッチから屋根までの高さは 75 mと巨大なドーム形状であり、ドーム建築の歴史において初めて 300m を超えた。設計は DP Architects と Arup Associates、構造、スタジアム空調、土木、防火、スポーツ照明、音響などアラップが総合的にエンジニアリングを担当した。

開閉屋根システムは、ドーム：パネルスライド形式で、鉄骨トラスに ETFE 空気膜が取り付けられている。ETFE には LED 照明が仕込まれており、イベント時に様々な演出が可能となっている。ハイブリッド芝（天然芝に一部人口芝を加えている）への日射確保のために開閉屋根は常時開いており、イベント時の必要な際に閉状態となる。開閉時間は片道 20 分程度で、瞬間風速 13m/s まで開閉可能な機構性能を有する（風荷重の小さいシンガポールでは十分な仕様である）。開閉屋根面積は約 20,000m2 で、5 本のレールトラスの上を走行する。駆動動力はそのうちの 2 つのレールに取り付けられている。

今回の開閉屋根のチャレンジは、いかにロッキングしないシステムを構築するかであった。過去の同様な形式の開閉屋根をみると、屋根面は剛なトラス面で構成され面が一体となって可動するが、シンクロの誤差や材料経年変化の影響を考慮するとズレが生じロッキングしやすくなってしまう。そこでシンガポールでは面内剛性が柔な屋根を構築し、ズレが生じても可動に影響がおきにくいシステムを作り上げた。屋根面内には 1 方向にトラス梁が並び、鉛直・面内方向ともピンで回転する Detail としている。加えて屋根材を ETFE にすることでズレが生じた際の仕上げ材の追従性も高めている。パネル面全体で見ても、20 箇所ある支点の拘束条件を全体でピンローラーになるように配置している。また開閉屋根のリスクを低減するために駆動装置の台数を減らし、コストダウンも図っている。駆動位置を最低限に絞込み、かつ大きな屋根面を絶妙なバランスの柔構造で成立させている。



内観（ETFE 内に文字が浮かび上がる）




開閉屋根フレーム図

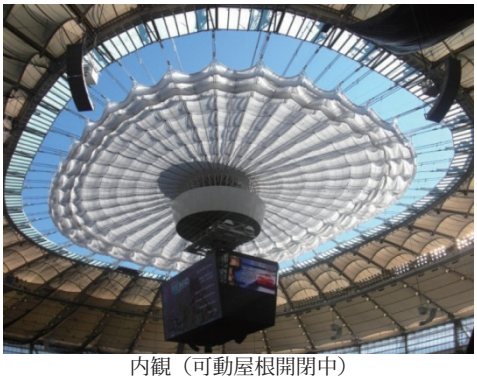
## 実例紹介　②：BC Place

もともとは世界最大規模の空気膜構造の屋根を持つスタジアムとして 1983 年に竣工したが、2007 年にドームの一部が破壊、陥没する事故が発生し、2008 年に開閉式膜屋根を含めた改修案を発表した。2010 年までにバンクーバーオリンピックに向けて座席等の改修を行い、オリンピック後の 2011 年に新しい自定式の屋根が設置された。

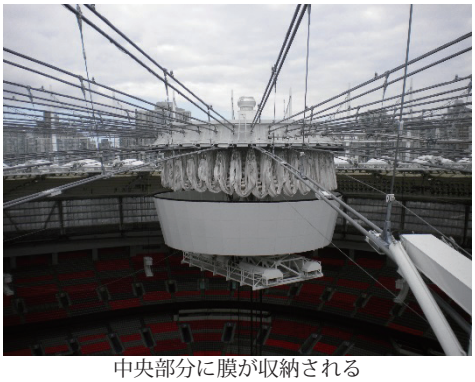
カナディアンフットボールとメジャーリーグサッカーのプロチームのホームスタジアムとして使われており、2015 年 FIFA 女子ワールドカップでも使用された。改修後の収容人数は約 6 万人、開閉屋根、可動客席を有し、スポーツ、音楽イベント等に使用可能な多目的スタジアムである。冬場に雪が多い地域ということもあり開閉屋根は常時閉じられており、イベント時に主催者側の要望にあわせ開閉を行っている（冬は除く）。グラウンドは人工芝を採用しており、一般的なスタジアムのように芝の育成に対する配慮は必要ない。改修設計は Stantec Architecture Ltd、構造は SBP が担当した。

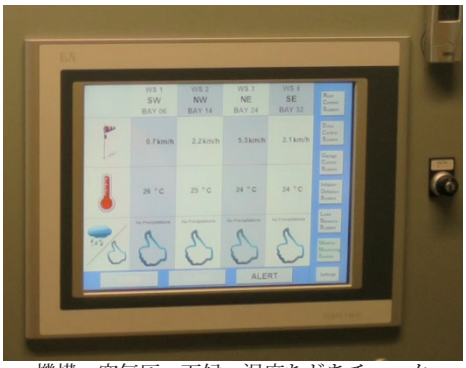
開閉屋根システムは放射方向に膜を折りたたむ形式で、SBP が長年作り上げてきた最新の開閉屋根である。規模は約 8,500m2、膜を折りたたむ必要があるため ePTFE 膜を採用し、積雪時のポンディング対策として 2 重空気膜構造としている。開閉時間は片道 30 分程度であり、開閉に約 10 分、空気の送風に約 20 分要する。運用風速は約 6m/s（10 分間平均）で様々な気象情報を入手しながら適切なタイミングで開閉を行っている。

開閉機構自体は長年 SBP と機構メーカーが改良を重ね、信頼性の高いシステムが作り上げられている。今回の開閉屋根のチャレンジは、空気膜の採用であろう。膜を折りたたむためには空気を確実に排出する必要があり、そのために穴の開いたホースな空気膜内部に仕込むなど、モックアップを用いて様々な検証が行われた。また開閉中の 30 分間 は不安定常態の膜屋根が露出することになる。その間の風だけでなく雨や飛来物に対する配慮も重要となる。開閉時は屋根レベルに 4 人の作業者が張り付き、オペレーションルームとコンタクトを取りながら目視による確認、機構のチェックを行っている。軽量で繊細な膜構造の開閉作業には、人間による準備・判断がより重要となる。


内観（可動屋根開閉中）

閉時（二重空気膜）


中央部分に膜が収納される

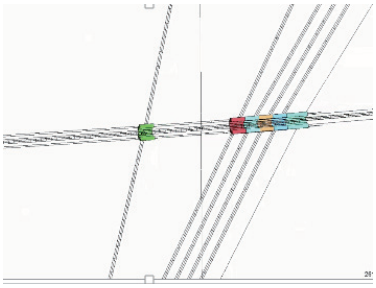


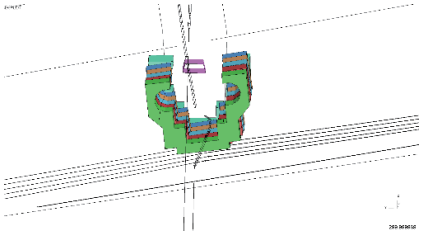
機構、空気圧、天候、温度などをチェック

## 可動屋根の実現に向けて

設計面では、コンピューターシミュレーション技術の進歩により、「動き」を含めた様々な検討が可能となってきている。車の衝突検討ではコンピューター上でシミュレーションを行うことで、実際のモックアップでの検討作業を劇的に減らしている。同様に開閉屋根の検討においても解析モデルに外力や摩擦力、駆動機構を加えて実際に近い挙動を導き出し、初期の段階での問題点の抽出を可能としている。モックアップ検証は当然必要であるが、今後よりシミュレーションの重要性が高まっていくだろう。

車の衝突解析例



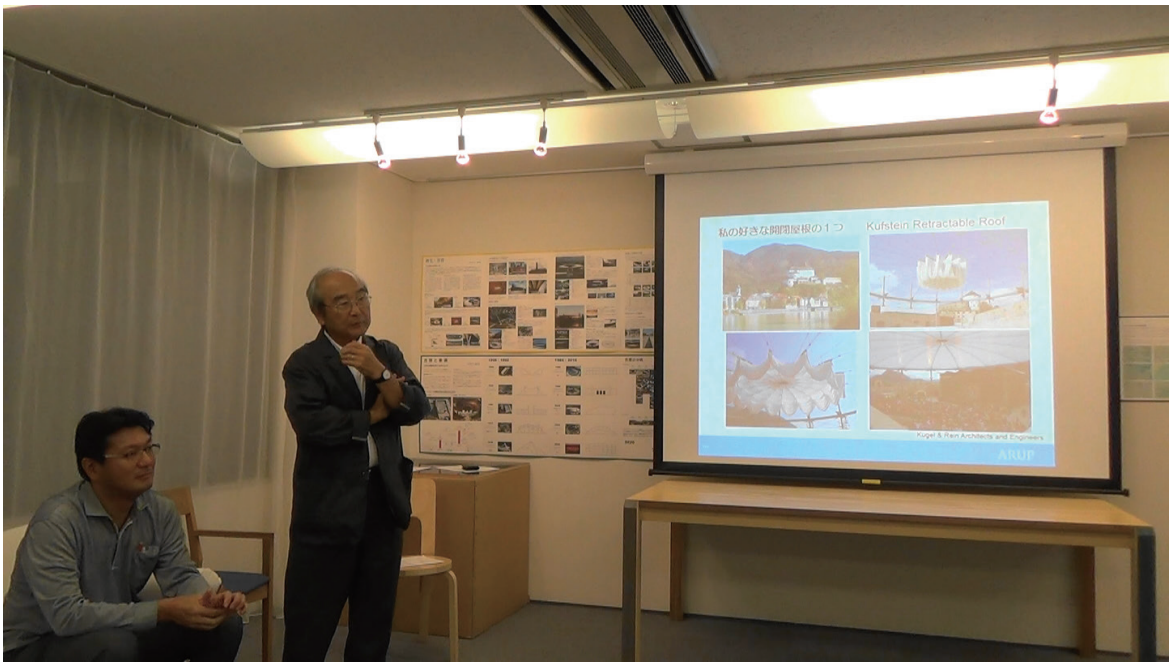


開閉屋根シミュレーション例（LS Dyna 使用）

2019 年のラグビーワールドカップを目指して設計が進められていた新国立競技場（Zaha Hadid Architects 案）は残念ながら白紙撤回となった。多目的利用の競技場として収容規模、立地条件、予算、工期など様々な厳しい条件の中、開閉屋根もイニシャルコストを削減するために一度はオリンピック後に先送りされた。

開閉屋根の実現には、設計者、施工者、メーカーの密なコラボレーションだけでなく、クライアントの開閉屋根を作るというビジョンが重要となる。またそれを維持するためにも収益性も含めた持続可能なプラン作りが大切である。

（無印の写真および図 ©Arup）



# 第9回フォーラム「大屋根が動く、ということ」

## A-Forum　斎藤公男氏、与那嶺仁志氏がパネラーとなり、多目的スタジアムの諸課題を議論

A-Forum（代表＝斎藤公男・日本大学名誉教授）は8月27日、東京都千代田区神田駿河台のA-Forum内で第9回フォーラム「大屋根が動く、ということ」を開催した。パネラーは斎藤名誉教授、与那嶺仁志氏（ARUP）が務めた。ザハ・ハディド氏デザインの新国立競技場はキールアーチ構造、開閉屋根が注目されたが、フォーラムはスポーツや音楽イベント、アトリウムなど無柱の大空間における可動屋根に対する関心の高まりを受けて開催、構造技術者ら約40人が出席した。

斎藤名誉教授はスタジアム空間としての有蓋ドーム、無蓋の屋根付きスタンドの基本を整理しつつ「軽量な膜屋根を動かすことの難しさ」について、白紙撤回された新国立競技場などを例に紹介した。

新国立競技場は、多目的利用の競技場として収容規模、立地条件、予算（1,300億円）、工期などの条件・要項を決めて国際デザインコンクール（2012年）を実施し、最優秀案決定、基本設計・実施設計のプロセスを経たが、斎藤名誉教授は多目的利用として全天候型施設・良好なイベント空間となる「超大ドーム建築」と天然芝の育成・養生、観客席の配置転換のための「可動・転換装置」実現は「極めて困難な未知への挑戦」と述べた。

