

アルミがつくる未来空間

ecomps

APRIL 2013

36

t² 誕生

Standard Units Supplyを体現する
transfer technology unit " t² "



ecomps
<http://ecomps.sus.co.jp>

アルミ建築のあるべき姿 t² というひとつの解

SUS株式会社
代表取締役社長 石田保夫

t²は、メディアで取り上げられ、私たちがイメージしていた以上に早いスピードで、世の中に受け入れられ始めているように感じています。

「ミニマル」がもたらした功績

2012年6月、完成したばかりのt²は、仙台で初めてメディアに向けて公開されました。震災が起こる前から開発を進めていた製品であり、復興支援のためにつくったものではなかったのですが、支援設備としての可能性を確かめたいとの思いから仙台での公開を選択しました。その後は、宮城県・岩手県の沿岸地区で巡回キャラバンを実施し、t²を積み込んだトラックで被災地を回りました。t²の特長の1つに、トラックに積み込んで運ぶことができる「ミニマル」というサイズが挙げられます。これまでの建築のように土地に固着し、そこから動かないのではなく、ライフスタイルにあわせてフレキシブルに、しかも簡単に移動できる空間。そこには既

に建築という概念はなく、プロダクトという新たな発想で取り組んできたアルミ建築の進むべき方向性の一つが明確に表れていると感じられます。

この「動かせる」を実現するためには、公共道路で移動させることができるコンテナサイズであることが必須でした。ミニマルでありながら、快適な居住性能を発揮するためには、生活に必要な機能が既に盛り込まれている「オーリンワン」であることが理想であり、それを可能とすることでプロダクトとしての付加価値を見いだしたいと考えたのです。

t²の標準タイプは、8㎡しかありません。しかし、10棟のt²を集積させれば80㎡の間を確保できるのです。需要に応じて必要なスペースを増減させながら住まうという考え方は、成長とともにライフスタイルが変化し、多様化する複雑な現代社会に生きる私たちにとって、理想的な居住スペースであると言えるのではないのでしょうか。

この「ミニマル」というサイズ感、これまで満足のいく結果が得られなかったアルミハウスの完成度を高めるためにも、とてもよかったと思っています。コストや組立時間など、ある程度、計算された中でスペックを積み上げて完結させたので、すべてにおいて想定範囲内で収めることができました。兼ねてから頭を悩ませてきたアルミ特有の諸問題、熱伝導の高さとコストコントロールについては、発泡ウレタンパネルを用いたことで解決しました。今後は耐火建築の認定取得と構造体としてさらなる剛性の強化に重点を置き、改良を進めていきます。

異素材との共存でアルミを生かす

2002年にアルミが建築構造物として認可されてから、約10年という年月を掛け、私たちは理想とするアルミ建築の形を追いつけてきました。そして今回、t²という1つの解にたどり着いたこと

で、ある結論に達しました。主役はアルミであっても、脇役の存在は欠かせないということです。これまでさまざまな試みを繰り返し、アルミのみで成立する建築のスタイルに固執し続けてきましたが、アルミだけではどうにも解決できない問題があり、異素材との共存は認めざるを得ないと実感したのです。脇役の活躍なしで、アルミ建築は成立しないと改めて認識しました。

今回ご紹介しているt²実験棟は、スケルトンインフィルの考え方を元に構成されています。特に今回はスケルトンとして用いた鉄骨との共存が大きなポイントとなりました。今後は鉄骨も組立式に変え、ボルトやナットで接合することでリユースが可能となるシステム、わかりやすく表現すれば「LEGOブロック」のようなシステムを開発していきたいと考えています。昭和40年代に提唱されたメタボリズム建築は、これまでにない大胆な発想で大いに脚光を浴びましたが、当時の技術ではその理想を具現化する