さらに斎藤名誉教授は可動ドームの魅力に迫り、開閉式ドームの端緒を拓いたピッツバーグのシビック・アリーナ（1962年）や大阪ドーム（1992年）、さいたまスーパー・アリーナ（1999年）、昨年完成したシンガポール・スタジアム（Singapore Sports Hub）、折り畳み式開閉膜構造のモントリオールオリンピックスタジアム（1976年）、可動式の屋根構造で2017年完成予定のアトランタスタジアムなどを紹介しつつ、通常は開口部のある屋根付きのスタジアム建築について「スポーツや音楽のイベント時、雨や音に対しては、屋根は閉めたい。これがひとつの動機となる。これを膜材のような軽量構造で解決したい。誰もがそれをイメージする。しかしその難しさを想像することは容易ではない」と述べた。

約40人が出席し多目的スタジアムのあり方、開閉屋根について議論した「第9回フォーラム」

与那嶺氏は「大屋根が動く」をテーマに、開閉屋根の設計に関わる要素として①屋根システム（架構、機構）②屋根材料（メタル系、膜など）③開閉時の運用（雨、風、雪に対して）④光と音（日射遮蔽、遮音、吸音）⑤開閉屋根の耐力（荷重低減を行うか）⑥機構の信頼性・耐久性⑦維持管理・メンテナンス⑧コスト（イニシアル、ランニングコスト）の8項目を挙げた。

さらに屋根システム（架構、機構）として①ドーム：パネル回転形式、パネルスライド形式②屋根全体スライド形式③屋根付スタジアム：パネルスライド形式、パネル回転形式④屋根付スタジアム：アコーディオン折り畳み形式、放射方向膜折り畳み形式に分類。屋根材料として、新素材であるePTFE膜やC種膜（PVC膜）など材料特性を取り上げると共に、ePTFE膜を採用した実例（ウィンブルドンセンターコート、BC Place Stadiumなど）を紹介、ARUPが担当し昨年6月に完成したSingapore Sports Hubの開閉屋根構造や環境設計コンセプト、可動客席、座席空調について詳細に紹介した。また、大空間スタジアムにおける開閉屋根の課題とされる膜の開閉方式や制御方法、開閉屋根の設計、開閉動作（膜の折り畳み方式）、折り畳み機構の開閉シミュレーション、二重空気膜の解析など技術的課題と解決法について具体的に説明した。

A-Forumは「集いの場（フォーラム）」を目指している。フォーラム終了後、参加者は斎藤名誉教授、与那嶺氏を囲んでフリーディスカッションを行った。

# テーマ：基準と法律

コーディネーター：神田順
パネリスト：久田基治、富田裕

構造設計の実務において、基準の存在は欠かせない。また、社会の安全を実現するために法律の存在も欠かせないことは明らかであるが、いずれも技術の実態や社会の構造に依存するものであり、時代と共にそのあり方について見直す必要がある。今まで、フォーラムにおいても第１回では、構造安全をどのように説明するか、第８回では、耐震偽装事件を振り返って、基準のあり方についての議論をしてきたが、改めて基本から考える機会としたい。

建築基準法は、基準であり同時に法律であるが、一般に基準は、必ずしも法律とは限らないし、性格も異なる。基準が基準として認められるには、それなりの権威づけ（専門家の総意としての認証）が必要であり、しかるべき手続きを経た上で出版されることが一般的であり、専門家の判断の拠り所となる。

法律の場合は、国会の審議を経るが、その運用にあたって、施行令や告示が作られる。それらは同等な規制力をもち、一律的な解釈や判断は行政に委ねられることとなり、一般に専門家による独自の判断を許容しない。また、安全水準の議論をせぬままに、規制のみがエスカレートしていることは問題である。

以下に、より具体的な形で、複数の論点をあげる。短い時間で、すべてを扱うことは難しいが、それらの論点をきっかけとして、専門家の総意が反映されるしくみを考えたい。

論点１：法規制は、市場競争円滑化の手段となり、結果として経済格差を広げる。
論点２：法規制その他の基準は必要か。
論点３：基準を正しく使うことを、どのように保証するか。
論点４：国の責任、自治体の責任、専門家（設計と審査の立場）の責任をどう分担するか。

（神田　順）

参考文献：

神田　順　安全な建物とは何か　技術評論社（2010 年）
黒木正郎、高木次郎他　成熟社会の建築・まちづくり　日本建築学会叢書９ p115~
佐藤淳他　エンジニアリングにふさわしい制度の模索　建築雑誌 2015 年８月号 p16~



参加者

五十嵐　治人、稲葉　欣司、江村　勝、大倉 冨美雄、大澤 隆、大畑　勝人、小野　滋、金田　勝徳、木阪　尚志、五條　渉、小林　祥一、斎藤　公男、佐高　啓三、柴田　明徳、水津　秀夫、高木　次郎、高橋　伸博、玉腰　徹、名和　研二、日向野　登、松永　直美、三輪 富成

# 解題：規則は少ない方がよい——エンジニアリングにふさわしい制度の模索

Minimal Regulations Provide Maximal Engineering

ここからは「構造」「設備」「環境」といったエンジニアリングにふさわしい制度を探ります。キーワードは「規則は少ない方がよい」です。私はどのような分野でも、規則は少ない方がよいと考えています。

すべての事象が解明されているわけでもなく、常に時間も費用も足りない状況のなかでやりたいすべての検討をできるわけでもなく、それでも的を射た検討をして決断している、「省略の技」がエンジニアリングです。日本は、そんなことをわざわざ述べなければならない寂しい社会になりました。各自が異なる知識のもとで技術を発揮するためには、規則は少なく留めなければなりません。日々進歩する研究や技術、膨大に膨れ上がるデータ量を扱うに際しても必要な意識です。普段、自分の計算に人の命ほどの重責を担っているからでしょうか、責任の所在やかかる手間をあいまいにしながら理想論を唱える議論に、憤りを覚えます。

## 政治の思惑

制度をつくる側にいる人々の意図も少しずつわかってきました。「質の悪い設計」「偽装」を見つけるという大義名分とは裏腹に、多少なりとも「裏の意図」が存在します。政治資金や天下り先の確保でしょうか、それほどひどくはないとも聞きます。いずれにしても、それは存在してもよいから、それを満たしつつ設計活動を阻害しないような制度をつくればよい。そういう調和を図ろうとしないから、国交省が設計活動を妨げようとしているわけではないことでも、設計者から見ると腹立たしいものができてしまっています。

問題の責任を本人だけでなく周囲や国に求めてしまう社会性にも問題があります。だから「手間のかかる制度にして小さな設計事務所を排除する」などと暴言を唱える人が生まれます。そんな意図があるのに、「もっと手間の少ない方法で質の悪い設計を発覚させられる」と提案しても暖簾に腕押しです。厳しい制度をつくっても、膨大なデータを扱う構造設計では悪意を持って臨めば「偽装」はできてしまいます。防ぐことなどできもしないのに、防ぐことが本意ではないから推し進めているように見えます。

本当に「質の悪い設計」を発覚させようとするにしても、「性悪説」でつくらざるをえないんだと開き直る考え方には社会が注意しなければなりません。制度を定める側の心理は、もっと厳しく、とエスカレートしてしまうことは心理学的にも警告されています。

「技術の進歩についてゆけない法制度だろうが、安全ならよいではないか」「審査や資格の強化が社会の安心につながるならよいではないか」という正論に聞こえる主張がエスカレートしていることを抑制する手段が必要です。

かつて鉄骨やRCで3階建て程度の小規模建築が審査なしに建てられた仙台や埼玉で、そういう建物が被害が多いわけではありません。

われわれエンジニアが戦略を持って議論を進めなければなりません。「少し広い空間を、少し明るい空間をつくることができる」というだけで十分なのに、そうも言っていられなくなってしまいました。

## すべての質疑に答える必要はない

最も不満の多いのが「審査」ですが、ひとつ画期的な案があります。「すべての質疑に答える必要はない」とすることです。現在の構造設計者の不満の大部分がこれひとつで解消するのです。

いまは質疑に回答するために要する時間は設計者の責任であるかのように扱われています。ですが、知識をもってせっかく省略した内容をほじくり返されて、逐一説明しなければならない状況です。実際、数多の質問に答えた挙句、構造設計の内容はほとんど変わりません。設計者の責任とされる筋合いはありません。

この案なら、質問を出したことで審査者の責任は果たされます。設計者は能力に応じて回答を省略できます。審査者は、設計者の対応を見てその力量を計ることもできます。

「施主の合意」などの「条件」は必要で、「悪質なデベロッパーが設計者とつるんで回答、修正をしない場合は」という話題が挙がりますが、条件をうまく構築すればよいことです。

抜本的な改正なく現在の制度をうまく運用する方法です。

この案の背景には、審査における弊害があります。法文には書ききれないことを承知で記述してある技術指針なのに、「法文から読めるかどうかでしか判断してはいけない」と思い込む審査者が現れています。「法適合の審査」のみ行うとされながら、法律が「荷重に対して安全を確認する」と表現されているため結局、剛性評価などの設計思想に関することまで質疑対象となってしまっています。

## エンジニアリングが生きるとき

それでも、日本の制度も捨てたものではありません。通常の公共工事の予算と工期のなかででも、工夫を凝らした構造が実現できるときがあります。大工や溶接の技が発揮され、力学と幾何学の生きた、海外とはまた異なった豊かな空間を実現できる背景に、制度のよい点が生きています。

技術指針がどのような現象に対する注意を促しているのか、審査者が質問すべき項目は何なのか、行政が柔軟な発注体制をつくれるか、そういう制度の運用意識がうまく働いたときにだけ実現できます。技術が十分に発達したからこそ、安心で豊かなエンジニアリングが発揮されるためには最小限の規則があればよいと認識できる土壌があると思います。

そんな土壌を生かして「少ない規則」でエンジニアリングにふさわしい制度をつくってやろうではないか、そんな意気込みを持って制度がつくられるべきです。海外から学びに来る人も増えることと思います。建築以外にも生かせるはずです。ロケットだって原発だって、もっとうまく扱えるだろうと思います。

## 制度の簡素化

技術指針、審査、資格、報酬、どれを取ってもまだまだ問題が山積みです。4～5重という過剰な資格と審査、資格更新、管理建築士、構造や設備の建築士事務所登録、すべて必要ないと思います。資格や報酬は学会とは関係ないという声が聞かれるときがありますが決してそんなことはありません。

1頁には書ききれないので、かい摘んだ内容ばかりですが、また別の機会に紹介したいと思います。

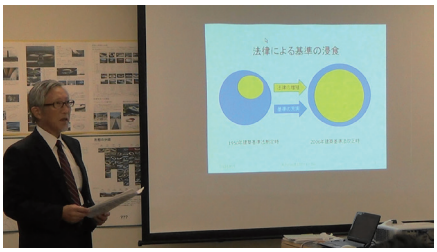
佐藤淳（東京大学准教授、佐藤淳構造設計事務所／編集委員会幹事）

## 久田 基治　Hisada Motoharu

構造設計工房 デルタ代表、首都大学東京非常勤講師（2008 年 ~ 現在）、建築基本法制定準備会幹事
1964 年生まれ
1987 年　日本大学卒業、木村俊彦構造設計事務所入社
1996 年　同取締役就任、同代表取締役就任
1999 年　構造設計工房 デルタ設立・同代表就任（1999 年）
＜共著＞
「建築の構造設計 そのあるべき姿」「スパッとわかる建築構造」「誰も教えてくれない鉄骨造のつくり方」他

## 富田 裕　Tomita Yu

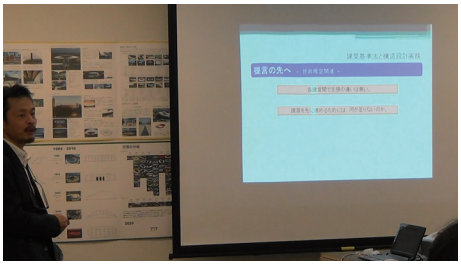
弁護士　一級建築士
1965 年生まれ
＜著書＞世界一わかりやすい建築トラブル予防・解決マニュアル（エクスナレッジ、2012）
＜共著＞成熟社会における開発・建築規制のあり方―協議調整型ルールの提案（技法堂出版、2013）
建築士法に基づく管理建築士講習テキスト（総合資格学院、2010）
＜論文＞耐震強度偽装事件その他の建築確認取消事例から見る建築確認制度改善策（日本不動産学会誌、2014.3.）現行都市計画規制の失敗とその是正方策（日本不動産学会誌、2013.12）他
＜受賞＞不動産学会論説賞




趣旨説明とパネリストの紹介が神田からあった。論点について若干の補足を記しておく。法規制が市場競争の円滑化の手段となっているという真意は、事前確定ルールは、企業としては便利であり、地域性や環境影響など、協議すべきことがらも場合によっては無視できることになり、力のあるところがより優位に立つことになる。法規制が無くてよいという議論はないとしても、どこまで決めることが必要かという視点は重要。建築雑誌 8 月号の特集では、佐藤氏が、「規則は少ない方がよい」というスタンスで議論が示されている。第 3 の論点の、基準を正しく使うことをどうやって保証するかは、難しい。透明性や説明責任ということになると思うが、これは誠実な仕事の積み重ねしかないとも言える。そして、役割分担は、国にどこまで決めさせて、自治体でどこまで決めるか、さらには、設計者がどこまで責任とると言えるかという課題がある。

まずは、久田氏より主題解説がされた。建築の法制度に関する提言を進めるために、今何ができるかという視点で、具体的な事例を挙げつつ法規制はあくまで最小限の主張にとどまるべきとした。

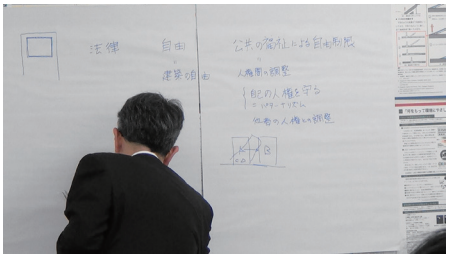
　実際のところ、法令の構成は複雑で、それだけではとても設計できない。現状にあっては、建築基準法の



解説書（黄色本）が法令相互の関係を理解するための役割を担っている。その情報を用いることで、現状の複雑な構成は、もう少し単純化できるとの説明があった。

また基準法に関する問題として次の説明があった。最低基準であり完全な財産保護の保証がないにも関わらず、目的に財産保護が含まれる事や、大地震動に対しては建物種別によって建物損傷レベルが異なってしまう実情についての記載されていない事が、建築主の耐震性能への理解を妨げている。

すでにある建築が構造として合法か非合法かの判断がなかなか困難というの問題を受けて、神田から日本不動産学会誌（No.113, 2015）に掲載の富田の論文「既存の建物利用における法適合性リスクとその改善策に関する考察」の紹介があり、次に富田の主題解説に移った。建築の自由の問題から原理的な法律と経済の説明がされた。公共の福祉が自由の制限のための例外として位置づけられ、他者の人権との調整という意味を有しているとされた。一方、経済においても自由の原則に対して、市場の失敗が制限の根拠となっていると解釈されている。一律の規制に対して創造性を損なう意見も理解できるが、少ないコストで審査を可能にするというメリットも指摘できるのではないかという見解を示した。



討論になって、五條氏からは、基準というときに、構造設計の枠組みの話と、安全のレベルの話を分けて議論する必要があると指摘された。1998 年の法改正は、その枠組みを、国際的にも通用する性能設計にするはずであったが、2000 年の施行令・告示には、風や雪に対しては、再現期間の概念が取り入れられ、性能指標として定量化できるものになっているが、地震については、「まれに起きる地震」「ごくまれに起きる地震」という表現で、確率的な同等性と言う意味では、最低限の基準なのに、地域によって大きな差があるのが、混乱のもとでもある。

玉腰氏からは、構造設計者が責任をとって基準を運用できるようにすることを期待したいとの発言があり、江村氏からは、法律に対して、ある程度自由に発展させている実態もあり、兵庫県南部地震の結果においても、構造的に説明できるようになっているとされた。

大畑氏は、そもそも建築基準法の対象としていた弱者は、一般の人であり、企業の立場とは異なるはずで、そのことも法律としてどう考えるか、検討すべきであり、最低基準では、安全が守れないことも、しっかり認識してもらう必要があるとした。

最後に、柴田先生から、被害がそれほどでないのは、基準法の最低で良いということではなく、技術者が直観的な判断を利かせて設計したからである。また、2000 年に限界耐力計算法が使えるようになったのに、2006 年の厳格化で、使われなくなったのは、残念である。部材塑性率をどの程度に抑えるかを、工学的に的確に判断して、是非、活用してほしいとまとめられた。

A-Forum
Archi-Neering Design Forum
e-mail magazine no.1-23

## A-Forum 始動

昨年の 12 月 19 日、建築分野の人にはおなじみの、お茶の水のレモン画翠の、もう一つの、イタリア・レ ストランがあるレモンパートⅡの５階にて、アーキニアリング・デザイン・フォーラムが、店開きしまし た。100 人の方をお招きしてオープニング・パーティもさせていただきました。そして、年改まり、メ ールマガジンもスタートします。僭越ながら、若輩の私が、まずは小文を書かせて頂きます。

斎藤公男先生を中心に、建築構造を専門とする金田勝徳氏、和田章氏と小生の 4 人で、何かできないか と 6 か月ほど相談の末に、素晴らしい空間を立ち上げることが出来ました。ご協力いただいた皆様に感謝 です。開いて見たいと思わせる本が並んでいるのは、わくわくします。4 人で今までに集めた本を持ち寄 りました。斎藤先生は、世界に聞こえたシェル・空間構造の先生。金田さんは、大学卒業後 20 年で構造設 計事務所を独立させ、多くの作品でさまざまな賞を受賞されている。和田さんは設計の実務経験の後、大 学で、鉄骨や鉄筋コンクリート造、耐震・免震で多くの学生を育てています。筆者も設計実務経験の後、大学で、荷重論や限界状態設計などを講義して来ています。それぞれの分野が独自の世界であると同時 に、お互いに重なりもある 4 人が、コアメンバーとなっております。

姉歯事件以来の昨今の、建築、特に構造分野の閉塞感に元気を吹き込みたいという思いがあります。こ れから、A-Forum の空間でどんなことが出来るか、想像するだけで疲れも吹っ飛ぶ感じです。皆様、お楽 しみに。そして、さまざまな提案をお寄せください。（JK ＝神田　順）

A-Forum　e-mail magazine no.1　12-02-2014

## Last

Last には「最後」、「この前の」などの意味で使われることが多いが、自動詞で「持続する」、「長く持つ」の意味にもよく使われる。コンピュータ、特にパソコンや携帯電話などは２年から５年で使う気がしなくなり、新しい型が欲しくなる。このようなとき “My PC lasts only 5 years.” という。

我々の先輩や友人に、超高層建築の地震時の揺れを抑えるためにコンピュータ制御による能動的な方法を研究し、実際の建物に組み込んできた人が多くいる。建築で最も長く残っているといえば、ローマのパンテオン、法隆寺の建物などであろう、このような建築は本当に長く last したといえる。今から１０００年後２０００年後を想像して欲しい。始めに設置したコンピュータが同じ時まで last しているはずがない。

東京などに今建てられる建物で、中には２０年で取り壊されているものもあるが、６０年、１００年を目指して設計し建てるのが基本である。６０年の命のものを５年の命のコンピュータで支えようという考えは基本的に間違っている。５０年前のコンピュータの部品が壊れて、修繕しようとしたとき、部品が手に入るわけはない。ソフトを改良しようとしても、５０年前のコンピュータのソフトを直すことはほとんど不可能である。その時々の賢い研究者や技術者は新しいものに興味があり、古いシステムの子守をするのは最も苦手である。

大林組の技術研究所におられ、大学教授より多くの研究・論文発表を行っていた武田寿一は、上記のような研究は世界のマジョリティには成り得ないと断言していた。所員がこの類の研究を進めていた所長のときの発言なので驚きなのだが、もっと日本の若者は世界に目を向けるべきだと言っていた。

９５点の性能のある建物をコンピュータ制御して９６点にすることに血眼になるより、世界にはまだまだ耐震性の無い建物に住んでいる人が沢山いる。１０点の性能かもしれない。ここに現地の材料を使ってより丈夫な建築の作り方を研究し実現すれば、５０点の性能、８０点の性能にできる。最貧国といわれるハイチで４年前に大地震があり、３０万の人々が亡くなった。２０１４年の２月のはじめに６日間滞在し、支援の始まりをしてきた。またゆっくり書かせていただくが、皆様、難しい研究は程々にして、世界に目を向けて、息の長い有意義な活動を一緒に頑張りましょう。（AW ＝和田　章）　　A-Forum　e-mail magazine no.2　28-02-2014

## 忘れてはならない

この３月 11 日で東北地方太平洋沖地震から３年が過ぎた。その前後のメディアは一様に震災後の被災地の現状を取り上げ、忘れてはならないと訴えた。なかで目立ったのは、遅々として進まない復興事業に関する報道であった。現在もなお恒久的な 震災公営住宅に入居できている被災者の数は 1％に過ぎず、大半の人々がいまだに仮住まいとのことである。 被災者のご苦労は、映像や活字からでも察するに余りある。構造設計を通して復興事業に多少なりとも関与している身として、心痛まないではいられない。

それに比べて原発事故のことになると、メディアがほとんどそこに立ち入ることができない上に、問題が眼に見えない 放射能災害であるせいか、正確に事態を想像することが難しい。事故後まだ３年しか経っていない現在、早くも人々の 記憶から遠のいているという。それ以前に、そもそも私たちはこの事故をしっかりと記憶しているかということすら疑わしい。 私を例にとると、３月 11 日 ( 金 ) に徒歩での帰宅という非日常があったものの、その後土・日を挟んだ翌週は、決まったスケジュールを 淡々とこなす日常生活に戻っている。その間、福島第一原発がどれほど緊迫した状況にあったかは、後日「死の淵を見た男」( 門田隆将、PHP 研究所刊 )、「カウントダウン・メルトダウン」（船橋洋一、文芸春秋）などの出版物で知ることになる。

それ等によれば、東京を含めた日本の半分の地域が人間の住めない場所になるかもしれなかったこと、それを防ぐには日本の力 では手に負えず、米軍に委ねなければならなかったかもしれなかったこと、そしてそうなった場合の日本は米軍の支配下に置かれ、独立国家としての存続が危ぶまれること等のシナリオが、日本の政権中枢部で想定されていたという。これらは現場の人達の 献身的な努力と偶然の重なりによって、瀬戸際で回避できたとのことである。 しかし今後の廃炉までの長い工程、止まらない汚染水の流失、果てしない除染作業など困難な状況が長く続くことは想像に難く ない。私たちの世代は「核の平和利用」の名のもとに、日本国内に現状で 16 か所の原子力発電所を建設し、59 基 ( 注）の原子炉を 後世に残したことを忘れることはできない。

(KK= 金田勝徳 )（注）日本の原子力発電所－ Wikipedia　より　　A-Forum　e-mail magazine no.3　25-03-2014

## 豪雪やら竜巻やら

気候変動のことが良く言われる。確かに、今までになかったような大雨が多い。この冬は関東地方に豪雪で、多くの大スパン建物の屋根が崩壊した。竜巻被害も毎年のように報じられるし、竜巻注意報は地震なみに、頻繁に発せられる。地震動もそうだが、いままでは記録が十分に採られていなかったのが、測定精度も上がり、マスコミに頻繁に登場するようになった。気候変動を大げさにしたいという視点からは、どんな被害でも大げさに報じがちである。専門家は、客観的にとらえなくてはいけないとなると、何を押さえておくべきか。