ことはできませんでした。今ご紹介するt²実験棟は、まさに当時実現しなかったであろう新陳代謝する建築の姿を表現することに成功したといえると思います。

そして今夏には、t²を平面的に活用し、戸建住宅をイメージした新バージョンの施工を予定しています。これは郊外型ホームを想定したプランで、個人のプライバシーを守る居室とともに、緩やかに人とながる標準化した共有スペースを一体化させた新しいスタイルの居住空間です。シェアハウスとしての利用も可能だと思います。実験棟は工場での組立作業と現場での基礎・鉄骨工事を平行して行い、約2カ月程で竣工できましたが、この戸建住宅バージョンは、1カ月以内（4週間）で竣工する予定です。詳しくは次号（本誌37号）で紹介していきます。

理想のアルミハウスを求めて

「増やせる。減らせる。動かせる。」というt²のコンセ



をさらに進化させ、世の中への普及を目指し、販売スタイルを確立していきます。

- 01 **アルミ建築のあるべき姿**
t²というひとつの解 石田保夫

- 05 アルミハウスプロジェクト・ストーリー まとめ
t²も含めたアルミハウスの目指す姿

特集1

- 09 **t²誕生**
Standard Units Supplyを体現する transfer technology unit "t²"

特集2

- 23 **新型グリッドシェルフによる
新たな提案の形**
ecomms家具の魅力満載のタイ・コンドミニアム

[連載]

- 29 建築家インタビューシリーズ **アルミ・素材・建築 ⑯**
金田 充弘



- [連載]**
33 **動く建築 vol.7** **SLEEPBOX**

- [連載]**
37 **蔵考** 現代に生きる蔵 第4回 **戸前**

- [連載]**
41 **五意達者** 寺院建築のできるまで【八】 **関商工会議所**

- [連載]**
45 **LIVING BRIDGE** [リビング・ブリッジ] vol.10
日本の屋根付き橋 伊東 孝

- [連載]**
49 **アルミ構造設計入門 32**
接合部の設計
ー 続き4「嵌め合い」による接合 その2 解析の前段 ー 飯嶋俊比古

- 53 **納品実例**
- 01 Y邸改修工事
 - 02 東京ステーションギャラリー新設
 - 03 神奈川県公立高校教室棟・渡り廊下棟
 - 04 Baccarat ETERNAL LIGHTS ー 遊びのかたち ー

- 60 次号予告／資料請求アンケートハガキ
62 バックナンバーのご案内／カタログ・WEBサイト紹介



アルミハウスプロジェクト・ストーリー まとめ

「t²も含めたアルミハウスの目指す姿」

アルミハウスプロジェクトにおいて、アルミ製ミニマル居住ユニット「t²」が先行発表されました。この「t²」も含め連載アルミハウスプロジェクト・ストーリー全11回をまとめてみたいと思います。

海外におけるアルミハウスの始まり
20世紀前半、アルミ建築は住宅に始まったと言って過言ではなく、科学、技術の発展に基づく工業生産への期待から、画期的な事例が3つ誕生しています。

第一は、バックミンスター・フラーが1927年に発表した、工場生産を前提とする「4Dハウス」です。この理論は後に「ダイマキシオン・ハウス」へと展開し、1945年には「ウィチタハウス」が試作されました。圧縮材と引張材を組み合わせた軽量構造をジュラルミンの外皮で被い、設備機器までアルミで一体化された量産住宅です。コンテナで輸送し、1日で組み上げ、そして解体・移送を可能とする革新的な試みでした。

アルバート・フライ

は、柱と断熱材を含む外壁の表面材にアルミを用いた「アルミネアハウス」を1932年の「近代建築展」に出品しました。この住宅は、ル・コルビュジエの弟子であるアルバート・フライが、ドミノシステムと「近代建築の5原則」を具現化したものとして、今日に至っても話題となっています。特に注目すべき点は、アルコアなどの一般的な工業製品を建築部材として採用し、10日間で組み立てられ、傷んだ部材は機械の部品交換のように容易に取り替えられることです。

3つ目は、1948年にコンゴで建設されたジャン・プルーヴェによるフランス駐在員用の「プレファブ住宅」(トロピカル・ハウス)で、アルミの構造材、屋根材を用いています。プルーヴェは自らの工場を持ち、家具から建築までデザインと試作を繰り返し、1940年代前半までは鉄を中心に扱っていました。その後、アルミで部品・部材を開発し、50年代ではカーテン