豪雪については、50 年再現期待値を超える積雪があったのは、事実。ただし、再現期間が何年であったかを、しっかり専門家の間で確認しておくべきであろう。そもそも 50 年再現期待値は、50 年のうちには、60% 以上の確率で発生するわけだから、それを超えていきなり壊れるのでは、困る。許容応力度の場合、それを少しくらい超えても余力はあるはずだが、どの程度かということを設計者が把握しているとは言えない。特に軽量の構造物は、雪荷重の変動に対して敏感となる。一方で竜巻は、直接の来襲面積が数百 m から数㎞と狭いこともあり、場所を特定すると、再現期間としては、1 万年とか 10 万年に相当する。

やはり、建築基準法の規定は、最低でしかないということを、確認することだと思う。その上で、もう少し安全にするには、再現期間として 200 年くらいにするか、1000 年の 1 度の事象に対してもチェックするかということを設計時点で話し合うことが基本だろう。 1 つだけの事象で、右往左往するのではなく、せめて 100 年くらいのデータをもとに構造設計を考えて行くことが求められているのではなかろうか。第 1 回のフォーラムでもこのような視点も含めて、専門家が構造安全をどう考えるか論じたい（JK）

A-Forum　e-mail magazine no.4　08-04-2014

## 艱難汝を玉にす

５０歳になったとき、４０倍すればキリストの時代、人の一生は感じているより長いものだと思ったことがある。事実、人の一生の間には色々なことができて、色々な出来事がおこる。この間には、脇が甘かったり、楽観的すぎたり、慢心していたり、有頂天になっていたりして、大きな失敗を起こすことがある。荘子は「窮するも亦た楽しみ、通ずるも亦た楽しむ」と言って、辛い目に遭っている人を励ます。「艱難汝を玉にす」と言う嬉しい言葉もある。

東大建築のボート部で名コックスと言われた中野大治は、ボートが隅田川に架かる橋の下を通り抜けるとき、その前までに最大の速度に上げておき、オールを一気に引き上げて通り抜けると言っていた。ここでゆっくり通っていると、橋脚の周りの渦に巻込まれてしまうが、最大速度なら問題なく通り抜けられるとのことだ。

多くの人々が渦のように生き、活動しているなかで、大きな失敗をしたとき、本人が本質を失い、この渦に負けてしまうのでは意味がない。もちろん失敗には反省が必要だが、基本の信念を突き通すことが重要だと思う。友人や後輩が辛い目に遭っているとき、いつもこのように伝えて励ましてきた。このとき、本人や組織が、失敗や過ちを少なくとも反省していることが大前提である。何も悪いことはしていないと主張されると、励ます気持ちも萎えてくる。

３年前の大地震と大津波では２１世紀の日本とは思えないとんでもない災害が生じた。亡くなられた 18000 人のひとりひとりを想うと、長く建築に関わり、耐震工学を進めてきたものの一人として辛くなる。大津波で流されてしまった村やまちに建築を建てたのは僕ではないなどと言って許されるものではない。都市計画の専門家、建築家、構造設計者、許認可に関わった行政、これらを建設した人たち、全員に責任がある。災害そのものの原因を他人ごとのようにしてはならない。

４基の原子力発電所が爆発したことも大問題である。設計にも許認可にも建設にも関係していなかったから、僕は関係ないなどと言うことはできない。原子力発電所は一般の石油プラントなどと同様に、安全基準が改定されると、すべての施設は最新の基準に満足するように改良しなければならない。東日本大震災の前でも、その時点の原子力発電所の耐震設計基準は印刷物やホームページを通して全文が公開されていて、容易に読むことができた。ご存知と思うが、「津波」の単語は最後の章の最後の節に一度しか表れていない。今となって、なぜもっと津波に注意しなかったのか、電源に関わる施設を水から隔離することを考えなかったかなどと、言うことは簡単である。しかし、すべては事前に読むことができたのである。何も言わなかったものの一人として我々には一塊の責任がある。この大事故について関係者全員は大きな反省をしている。この大事なときに、打ち拉がれているわけにはいかない。廃炉への努力、汚染水問題の解決、風評被害の解決が必要であり、次に原子力発電所を動かすなら、安全性の確保をしっかり行うことである。この大事件を他人ごとのようにして批判するのでなく、技術者・研究者の一人として、解決に向けて前向きに協力すべきと考える。（AW）

A-Forum　e-mail magazine no.5 (07-05-2014)

## 未来へのメッセージとは

2013 年 5 月、国立近現代建築資料館の開館記念特別展示として「建築資料にみる東京オリンピック―1964 年国立競技場から 2020 年新国立競技場へ」が企画された。

「代々木」からちょうど 50 年。手書きの図面、手廻しの計算機、実験や施工の風景といった往時の記録から、「革

新の建築」がテクノロジーの成熟度ではなく人間の知力や情熱から生まれることをあらためて確信したのは筆者ひとりではなかろう。驚きをもって若い人々にも感銘を与えたに違いない。かつて日本のシンボルとして世界に飛翔した名建築と同様に、新国立競技場もまた 21 世紀の日本の向かうべき姿をアピールして欲しい。東京オリンピック 2020 を夢と誇りをもって迎えたいと思う誰もがそう願っている。やればできたということでなく、どのように実現したか。その筋道を辿れる「物語」が望まれる。本書の表紙に「代々木」が掲げられた由縁でもある。

東京オリンピック 2020 に向かう多くのプロジェクトは、東北の復興や原子力問題、首都の再編、防災都市の構築や環境・景観問題と切り離すことはできない。いままでも、そしてこれからも、日本が世界に誇れる言葉は MOTTAINAI と OMOTENASHI。その精神―Less with More はアーキニアリング・デザインの世界にも共有されている。

何十年後か、今日我々が行っている日々の活動は「新しい、建築のみかた」の視点からどのように評価されるだろうか。それを自問しながら今を生きたい。

(「新しい建築のみかた」（最新版）” あとがき ” より、2014 年 7 月　出版予定）（斎藤公男＝ MS）

A-Forum　e-mail magazine no.6 (11-06-2014)

## 防災と減災

「欲望に応じて生活し防災対策は程々に、起きてしまう大災害は諦める」から「日常の欲望を抑制し、防災を考えた国土計画・まち作りに励み、丈夫な建築を建てて、大災害の発生を極力防止する」の間に、我々専門家、政府、市民にはいろいろな選択がある。

東日本大震災後、津波対策については、レベル 1 には高潮対策を含め防潮堤などで耐え、レベル 2 には津波がまちに襲うことを受け入れ、人々が無事に逃げられれば良いとし、海の底になる建築物などの財産は失われることを覚悟する減災の考え方が出された。それまで、防災といっていたことに反省し、減災といわざるを得なくなったとも言える。

実は、建築構造物の耐震設計の仕組みは、戦前の規則から戦後の基準、1981 年の新耐震設計法から 2000 年の限界耐力計算法も、防災ではなく減災の考え方で構成されている。数十年の間には必ず襲うような中小地震動には「機能維持」、「財産価値保全」、「人命保護」の 3 つの要求を満たそうとするが、数百年に一度襲われる大地震では構造物の倒壊が防止できれば良いとし、損傷を許容し人命を護れば良いとしている。

このとき、機能はもちろん失われ、建築物の取り壊しも覚悟している。問題はこの取り壊し費用の捻出にある。地震後に家やオフィスを失い路頭に迷っていて、十分な保険金を持たない人々がこれを支払うことは難しい。阪神淡路大震災では取り壊しに公的な予算が使われたが、壊れた私有財産を税金によって片付けることが正しい方法とはいえない。これが行き過ぎると、財政に過大な負担をかけるだけでなく、常日頃から災害を起こさせないようにと、安全なまち、安心して住める家々を作ろうとする意欲までなくさせる恐れもある。これは大津波によって大量にできる瓦礫についても同様で、被災前の所有者が独力で瓦礫処理をすべきという人はいない。

この問題が、2010 年秋と 2011 年 2 月に 2 度の地震を受けたクライストチャーチで起こっている。この地震で倒壊した建物は富山県の語学留学生が亡くなられたビルを含め 2 棟であった。その他の多くの建物は損傷を受けたものの倒壊には至らず、減災が成り立ったといえる。遠く離れた日本から見ていると、倒壊した 2 棟を

除けば、何事もなかったように思えるが、同じ耐震規準で設計された市内の他の建物が無損傷であったはずはない。傾いたホテルなど、多くの建築物に損傷があった。

最近まで知らなかったが、この地震から３年半が過ぎ、町の中心部の損傷を受けた建築物は次々に 1700 棟も取り壊されて更地になっている。これをもって、減災がこれからの正しい方策とは言えない。始めに述べた津波に襲われるまちの減災対策にも同様の問題がある。両者とも、人々の命を助けても、残ったまちや村には暮らせない。100 年に一度、500 年に一度、たとえ 1000 年に一度でも、このようなことを繰り返す方法は我々専門家の望む方法ではない。

人口が少なく大きな産業のない小さな地区で災害が起きた場合は、その他の地区に住む多くの人たちからの援助や義援金があり、政府の負担も小さいため、復旧復興は可能である。ただ、東京や大阪、名古屋のような大都市で災害が起き、多くの建物や道路、鉄道、ライフライン、下水施設などが使えなくなったとき、たとえ人々の命を護ったとしても、この甚大な災害規模はその他の地区に住む人たちのからの支援では足りず、税金や保険では対応不能であり、復旧復興は非常に難しくなる。

レジリエントな社会を作ろうとするなら、大都市への過度な集中を防止し全国土を有効に使うこと、少なくとも大都市の建築・土木構造は地震後にも機能維持が可能なように圧倒的な耐震性を持たせることが必須である。ここでは議論しなかったが、地震の後には必ず起こる大火を防止するため、燃えない都市を作ることが重ねて重要である。（AW）

A-Forum　e-mail magazine no.7 (04-08-2014)

## 本音を語ること

本音を語れることは気分が良いし、楽しい。それで気持ちが通じれば言うことがない。しかし、社会はすべてが自分のために動いてくれているわけではないので、相手の立場も考えた物言いが必要であったり、言いたい気持ちをセーブしたりも必要となる場合はすくなくない。

国会議員との面談とかなると、いきなり本音でも通じないが、建前だけ語っていても通じない。逆に、議員からあまり本音が出て来ると、話す気持ちが萎えたりもする。専門家同士でも、なかなか酒の席にでもならないとほんとの本音とはなりにくい。何か言えば仕事の上での利害が出かねないし、心の友と言うよりは、ライバルだったりもすれば、なおのことだ。

専門家が一般の人と話をしたり、説明したりとなると、また別の意味で難しい。「この建物はどのくらい安全ですか？」「最大級の地震でも、びくともしませんよ。」建前で言うにしても、「最大級」の定義や「びくとも」ってどういう意味か、自分でも十分にイメージしていないとすると、真意が伝わらない。「あなたが、なるべく安くなんて言うから、震度６くらいでも少しくらい不具合が出るかもしれませんよ。」などとは、なかなか言えない。「経済設計と言われてはいますが、震度６程度の地震に対しても基準法の規定で大丈夫なようになってます」などと、建前を言って、お互いわかったつもりになるのでは、困ったものだ。

相手がどの程度の知識を持っているか、自分がどの程度の知識をもっているか、それによって本音も建前も言い方が変わってきたりする。相手のことを考えて、なおかつ、自分のやりたいことや、良かれと思ってやったことの魅力を伝えるのは、建前では通じない。どのようにして、本音を気持ちよく語るか、その場の雰囲気にもよるが、専門家の間で、本音で議論できるのは、楽しい。（JK）

A-Forum　e-mail magazine no.8 (09-09-2014)

## 「言語・真理・理性」ということ

このところ、けっこう哲学書に出会う。「確率の出現」（イアン・ハッキング著広田すみれ他訳 2013.12）という本も 17 世紀頃の確率という概念が出現したいきさつを書いているものの、どうも哲学風である。なかなか、慣れない言葉がしっくり呑み込めないままに読み進んだ、その最終章にみつけたのが、このフレーズである。著者がそのようなタイトルの論考 (1992) を書いている。他にもそれに近い言い回しは、いろいろあったとの指摘もある。これを、自分なりに読み代えると「基準・被害・設計」となる。あるいは「法律・実態・判断」でも良い。そもそも確率は将来をどう判断するかということにとって必要な概念である。言語は記述し、誰もが理解できるようにしたもので、たとえば設計基準の荷重の大きさの記述などは、それに相当するし、さらにそれを絶対的な約束事にしているのが法律の規定である。本当はどうかというのは、そう簡単にはわからない。しかし、設計する者は、なんらかの想定をして判断することになる。これは、理性に基づく行為である。ここの理性は reason の訳である。

言語哲学も言語がどのくらい実態を表しているのか、じっくり考えると、なかなか興味深いものである。17 世紀と言えば、ニュートンの時代。その後のカントの思索には確率の概念が乏しい。力学ですべてが説明できるわけではないことが、はっきりしたのは 20 世紀である。確率が、今も工学者の間でさえ十分な認知を得ていないのは、不確実なものをどう考えるかを十分に考えていないということなのだと思う。出現の当時から帰納論的に知識（決定論的）は高級科学、臆見（確率的）は、低級科学というような見方が存在していたようで、その点では、今もそのような目で見て、近づこうとしない人が多いのかもしれない。しかし、ひたすら言語に従って、真理も理性も自らが考えないと専門家としての存在価値がなくなってしまう。（JK）

A-Forum　e-mail magazine no.9 (03-10-2014)

## 免震重要棟

2011 年東北地方太平洋沖地震の際に、福島第一原子力発電所内の「免震重要棟」がマスメディアによって繰り返しアナウンスされ、その存在が広く全国に知られることとなった。「免震」と「重要」が並んだ施設名を耳にして、「重要な建物」＝「免震構造」という認識を持った人も少なくないと思われる。実際に発電所内のほぼ中央に位置した免震重要棟は、緊急時対策の陣頭指揮が執られる場所として用意されていた。

震災の日からほぼ一ヶ月間、福島第一原発では吉田昌郎所長をはじめとした現地職員たちが、放射能被曝の恐怖と闘いながらこの免震重要棟に籠城し、不眠不休で様々な事態に対応することとなった。文字通り免震重要棟が災害対策の重要な司令塔となったのである。それを可能にしたのは原発施設内のすべての電源が失われた中で、唯一免震重要棟内の通信専用回線機能が保持され、東電本店とのテレビ会議システムも動き続けられていたことにあった。その時の様子をコラムニストの船橋洋一は「免震重要棟の存在はかけがえのないものだった。免震重要棟がなければ、全くお手上げで全滅だったところが、首の皮一枚でつながったと、吉田昌郎福島第一原発所長と横田一磨保安院現地所長は口をそろえる」と記述している＊。

ここで言われている「全滅」は、そのことによって東北地方のみならず、首都圏までに及ぶ日本全国の 1/3 の地域が放射能に汚染され、日本人の半分が避難場所を求めてさまよい、全国がパニックに陥ることを意味していた。少し大げさなもの言いかも知れないが、免震構造が日本を救ったとも言えそうな話である。その免震重要棟が建設され使用開始されたのは、震災からわずか 8 ヶ月前の 2010 年 7 月のことだった。今回の原発事故はいくつかの偶然が重なって最悪の事態を免れたと言われているが、このこともその偶然の中のひとつであったように思われる。

一方震災時に岩手県沿岸地域の後方にあって、自らも被災しながら沿岸被災地の支援に街を挙げて取り組んできた遠野市の状況も、学ぶべき示唆に富んでいる。3.11 地震によって震度 5 強の地震動を受けた遠野市庁

舎は、1階の柱がせん断破壊をきたし内部への立ち入りできない状態となった。そのため震災直後の市災害対策本部は、庁舎前の屋外駐車場に設けられたテント小屋に設置され、灯りは蝋燭、情報源は携帯ラジオ一台という状況であった。そうした情報不足による混乱の中で、市民は津波被災者からの直接の求めに応じて大量のおにぎりを握り、燃料や毛布を集めて沿岸地域に送り続けた。しかし電源が回復し情報が得られようになるまで、全国から寄せられた支援物資を適切な場所に送り届けられなかったことや、苦労して準備した被災者の受け入れ態勢が空振りに終わった様子が、つい先日のテレビ番組でも放映された。もちろん遠野市庁舎は免震構造ではなかった。

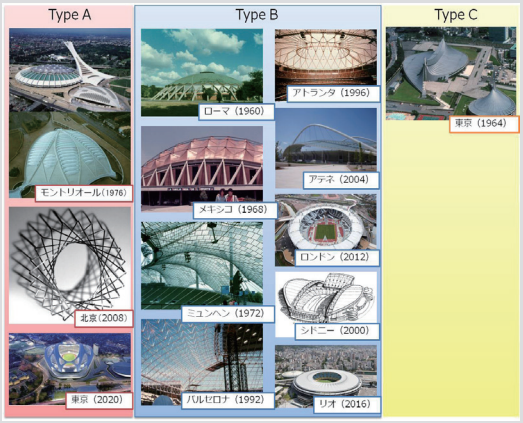
建築のすべてを免震構造にすべきと言うつもりはない。しかしこれから設計しようとする建築が被災した後の様子を的確に想像し、そのことが社会にどのような影響を与えるかを建築主に説明する、ないしは説明できるのは設計者をおいて他にない。生半可なことでできることではないが、そうした視点を持つことが、今構造設計者に求められているもう一つの使命ではないだろうか。(KK)

＊船橋洋一著「カウントダウン・メルトダウン」2012.12.30　文芸春秋刊

A-Forum　e-mail magazine no.10 (13-11-2014)

## 新国立競技場をめぐって

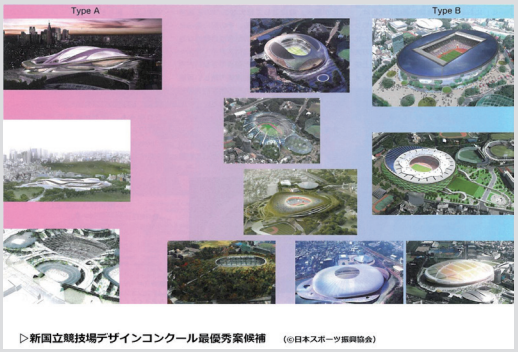
オリンピックなどの国際的イベントは新しい建築に挑戦するひとつの舞台といえるでしょう。下図は過去の話題の建物をとり上げ、先に見た三つのタイプへの分類を試みたものです。




TypeA にはモントリオール（1976)、北京（2008)、東京（2020）を入れてみましたがいずれも開閉膜を企画しているのが共通しています。モントリオールと北京は開閉膜をあきらめていますがそこには大きな問題がありそうです。

Zaha Hadid が国際デザイン・コンクールで最優秀案に選ばれてから早くも 2 年が過ぎました。景観論、歴史観、多目的利用、再生、開閉機構、天然芝の育成、内外への音環境など多くの話題が投げかけられています。中でもコストや技術的実現性、および建築後の使用法や機能、つまりどのようなレガシーを残すかが問われ続けています。

昨年、日本建築学会で行われた「AND2013」では 3 つのテーマが企画されました。すなわち話題の近作、復興のデザイン、そして“新国立競技場をめぐって”です。国際デザイン・コンクールの最優秀候補作の作品 11 点のパネルの前には過去のオリンピック―東京・ミュンヘン・北京の大きな模型が並べられました。若い世代や一般の人々にも「東京オリンピック 2020」を身近に感じてもらい、議論の場を共有したいという主旨でした。



▷新国立競技場デザインコンクール最優秀案候補　(c)日本スポーツ振興協会)

ここでまた例の Type 分けを考えてみるとしましょう。(左図)。TypeA に Z.Hadid、SANAA などの案、TypeB に T. 伊東や M. 仙田などの案が入っています。こうして比較してみると、同じ「要綱（条件)」によっても応募者の対応のし方が実に多様であることが分かると同時に“開閉”の考

え方がデザインの中心的なテーマになっていることがよくわかります。(中略)
21 世紀の建築や世界を拓くため、アーキニアリング・デザインの理念や実践が発展することを期待しています。
(2014.10.17　AND 展 in 上海　講義より抜粋)(MS)

A-Forum　e-mail magazine no.11 (15-12-2014)

## 構造工学の科学

### 科学と技術

ピラミッド、万里の長城、法隆寺、東大寺、正倉院などは、ガリレオ・ガリレイが梁の強さを論じるより遥か昔に建てられ、今でも美しい姿をはなっている。科学の前に技術があったことは間違いない。内田祥哉先生は「科学と技術」を「質量と重量」にたとえてその違いを説明された。科学は宇宙に浮かぶ恒星のようなものであり、大きな質量をもって存在し、直接に何かをしているわけではない。恒星は人類が誕生する遥か前からあったし、人類が滅亡してからも永遠に存在する。恒星にたとえられる科学は崇高なものである。重力加速度の中で質量が重量として力を発揮するのと同じように、科学は社会の要求という重力加速度の中で技術として力を発揮する。

ほとんどの建築物、土木構造物は人間社会の欲望や必要性により、科学がわからない時代であっても経験と技術の蓄積で作られてきた。加藤勉先生は、人類が進めてきたこれらの技術の中から普遍性を見出し、これを昇華させ構造工学分野の科学を見出したいと言われていた。我々の構造工学の分野で科学といえるものは何か、技術といえるものはなにか。数学・物理学はもちろん科学であり、構造材料、構造部材、構造物に作用する外力と変形の関係を、マトリックスを用いて関係付ける構造解析法も科学といえるであろう。この理論をコンピュータ上で展開し、構造物の変形や振動を求め、個々の構造部材に生じる力を求め、これらから構造物を構成する部材や材料に生じる応力や歪みを求めて、安全性を確認する手順も科学と言える。

### 構造計算の不思議

たとえば、長さ 5m の H 形鋼が建設現場に運ばれバタ角の上に置かれていることを考える。建築骨組の中の部材として組み込まれる前であり、外力は作用しておらず、自重は十分軽く境界条件にも拘束のない、部材にとって最も自由な状態であり、この H 形鋼のフランジやウエブにはほとんど応力は生じていない。ただ、本当にそうなのか考える必要がある。H 形鋼が製鐵所で生産されるとき、フランジやウエブの断面は部分により冷える早さは一様ではなく、冷めたところから硬くなり、後で冷えて硬くなるところには材軸方向に引張りの残留応力、先に冷えたところには圧縮の残留応力が残る。降伏応力度に近い残留応力が生じていることもある。構造設計では、軸力を断面積で除し、曲げモーメントを断面係数で除し、これらの和として断面に生じる応力度を求める。ただ、内部にある残留応力が加算されていないから、真の応力度を求めていることにはならない。

このように考察すると、構造設計の中で普通にしていることは科学といえるのか、怪しくなってくる。実際の建築構造物は独立した一部材に比べはるかに複雑である。無重力の宇宙空間で寸分違わずの精度で構築し、完成後に地球上にそっと降ろしたわけではない。構造物は地盤の上に徐々に建設され、骨組が完成する前にコンクリートスラブは下層部から打設されていき、工事の過程では溶接も行われ、構造計算の前提条件とは別の流れで建てられていく。構造物の中には、構造計算の時には考えていなかった色々な応力が存在することになる。真の応力状態が分からないまま行われているのが、今の構造計算である。

この不思議には、構造設計者なら一度は悩むことであろう。ただ、この続きの考察については、日本建築構造技術者協会の会誌 ”Structure” の 2015 年 4 月号に載せて戴けることになりました。この記事には挿絵も入れますので、楽しみにして下さい。(AW)

A-Forum　e-mail magazine no.12 (15-01-2015)

## 手仕事とマス・プロダクションのこと

昨年、建築家の大倉冨美男氏に声をかけられたのがきっかけで、ウィリアム・モリスのアーツ・アンド・クラフツ運動のことを考える機会があった。19 世紀末に試みられた、マスプロへの抵抗としての手仕事に囲まれた生活は、金持ちの道楽的な批判もあったようであるが、そこから学ぶことも多い。21 世紀になって、はるかに強力な大量生産が、多くの手仕事や職人技を、生活の中心から小さな趣味の世界に追いやってしまっている。ものづくりとは何か、技術者のはしくれとして考えさせられる。