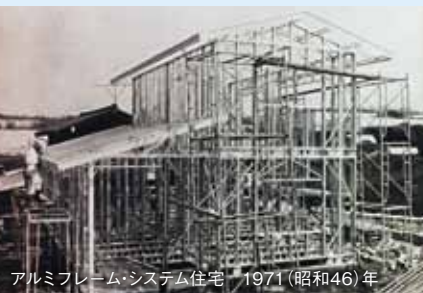
ウォールまで製造しました。

日本におけるアルミハウスの始まり
日本でのアルミハウスへの挑戦は、3期(本誌27号、34号を参照)に分けられます。

1期は、戦後間もなく星野昌一氏などの指導の下、フラーの「ダイマキシオン・ハウス」と同様に量産を目的として「軽金属組立家屋」などが試作されました。次に65年以降、海外からアルミハウスの技術を導入したアルミ企業5グループが、工業製品で組み立てられた「アルミネアハウス」のごとく、自社製作したアルミ部材でアルミハウスの供給を始めます。日軽アルミグループの「スペースカプセル」は3000棟、古河アルミニウム工業の「フレーム・システム住宅」は数十棟に及びました。しかし、74年の第1次オイルショック、高度成長の終焉によって、アルミ産業は国内精練の撤退という大きな構造改革を余儀なくされ、アルミハウ

スの開発も中断されました。

その後、90年代に入り、アルミ業界、アルミ関連団体がアルミ建築、住宅の普及を目指し、難波和彦氏の「エコ素材住宅」(99年)や伊東豊雄氏の「桜上水K邸」(00年)が具現化しました。02年5月にアルミが構造材として認定され、数名の建築家がアルミの住宅に挑戦しています。これらは、構造材、部材としてのアルミの可能性を広げましたが、プルーヴェとは異なり、部材の標準化、住宅の量産化を十分には追求していません。

	景気動向			
昭和02(27)年	戦後インフレ 特需景気 朝鮮戦争後の不況 神武景気 なべ底不況 岩戸景気 証券恐慌 いざなぎ景気 ブ列島改ム造			4Dハウス アルミネアハウス ウィチタハウス 軽金属組立家屋試作第1号(日本建機) 軽金属組立家屋試作第2号(東大生産研) 軽金属組立家屋試作第3、4号(東大生産研) 軽金属組立家屋試作第5号(東大生産研)
昭和07(32)年				
昭和20(45)年				
昭和21(46)年				
昭和22(47)年				
昭和23(48)年				
昭和24(49)年				
昭和25(50)年				
昭和26(51)年				
昭和27(52)年				
昭和28(53)年				
昭和29(54)年	高度成長期 いざなぎ景気 ブ列島改ム造			アルミニウムのモデルハウス(軽金属協会)
昭和30(55)年				
昭和31(56)年				
昭和32(57)年				
昭和33(58)年				
昭和34(59)年				
昭和35(60)年				
昭和36(61)年				
昭和37(62)年				
昭和38(63)年				
昭和39(64)年	スタグフレーション 世界同時不況 円高不況			スペースカプセル、PFハウス アルミフレーム・システム住宅 トレメント工法、サンレポー、カプセルFM 日本アルミニウム合金協会・設立
昭和40(65)年				
昭和41(66)年				
昭和42(67)年				
昭和43(68)年				
昭和44(69)年				
昭和45(70)年				
昭和46(71)年				
昭和47(72)年				
昭和48(73)年				
昭和49(74)年	バブル景気 平成不況			日本アルミニウム連盟・設立
昭和50(75)年				
昭和51(76)年				
昭和52(77)年				
昭和53(78)年				
昭和54(79)年				
昭和55(80)年				
昭和56(81)年				
昭和57(82)年				
昭和58(83)年				
昭和59(84)年	デフレ経済 いざなぎ景気			アルミニウム建築構造推進協議会(軽金属協会) 住まいとアルミ研究会・発足 エコ素材住宅(NEDO) 日本アルミニウム協会・統合設立 桜上水K邸
昭和60(85)年				
昭和61(86)年				
昭和62(87)年				
昭和63(88)年				
平成元(89)年				
平成2(90)年				
平成3(91)年				
平成4(92)年				
平成5(93)年				
平成6(94)年	世界金融危機			「アルミニウム合金造の建築物等の構造方法に関する安全上必要な技術基準」(国土交通省・告示) アルミの家
平成7(95)年				
平成8(96)年				
平成9(97)年				
平成10(98)年				
平成11(99)年				
平成12(00)年				
平成13(01)年				
平成14(02)年				
平成15(03)年				
平成16(04)年				
平成17(05)年				
平成18(06)年				
平成19(07)年				
平成20(08)年				
平成21(09)年				
平成22(10)年				
平成23(11)年				
平成24(12)年				