大量生産は、効率化による生産性向上で利潤をもたらす。その結果、さらに大量な消費をあおることで経済成長にも寄与するというサイクルが、実は、生活の豊かさとか心地よさとは別物で、自分の求める生き方でなく、マスプロに合わせた生活を強いられることになっている。人の決めたルールに従って生きるのは楽だが虚しい。自分で生き方を決めるのは大変ではあるがワクワクする。

構造設計が、構造計算ソフトでできてしまったり、法適合のための書類作りが必要以上に膨大な、画一化のための仕事になっていたりすると、力のつり合いを考え、材料の選択をする手作りの心が見えなくなる。テレビに、繰り返し現れて、今がお買い得、と叫ばれると、つい買ってしまう。時代に遅れないようにというあせる気持ちは、戦後の経済成長とともにあり、GDP を押し上げた。

大量生産はあたりまえになり、そのこと自体への疑問はもはやない。しかし、大量生産が飽きられることも事実であり、飽きられたら、何か手仕事的な工夫して、新製品を生み出すのが、成功する会社の極意になっている。これは、「第二の産業分水嶺」（ピオリ / セーブル著）によれば、flexible specialization と呼ばれている。そして、トヨタの車もインスタントラーメンも同じである。

建築家の出江寛氏が言っていたが、自然素材は時間が経つにつれ味がでるが、工業製品は、新築時点から、性能も見かけも悪くなる一方だと。自然素材は、手仕事でないと使えないが、どこにあったとか、誰が手を加えたとか、見ているだけでも飽きない。

大量生産された工業製品の便利さから逃れることはありえないし、その経済効果の恩恵も捨てられないが、それでは心が満たされない。同時に、手仕事による味や、それを気持ちよく思う感性を大切にすることから、生活の豊かさが見えてくる。建築の質や価値を手仕事の部分に見出して、語り広めることで活路を開きたい。
（JK）

A-Forum　e-mail magazine no.13 (13-02-2015)

## 日本を飛翔させた競技場

東京の空を西から新宿方面に向かう。都庁を中心に並び立つ超高層群と密集した建物の風景の中で広がる明治神宮の森。そこに隣接する代々木競 技場の姿は印象的である。ユニークな大屋根の造形はいうまでもないが、2 つのことが強く目をひく。ひとつは 2 本の主塔をもつ第一体育館が吊橋そのものの原理で成り立っていること。並んで建つ第二体育館も形態は違うがよく似た構造システムだということが分かる。いまひとつは都市との関係。

渦巻き型ともいわれる 2 つの建物とプロムナード、広場とが一体となって原宿と渋谷の人の流れを導いている。プロムナードは東西に走るが、ここには隠れた軸がある。主競技場の巴型の芯を通ってこの東西軸に直交する

軸を引くと、北隣の明治神宮の森を走り抜けて本殿を貫く。夕陽が沈む西の軸線上には富士の姿があるのだろうか。 国立代々木競技場の設計が本格的にはじまったのは 1962 年 1 月。竣工すべき日まで、あと 2 年と 8 ヶ月前のことである。巨大でかつ画期的な空間を設計し、建設するには残された時間は信じがたく短かった。
敗戦から 15 年、オリンピック開催という国家的事業を成功させることにより、再び国際社会に復帰できるという希望に日本人ひとりひとりが胸躍らせていたこの頃、「世界に誇れる建築をつくろう」という思いは熱かった。

建築家、構造家の協働関係

まず建築と構造の 2 つのチームによる基本構想のイメージづくりがスタートする。各自が持ち寄る小さな模型の数々。都市と景観、機能と形態、構造と 施工とを背景とした議論が深まっていく。そうしたプロセスの中から、しだい に建築的な〝姿⊠を見せはじめたのは渦 巻状のサスペンション案である。
都市と建築に対して、「開かれてはいるが閉じた空間」「室内の興奮を包みながら閉鎖的とならないスポーツ空間」といったコンセプトが具体的に造形化され、空間構成のシステムははっきりと構造化されていく。
タコマ・ナローズ橋の落橋（1940）の衝撃を乗り越え、建築家に吊構造（サスペンション・ルーフ）への気運を高めたものは 1958 年に開催されたブラッセル万国博における多様な造形的可能性であった。こうした状況の中にあっても、当時のサスペンション構造は、構造設計の手法も施工法も蓄積がなく、まったくの手探り状況であった。今日では親しみ深い大変形や非線形といった構造解析も、コンピュータもいまだ登場しないこの時代では無理であり、ひたすら手まわしや電動の計算機が主役であった。この時の設計や施工はどんな様子だったのか。「短剣ひとつでライオンをつかまえに行くような、そんな悲壮感をもちながら設計に立ち向かっていた」と川口衛は述懐している。短剣とはおそらくさまざまな模型実験と構造計画的な洞察と思われる。
「坪井さんと丹下さんが議論をしている様子を見ていると、どちらが建築家でどちらが構造家だかわからない。丹下さんがしゃべっているのは力の流れや構造的な提案なのだ。」と、かつて丹下研究室の大谷幸夫が洩らしたことがある。相互に支配的でも隷属的でもないバランスのとれた協働関係が目に浮かぶ。日本の近代建築の中で、竣工後 50 年を経て今なおデザインの新鮮さを失わず、普遍的な魅力を与え続けているものは、この建築をおいてほかに見あたらない。

新しい建築のみかた・最新版より抜粋（MS）

A-Forum　e-mail magazine no.14 (16-03-2015)

## 震災から学んだこと

A-forum 始動以来コアメンバーの先生方が十数回にわたってこのメールマガジンを執筆されてきたが、これからはフレンドも分担せよとのことで、なぜか私が先頭バッターのご指名を受けた。

さて実務一筋の私としては少し古い話ではあるが、1.17 の震災において調査者や観察者ではなく当事者として巻き込まれた体験と教訓について述べてみたい。この国は生じた現象を必要以上に関係者内で囲い込む傾向があるが感心しない。神戸では高層ホテルに携わっていた。そこに別棟の大宴会場があったが、翌日現地に入って驚いたことは数百のワイングラスが何事もなかったかのように整然とテーブルセッティングされたままだったことだ。何が起こったのか？埋立層は礫やガラの混じった不均質な砂質土で設計当時は液状化しないと言われていた。しかし数日後に基礎下を掘削してみると、埋立層は液状化により 20cm 以上も沈下し既製杭頭は完全にクラッシュして基礎は杭より北側に 20cm ジャンプして砂地に着地していた。想定外の液状化と意図しな

い杭頭免震現象により、大変乱暴な形ではあるが、地上躯体が亀裂一本もなく備品一つ落下することなく守られた稀有な例である。むろん免震対応などしていないので、建物外とのインフラ接続部はこっぴどく痛めつけられたが。ちなみに周辺地盤も建物床レベルも被災前より 20cm 低くなったが、水締めされた埋立層に対し地耐力試験を行い、地震後は杭基礎を直接独立基礎として成立させた。埋立層の沈下量の差異等により建物の不同沈下は不可避であったが、幸い実用上問題ない範囲にとどまった。しかし当時クラッシュした杭頭を見た一部関係者は、他の者に見せないように埋め戻しを焦ったという事実も忘れてはならない。

なお高層棟は地下があったため杭頭は液状化層以深にあり想定通り耐震構造として地震動をまともに受け止めた。そこで観察された現象のうち、あまり他で報告されていない現象に触れておきたい。それは客室ドアがことごとく開かなくなって早朝の地震時避難の障害となったことである。これは低層建物で報告される層間変形によるドア枠塑性変形が原因ではない。その原因は 1G をはるかに超えたと類推させる上下動にあった。ドアをロックすると剛強なデッドボルトがドア枠内の穴に挿入される。ドアがジャンプした時このデッドボルトがしたたか頭を打ち付けて塑性変形しサムターンを回してもスライドしなかったのである。ジャンプ時に太いボルトが塑性変形するということは 2G 近い上下動だったのかもしれない。幸い、関西地区のホテルは火災時の避難のためバルコニーからの二方向避難を義務付けており、これが意図せず地震の際に役立った。杭頭クラッシュ免震といい地震時二方向避難と言い想定外のことが起こったにもかかわらず意図しないことで助けられた。このように実現象には人智及ばぬことが多く、このケースは結果オーライであったが、もちろんその逆もありうる。社会は安全性についてすぐに白黒をつけたがるが、我々エンジニアは、過度な悲観にも過度な楽観にも組みせず、実際に起こる現象を広くイメージするスタンスを持ちたい。

西尾啓一（西尾啓一構造コンサルティング）

A-Forum　e-mail magazine no.15 (13-04-2015)

## ブラジリア

「ブラジル」の歴史の始まりは、1500 年のポルトガルによるブラジル発見に遡る。サルヴァドール（1985、世界遺産）、サンパウロ、リオ・デ・ジャネイロの諸都市の興隆を経て 1822 年、ブラジルはポルトガルから独立。それから 100 年、共和制の樹立（17 世紀末）をもってしてもできなかった首都の移転と建設が実現に向けて動く兆しをみせたのは独立 100 周年の 1922 年のこと。ブラジリアの地に「礎石」が埋めこまれた。困難な遷都への道を支えたものは大規模な外国からの移民と、モデルニズモの文化的潮流といわれる。

「もし大統領に選ばれたら、プラナルト・セントラル高原に首都を移転するか」と問われたクビチッキが大統領選に勝利したのが 1955 年。ル・コルビジェとも接触した彼が “ 国際 ” ではなく “ 国内コンクール ” に踏み切り、オスカー・ニーマイヤー（当時 48 歳）等の審査団によってルシオ・コスタの “ ジダール・パルケ ” 構想を最優秀案として公表したのが 1957 年 3 月であった。応募案は 26。最終審査に残った応募案に対する講評もオープンにされた。それがブラジルのモダニズム建築、すなわち国際的にも確たる評価を受けていたモダニズム建築に対するブラジル人としての国民意識（自信と情熱）の表れとも理解される。

新都市構想は驚くべきスピードで実行され、3 年後の 1960 年、とにかく遷都を迎える。「十字架のしるし」「ジェット機」「弓矢」「翼を広げた鳥人」といったイメージが未来への限りない発展を人々に予感させた。しかし現実は厳しく、軍事クーデター（1964）もあって民政復帰（1985）までの 20 年間、ニーマイヤーも故国を追われた。

モデルニズモ都市の容貌はコスタの期待を裏切るものとなった。世界的なデザインの流行にのり遅れまい、もっと違ったダイナミックな都市があるはずだという憧れや疑問。この都市を、それが何であるかというよりも、

別の何かにしたいと考える建築家と都市デザイナーの存在と圧力が高まっていく。しかしこのことが逆に、ブラジリアを本来計画されたような方向に保護しなければという社会的努力を喚起したと考えられる。コスタとニーマイヤーの「ブラジリア」を何としてもとり戻さなければいけない。

地方の不動産業界の関心を都市保全に向かわせる絶対的圧力は、国際的な知名度の活用だという戦略を考えたのはオリヴィエラ知事であった。ついに 1987 年、イコモスの勧告を受けた形で、保存のための規範として 4 つのスケールの構成軸と 3 つの保護ゾーンを導入した政令を条件として世界遺産への道が拓ける。開都して 30 年にも満たない都市が世界遺産として登録されたのは、「過去と未来の監視者」の国際的認知でもあった。つまりこの世界遺産は 20 世紀のモダニズム理論の代表作としての都市と建築に与えられたものではない。ブラジル人の国民意識が求めた快適な都市がモダニズム都市と合致したと見るべきだ。近年のそうした見方は当時の私はもちろん、世界的な評価とは逆のものであるといえよう。

‘保存’という観点からブラジリアは先例のないひとつの状況をつくりだした。他の多くの世界遺産と違って‘形態’としての都市景観を保護するのではなく、都市の歴史的現代性を保護するという視点が欠かせない。時代を重ねながら、永遠に生きる都市―ブラジリア。誕生からすでに半世紀の今日、連邦地区には 250 万人が住むという。この都市を構想したコスタと、独自の建築群を描き続けたニーマイヤーの世界をじっくり見てみたい。

（鉄鋼技術　2015 年 4 月号『ブラジル～ペルーの建築・都市と自然・歴史を訪ねて』より抜粋）

（MS）

A-Forum　e-mail magazine no.16 (12-05-2015)

## 代々木

1964 年 10 月、国立競技場でのオリンピック開会式。秋晴れの空に描かれた大きな五輪の色彩は今でも鮮やかに思い出される。そして「代々木」の評判は素晴らしかった。世界新記録を連発した舞台にいた選手・観客だけではなく、日本国民に「建築」のもつ力が理解されたように感じられた。

オリンピック終了後、ＩＯＣは東京都、組織委員会、丹下健三の 3 者にディプロマ・オブ・メリット（功労賞）を贈った。建築家として異例の表彰であり、ひとつの「代々木」が行政や組織と並ぶ力を評価されたのだ。丹下はこのことを心からの喜びとして表している。それは何故か。当時“空間と象徴”という問題に取り組いた丹下はこんな風に述懐している。「建築物が抱える大空間は、ただ単にそこに『広がりのある』というだけでなく、そこを使う人々の気持ちとぴったり結びついたものでなくてはならない。『建築空間と人間精神のふれあい』である。だがそれを可能にする建築デザインは何であろうか。私はこのころ、こうしたことをしきりに考え続けた。考えは必然に“象徴”という問題に発展した。振り返ってみれば、現代建築はいつの間にか、この象徴ということを忘れ去っているようにも思える」と。

丹下が没した 2005 年以降、実に多くの著作・書籍・展覧会等が丹下の実像に迫り、「代々木」の軌跡を描き出そうとしてきた。

私にとっての丹下健三は、坪井研究室から見ていた少し遠い建築家像であり、「代々木」は垣間体験し得た壮大なプロジェクトであった。たしかに「代々木」はひとつの時代における奇跡的な成功例といえるかも知れない。しかし今、最も感じることは、かつて実現した建築（家）と技術（者）の高い融合、あるいは思考の模索されていた社会・都市・建築の有様がいったいどのように議論され展開されて今日に至ったか、である。

「新国立」を考えた場合、「代々木」の成果のゆくえを思わずにいられない。50 年前に学んださまざまなこと

がらはどうつながれ、何が活かされているのか。もしも正しく継承されていないとすれば、それは何か。何故なのか。「代々木」からの 50 年間、“ 建築 ” が “ 拓いた世界 ” がいま問われていよう。

（建築ジャーナル　2015 年 6 月号『戦後建築の 70 年』より抜粋）（MS）

A-Forum　e-mail magazine no.17 (11-06-2015)

## イタリアン・セオリーのこと

イタリアの魅力を少しばかり哲学的にしてくれたきかっけは、井上ひさしの「ボローニャ紀行」である。描かれた姿は、国をあてにしないまち、職人たちが生きている社会だ。そして法律と社会制度を考えているときに、1 年前に出会ったのが岡田温司著の「イタリアン・セオリー」である。確かに 18、19 世紀以降ドイツ、イギリスに多くの哲学者が排出、20 世紀になりフランス、そして今、イタリアと言われると、なるほどと思った。

そこには、聞いたことのない名前が次々現れた。ネグリ（1933 ～）、アガンベン（1942 ～）、カッチャーリ（1944 ～）、エスポジト（1950 ～）などが、21 世紀に入って大活躍していると言う。そして、彼らの出発点にあるのが、フーコーの「生政治」の概念と言う。民主的なはずの政治や法律が 20 世紀になって「どう生きるか」ということに強くかかわるようになった。アガンベンの弁によれば、今や神ではなく経済活性化が侵してはならない聖なるものとなり（主著は「ホモ・サケル」）、ネグリの弁によれば、国を超えたグローバル市場経済が世界を制覇している（主著はハートとの共著「帝国」）。

ヨーロッパの人々は、その限界を知りつつも戸惑って経済政策に四苦八苦しているときに、現代イタリア思想家たちが示唆を与えているというのだ。もちろん、市場経済を否定することなどできないし、生活の多くが大量生産の恩恵に被っているのが、現代である。しかし、経済成長が格差を生み、補助金が豊かさを生むものでないこともわかっている。貨幣によらない生き方の価値をどのように共有していくのか。自然共生と持続可能性、土地の固有性と人々の多様性、市場経済や大量生産と対局にある、われわれにとっての大切なものを、これからも生活の中でどのように育てていくかが問題である。

建築や住宅は、まさに生活の器であり、貨幣経済や法律ですべて決められてしまわないためにこそ、専門家が存在すると思う。考えることと実行することは、ともに大切であり、その共通認識としてイタリアン・セオリーを置くことにより、何か見えてくるのではないか、などと思いを巡らせている。（JK）

A-Forum　e-mail magazine no.18 (13-07-2015)

## 「想定外」はお粗末な言い訳？

東日本大震災の際、その被害の甚大さに政府や電力会社などが、「想定外」という言葉を頻繁に使った。このことが震災直後の国民の不信をかい、「想定外」は責任回避のための常套句、単なるお粗末ないい訳との声が上がった。ドキュメンタリー作家の柳田邦男はその著書の中で、専門家が「想定外」の問題をこれまでのように「そこまではとても予測できない」とか「それまで想定に入れていたら設計なんてできなくなる」といった思考の枠組みの中で考えている限り、自然災害克服の道はないと厳しく断じた。こうした風潮の中で、専門家の間では「最早想定外という言葉は使えない」という意識が流れた。

しかし私達が専門分野としている建築、とりわけ構造設計の分野でも、想定する領域の境界を数値化した仕組みの中で設計しているのが現実であり、その現実をそう簡単には変えられそうにない。何か新しい不都合が起こるたびに、国がいち早く法規を整備しようとするのも、この仕組みを補完するためのようにも見える。一方ひとたび仕組みが作られると、人も組織もその内側の領域については熱心にその仕組みを完成させようとするが、外側の領域に対しては無関心になる。だからと言って仕組みの境界を広げ、外側の領域を内側に取り込んだとしても、まだなおその外側には取り込めなかった膨大な領域が存在する。とどのつまりは想定の壁を取り除くことは不可能のように思える。

ならば想定外のリスク管理はどのようにあるべきなのか。リスクが巨大化する現代では、想定外リスクを未然に防止する重責を専門家だけが担うことは困難なのではないだろうか。たとえ科学技術を強化して優れた学説や技術論を唱えても、それが社会通念として受け入れられなければ、実用性の少ないひとつの理論にしか過ぎない。想定外の新たなリスクに対応することは、専門分野だけに留まらず社会全体の問題であることは言うまでもない。土木工学の専門家である京都大学の小林潔司教授は、「新たなリスクに対する市民的対応を可能とするためには、専門家と非専門家との間におけるリスクに関する健全なコミュニケーションを確保する」ことが必要と主張する。さらにそのコミュニケーションが有効なものになるために不可欠なことは、多様な関係者が決定に参加できるような環境が整備されることと、入手しうるすべての情報が開示され共有されることであると言う。

専門家であっても、複雑化した現代におけるリスクの全体像を把握することは容易でない。また災害が起こる確立や規模を正しく予見することも困難である。私達が想定外のことを想定する能力は、現代社会が持っている科学技術や情報の範囲の中でしかない。科学技術の英知を集めたとしても想定できる領域は限られる。大切なことは、社会が想定外リスクを正しく認識できるように、専門家は現代科学技術が知る限界を明らかにして、そのリスクに対する対応方法を社会全体が共有することではないだろうか。さもなければ「想定外」が「専門家のお粗末な言い訳」から脱して、社会の安心を得ることはできないと考える。(K.K)

参考文献

1）柳田邦男：「想定外」か？－問われる日本人の想像力、文芸春秋、2011 年 5 月号
2）小林潔司：想定外リスクと計画理念、土木計画学研究発表会・講演集　VOL44　2011.11

A-Forum　e-mail magazine no.19 (07-08-2015)

## 膜構造デザインの材料・設計法に関する永年の業績

2015 年 第 10 回日本構造デザイン賞　日本構造デザイン賞松井源吾特別賞選考評

今年 3 月、プリッカー賞の授賞式（5/15）を目前にして巨星 F.Otto が逝った。享年 89 歳。かつてオットーを軽量構造の世界へと突き動かしたのは吊構造の端緒、ローリーの競技場（1951）であったという。そこから生まれたオットー最初の傑作といわれるケルンのダンス場（1957）は今も健在である。

そして 1960 年代、国立代々木競技場（1964）を契機に広がった大空間や張力構造デザインへの憧れは当時の若いエンジニアの心をかきたてた。私もその一人であったが石井先生の情熱は信じ難く大きかったにちがいない。海外渡航もままならぬ 1965 年頃であろうか。同僚（横浜国大）の安宅信行氏と共に西ドイツへと飛ぶ。

訪ねた先は当時モントリオール博（1967）の西ドイツ館を設計中の F. オットー（IL）や stromeyer 研究所。キャンバスの設計や施工法の調査・研究が目的であった。その時、師の飯塚五郎蔵教授は言っている。「まさに、膜構造に憑かれた男たちだ」と。Membrane は「膜構造」と、始めて訳される。石井先生の 50 年にわたる膜構造への取り組みはここからスタートしたのだ。

石井先生の業績は大きく 3 つの分野と考える。

第一は、膜構造の材料と構造特性に関する基礎研究と建築への応用についての著作活動である。一般の建築材料と比べ馴染みのない膜材の特性とその設計法についての研究論文を数多く発表している。また膜構造の有用性と安全性を認識させながら、極めて有効な構造法として確立させることに大きな力となった次の著作・出版は評価されよう。

・「膜構造の設計」（1969、工業調査会）
・「空気膜構造」（1979、工業調査会）
・「世界の膜構造デザイン」（1986、日本膜構造協会）

第二の業績は、日本膜構造協会における中心的かつ精力的な活動である。同協会はテント膜構造研究会（1966）、空気膜構造協会（1971）を経て 1978 年、社団法人となった。協会では膜構造の安全性や健全な発展に資するため各種の研究会を設け、その成果を基準や指針としてまとめてきた。これら殆どは石井先生が委員長として、あるいは会長（2002 ～）として主導したものである。

・「膜構造の建築物・膜材料の技術基準」（2003）
・「膜構造建築物の維持保全マニュアル」（2008）

第三は国際的活動、特に IASS（国際シェル・空間構造学会）における膜構造分野の活躍であり、Tsuboi Award（1988）を受賞していることからも日本におけるこの分野に対する貢献度の高さが認められよう。また同学会では WG16“Retractable Roof” の主査を務め、その活動成果として ”Structural Design of Retractable Roof Str.”（2000、WIT Press）が出版されている。

石井先生とは長くお付き合いさせて頂いた。ステーキとゴルフが大好き。ひたむきな膜建築への熱い思い。東京ドームの基本計画検討研究会で同行したアメリカのエアードームやモントリオールの開閉屋根なども懐かしく思い出される。

話題が沸騰している「新国立」の可動膜や透明膜。石井先生と共にもっと初期的に、その現実性について議論したかったと思わずにいられない。日本の膜構造発展の礎を築かれた永年の業績に心から敬意を表します。（MS）

A-Forum　e-mail magazine no.20 (12-09-2015)

## 先達はあらまほしきことなり，ただ，基本を忘れずに

2011 年に始めた「建築技術」誌上で（規基準の数値は「何でなの」を探る）の連載があり、これらを三巻に纏めて出版された。第三巻の始めの部分に書いた拙文を短くして、ここに紹介する。

### 数式や数値とその意味

建築の構造設計から施工にいたる技術は，経験・直感によることはもちろんあるが，ガリレオ・ガリレイに始まる静力学・動力学に支えられていることは言うまでもない。その著書『新科学対話』には梁の曲げ強度を表す式として、Mmax=ftBD2/2 が示されており，この分母の 2 は現在使われている弾性設計のための 6 でもなく，

終局強度設計に用いられる 4 でもない。一見すると大間違いのように思えるが，この式は石材の梁の終局曲げ耐力として導かれたものであり，石材の引張強度は圧縮強度に比べて非常に小さいから，中立軸は圧縮力の集中する断面の縁にあると考えてよく，断面全体がほとんど同時に引張強度 ft に達したときに終局耐力を発揮すると考えれば，ガリレオの説でよい。