写真提供：アルミニウム建築構造協議会



静岡M邸 2005(平成17)年



福島社員寮 2005(平成17)年



tsubomi 2005(平成17)年

「工場で製作される住宅が快適なものであることを 広くしめさなくてはならない。」(ジャン・プルーヴェの言葉)

一方、09年以降の住宅着工戸数は、31年ぶりに100万戸を割り、新80万戸前後となり、新

東日本大震災、福島原発事故によって、住宅として、防災・安全はもとより、エネルギーの地産地消の観点からエネルギーの自立も提起されています。

そして、11年3月の

な都市居住も挙げられています。

90年代から、住宅産業は「量の確保から質の向上へ」の時代となり、住宅政策も40年にも及ぶ「住宅建設計画法、住宅建設五箇年計画」から06(平成18)年に「住宅基本法、住宅生活十箇年計画」へと転換し、21世紀の目標を「よいもの(住宅)をつくってきちんと手入れをして大切に長く使う」と設定しました。

環境との共生を図る省エネルギー、省資源化や、長寿社会におけるバリアフリー化、良好な住環境の形成、少子・高齢化社会を支える居住環境の整備、さらには阪神・淡路大震災の影響から安全で快適な都市居住も挙げられています。

住宅産業の現況

「住宅は住むための機械である」(ル・コルビュジエの言葉)

また、SUSでは「静岡M邸」05年10月竣工)において、構造体と

結・積層構法では、山本理顕氏とのラチスパネルシステム、自社開発による「tsubomiアルミニウム・スペース・パッケージング・システム」です。さらに伊東豊雄氏と共同で、アルミ押出材の圧縮とワイヤーの張力を利用した「sugar」という実験的な構法にも挑戦しました。

SUSのアルミ建築に対する取組み
SUSは、アルミ建築構造の告示が公布された02年の10月にecom事業を立ち上げ、アルミ家具、建築の開発製造を開始しました。翌03年5月にはオールアルミ建築の「ecom hall」を建設し、その後も建築システムを建築家と共同開発するなど、アルミを主要構造体とする建築を数多く実現してきました。SUSがそれらで模索したアルミ建築の構法は、「ecom hall」の十字型柱とダブルウェーブ梁による門型フレームの軸組系から始まり、パネル系構法では伊東豊雄氏との「福島工場社員寮」の曲面パネルや自社開発の「静岡M邸」の放熱パネルがありま

仕上げ、設備が一体化した床、壁、天井(屋根)の押出材パネルを製作しました。さらに、FA(ファクトリーオートメーション)事業で蓄積されたエンジニアリング力をベースに、住宅における熱エネルギーの自動制御システムなどを含めたホームオートメーション化を検討し、日本の四季の変化に対してテクノロジーで対応することのできる「住むための機械」を目指しました。

アルミハウスに対する取組み
これら技術の蓄積をもとにSUSは、08年初頭よりアルミハウスプロジェクトに取り組み、同年10月の本誌25号から本連載を通して報告してきました。SUSのアルミハウスを、本誌26号にて次の6要件で定義しました。

第一の要件：主要構造材がアルミであること
第二の要件：住宅全体がプレファブリケートシステムで構築されていること
第三の要件：スケルトン・インフィル構想であること
第四の要件：リユース、リサイクルを前提としたアルミ複合部材で構成されていること
第五の要件：自然環境に配慮しなければならぬこと
第六の要件：オートメーション化を図ること
そして、5年の年月を経て、基本