平面保持の仮定，ヤング係数の発見，断面二次モーメントなどが見つけられるずっと前の江戸時代の初めのことである。材料の引張強度を調べる試験機もなかったから，具体的に ft を調べてこの式を用いていたわけでもない。要するに，ft/2 は単なる係数といえ，梁の曲げ強度が BD2 に比例することを説明したことに意義がある。

## 未解明なことが多く、可能性は無限

建築の構造設計に関しては，未解明のまま残されている多くの問題がある。例えば，上部構造はこれより丈夫につくった基礎構造に緊結して施工した方がよいと，誰でもが考える。ただし，過去の地震災害報告によると，上部構造が地盤または基礎の上で滑ったり，浮き上がることにより，大被害を免れうることがある。両者が緊結してあった建物でも，地震時に杭基礎が先に壊れたために上部構造の被害が軽減されたこともある。重要な問題であるにもかかわらず，曖昧にされているところである。

地震動は正負 3 方向の震動である。これを受ける構造物は振動するのであって，静的な力の釣合いでは説明できない多くの現象があり，地震に耐えうる構造には多様な可能性がある。私たちの用いている設計法・計算法の中にはまだ未解明なことが多く，一方で将来の建築構造に多くの可能性があることも忘れてはならない。少なくとも，わかっていないことをわかったことのように規則に定めたり，このことで次の発展を拘束することはあってはならない。わからないが今はこう定めたとして，記録に残すべきである。

## 層間変形と絶対変位

変形と変位は日本語では似ているので混在して使われているが，「変形」は deformation，「変位」は displacement のように，英語では別の意味としてはっきり使い分けている。耐震設計を行うとき，構造物の損傷やこれらに取り付く非構造部材の変形追随性などに注目して，層間変形に制限を設けている。東日本大震災を受けて，大阪の超高層は片振幅 1.5m，新宿や池袋の超高層は 1m を超える変位を起こした。東京スカイツリーは工事中であったが，ベテランの鳶の方がすぐに腹ばいになった。しかし，一般の人びとはすぐに腹ばいになる練習は受けていない。1970 年代の初めに建てられた三角形のプランの新宿住友ビルでは，中廊下に手すりが設けられている。規則に書かれていないので，その後は誰も真似をしないが，建築の専門家は規則を守る前に，人びとの暮らしや活動を守るために建築を建てていることを思い起こしてほしい。たとえ構造物が倒壊しなくても，中にいる人びとが地震の最中にとんでもない恐怖感に脅かされ，地震後の生活や活動ができないなら，建築を建てたとは言えない。

## 悩みのない，疑わない技術者

寺本隆幸先生がある席で「超高層を始めた頃，免震建築を始めた頃，関係者はこれでよいか，ああしなくてはいけないかこうしなくてはいけないかと，真剣に悩んで設計を進め決断していた。それから 50 年近く経ち，悩みは溶け，大事な仕事は次々にルーチンワークになってきた。誰かがこれでよいと言ってしまうと次に続く人はそれを疑わなくなる。コンピュータソフトについても同様であり，規準やマニュアルが整備されることも同じことで，次に続く人の悩みを消している。仕事を効率的にすることに努力することがよいこととは言えない。関係者はもっと悩むべきだし，疑うべきだ。」と言われた。効率を高め，便利にすることで失うものが多い一方，汗水かいて苦労したときに得るものの方が多い。ゼロに戻って考える技術者がいなくなったら，この世は終わりである。(AW)

A-Forum　e-mail magazine no.21 (14-10-2015)

## 杭施工問題について

事件が報じられて、すでに一か月になろうとしている。建築構造にかかわる技術的、倫理的問題が、思い返すだけでも、朱鷺メッセの歩道橋、姉歯による構造計算書偽装、東洋ゴムの実験データ偽装、そして今回は、旭化成建材のデータ偽装。建築学会が、かつて「信頼できる建築界を」というスローガンを掲げたのもむなしい。

構造技術者の立場からすると、いずれも、それがどの程度の安全性の低下になっているかを明らかにした上で、議論してほしいと、毎回のように思うし、メディアにも訴えるのであるが、社会は、傷物の建築の資産価値を認めない。そのたびに、国は、国民が望むという立場で、規制を強化する。規制強化は、書類の増大を生み、構造技術者は、以前にも増して作業量が増えることで、創造的な設計のための時間を割かれる。

今回の事件については、杭施工担当者も、元請けの工事管理者も、そして構造設計者も、記録を残すことを甘く見ていたということと推察できる。現場によっては、杭の施工管理は、1 本ずつしっかりやるのが当たり前でなくてはいけないので、工事管理者も設計監理者も、顔を出せないということなのだろうか？旭化成建材を悪者にして、損害は、親会社が補償するからという筋書きが早々と登場し、社会的には、一層いい加減な施工を印象付け、人々の苛立ちを増長させているように思える。

これは、技術倫理の問題であるが、コミュニケーションの問題として改善に向けうるという趣旨を書いてみたい。アメリカのチャレンジャー事故が工学倫理の教材でよく使われるが、そこでも、物理学者のファインマンは、さまざまな部署の人間に個別に質問して、低温化での O リングの破断可能性の確率を聴いたところ、人によって大きく隔たっていたという。それならば、もっと事前に意思疎通を図ることで、事故が防ぎえたのではないかということだ。 実際に地盤に孔をあけ、杭を打設した人間は、機械を運転する経験から支持地盤に到達したかどうかはわかるはずと言われる。となると、記録を残しておくことに対する意識が弱くなる。工事管理者は、技術は下請け任せという実態となると、あまり出る幕はないと思っているかもしれない。設計者は、なるべくコスト削減の要請を受けて、地盤調査のためのボーリング箇所数を十分な数、行わなかった。それでも、杭施工の段階で、ちゃんと対応してくれるだろうと思っていたのではないか。どのようにすれば、品質の良い杭ができるかを、それぞれの部署が十分に意思を通わせることが必要。

いずれの部署も、ある意味で、無責任体制ということになるが、企業としてそのような状況を放置しておいた責任は大きい。杭の品質を確保するために、どれだけのことをしなくてはいけないのか、構造設計者や元請けとしては、簡単なことだと思う。工事の判断能力のある人間の判断を、どこまで尊重できるかだ。 1 つ 1 つ丁寧に立会い検査すること。結果を記録として残すことにつきる。地盤によって、工法によっては、全数ではなく、一部、省略できる場合もあるかと思う。その判断を、根拠をもって示すことだ。 基礎も含めて、建築構造の性能が適切であるかの判断は、技術者にしかできない。その技術者の声が、相変わらず聞こえないのが、悲しい。 （JK）

A-Forum　e-mail magazine no.22 (12-11-2015)

## “ ブラジル～ペルーの建築・都市と自然を訪ねて ”<br>＜おわりに＞

10 回にわたる研修レポートも今回 ( 鉄構技術 2016.1) が最終回となる。

あらためて読み返してみると、わずか 10 日余りの旅程の中に、いかに欲張った視察が詰めこまれていたか、その数の多さと内容の濃さに驚かされる。

旅行社から無理といわれたスケジュールも提案・工夫を重ねてベストなものになった。朝食のレストランの代わりに数回を弁当としたのも正解。おかげで幸運なスタジアムの現場視察も実現し、コパカバーナ海岸散策、

イズアス滝とイタイプダムの見学、サスカイオアマン遺跡等で印象深い時間を過ごすことができた。そして全員が気持ちをひとつとして遅滞なく行動を共にしてくれたことが今回の研修旅行の成功の全てと思っている。
研修で見聞した知見が共有できたと同時に、各自が体験し感じたものは実にさまざまであることがレポートを通じて知ることができた。ともあれ、団員全員が健康で、無事に研修が終了することができとことに心より安堵し、多くの皆さんに感謝する次第です。

今回の研修旅行を企画した主な目的は＜はじめに＞で述べたように次の 4 点であった。

1） 世界遺産・ブラジリアを考え、コスタ＆ニーマイヤーの世界にひたる
2） IASS 参加を通じ、国際交流を図る。
3） 東京オリンピック 2020 にむけて
4） ブラジル～ペルーの建築・都市と自然・歴史に触れる

上記 1)、2)、4）については各々のレポートにおいて、研修の成果と所感が詳しく述べられている。ここでは 3）について触れたい。
特に (旧)「新国立競技場」である。研修時の 2014 年秋頃のことを思いおこせば「旧国立競技場」の解体工事が再入札で決定（8.27）後、JSC は公募型プロポーザルの競争参加資格確認の申請期限を 9 月 8 日「技術提案書」の提出期限を 10 月 10 日と発表している。
まさに今回の研修期間と合致しており、その為に何名かの参加予定者が急遽、研修取消しとなったのは残念であった。

10 月、ECI( 施工予定者技術協議 ) 方式で選ばれた大成建設 ( スタンド工区 ) と、竹中工務店 ( 屋根工区 ) は基本設計を行ってきた SJV( 日建設計等 4 社 ) と協力して実施設計を行い、1 年後の 2015 年 10 月に本工事に着手。しかしこの予定に大きな狂いが出てくる。実施設計終了時の設計と施工の両者が見積もる施工コストの乖離は埋まらず、コスト・ダウンの努力が続いた。そして 7 月 17 日、安倍首相により突然、計画は “ 白紙撤回 ” となった。

この時、まっ白になった私の脳裏に真先に浮かんだのは「ブラジリア」と「マチュピチュ」であった。時代の背景、技術力の違いこそあるが、共に壮大なナショナル・プロジェクトである。人間の知力と情念が未知なるカタチを可能にするという課題。いずれも「新国立」に通じるものと感じられる。過去の遺産に負けない今日の遺産は何故実現しなかったのか。「新国立」の敗因とは何だったのか。一つの失敗は百の成功よりも教訓に富む、とは昔からいわれる諺である。「新国立問題」を風化させてはならない、というミッションが「今回の研修」に対する最後にして最大のメッセージかも知れない。
この原稿を書いている明日は 11 月 16 日 ( 月 )。第 2 ステップともなる ( 新 )「新国立競技場」技術提案書の締切日である。はたしてどの様な内容が提案され、その後どう進展するのか。日本のみならず世界中が注目していよう。

そして同じこの日、「アーキニアリング・デザイン凱旋展」（11/16 － 1/27）が日本大学・お茶の水校舎でオープン、初日を迎える。中国 5 都市を巡回した古今東西の約 100 点の模型に加え、( 旧 )「新国立競技場」も展示される予定である。今回の研修旅行と同様に、過去をみつめ、未来を語るフォーラムの輪が広がることが期待される。

(MS)（鉄構技術 2016.1 より )

A-Forum　e-mail magazine no.23 (8-12-2015)

A-Forum Forum 2014-2015

2015 年 12 月　初版
2016 年　1 月　第二版

編集・著作人　A-forum
〒 101-0062　東京都千代田区神田駿河台 1 丁目 5 番 5 号
レモンパート II ビル 5 階
tel: 03-5281-7880　fax: 03-5281-7881 URL:http://a-forum.info/
運営委員会　斎藤公男　和田章　神田順　金田勝徳
安達功　松永直美　三輪富成　春藤元宏　麓絵理子

Special Thanks　鉄構技術

A-Forum

Archi-Neering Design Forum

Saitoh Masao Wada Akira Kanda Jun Kaneda
Katsunori Ejiri Noriyasu Takagi Jito Iwai
Mitsuo Nakagawa Masayuki Miisho Kiyonori
Hosozawa Osamu Hjoki Masaharu
Adachi Isao Manabe Yasuo Iso Tatsuo
Nisikawa Naoko Hiroishi Syuzo Tada Shuji
Ozawa Yuuki Fukushima Katsuya Imamura
Souhei Kita Shigenori Tamakoshi Toru Kido
Takahiro Yamawaki Katsuhiko Gojo Wataru
Kogoma Isao Nishio Keiichi Yonamine
Hitoshi Hisada Motoharu Tomita Yu