「t²」の誕生
このような状況下、SUSは、アルミハウスプロジェクトから生まれた断熱性の高い外壁パネルによつて、ミニマル居住ユニット「t²」を開発しました。t²標準タイプ約8㎡、ロングタイプ約12㎡のユニット単体、あるいは複数個を鉄骨構造体へ組込み、スケルトン・インフィルのアルミハウスを構築するシステムです。アルミハウスプロジェクトでは、延床面積64㎡から180㎡程度の戸建住宅を想定していました。t²では100㎡までの比較的小規模な戸建住宅を構想しています。また、「t²」は戸建住宅のみならず、集合住宅や社員寮、ホテルなど宿泊施設としての利用も考えられます。これまで検証してきたアルミハウスのプロト

方針(※参照)をまとめました。

アルミハウス開発の所産

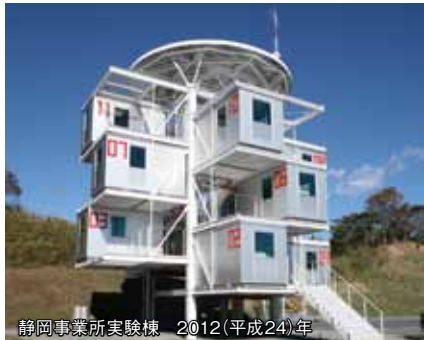
そして今年6月、SUSはアルミハウスの構成部位として、ヒートブリッジの遮断に有効な外断熱を採用した断熱性の高い外壁パネル、屋根パネルを開発しました。構造材では、小型の押出材をリベットで結合したトラス梁(梁背750/500/250㎜)を考案し、軽量でより大きな断面剛性を確保しました。梁背500㎜のトラス梁では屋根荷重のみであれば8mの梁間を実現しています。またアルミハウスは、その立体としての精度の高さを保持するために絶対的な水平面であるプラットフォームをアルミ押出材の円柱4本で構成されるVコラム(開発で支え、高床(ピロティ)式としました。さらに省エネルギー、自然との調和が求められる時代において1つの解決方法として、「静岡M邸」では、手動ルーバーを四方に第二の外壁として、電動ルーバーをテラスのパイプグラとして開発、採用しました。それは現代の簾のごとくです。

現在、アルミハウスは8mスパンをもとに、平屋建ての延床面積180㎡程度、130㎡程度と、都市部の住宅としての2階建て130/140㎡程度のプロトタイプを検証中です。

タイプと併せて、都心から郊外まで、ミニマルからスタンダードまで、工場製作を特徴とするアルミハウスのラインアップがさらに充実することとなります。

「t²」による都市型戸建住宅は、京の町家であり、都市の利便性を最大限に享受したコミュニティを形成する、「わが家の冷蔵庫はコンビニエンスストア」といった生活も可能にするのかもしれない。対照的に、アルミハウスのプロトタイプは、外部空間「縁えの空間」によつて緑と共生したスローライフを具現化した生活にもなり得ます。アルミ製ミニマル居住ユニット「t²」を含め、これらのアルミハウスは、①ユニバーサル・スペースであること、②メタモルフォシス(変形、変態、変容)であること、③緑住のスマートハウスであることを指向することに変わりはありません。

アルミハウスのプロトタイプも、市場参入に対して部材の標準化、構造解析ソフトの用意などのインフラを整備しマーケティング環境が整い次第、発表したいと考えています。



静岡事業所実験棟 2012(平成24)年



t²標準タイプ 2012(平成24)年



ecom house(右)とecom factory(左) 2004(平成16)年



ecom hall 2003(平成15)年

特集 1

t² 誕生

Standard Units Supply を体現する
transfer technology unit "t²"

この度、SUS は、社名である「Standard Units Supply（標準化された製品をユニット化して供給する）」という理念を具現化した transfer technology unit "t²（ティーツー）」を開発いたしました。工場の生産設備の設計で培ってきた標準化という概念を人のための空間に応用することで誕生した、まったく新しい住むためのプロダクトです。使う人の要求に合わせて「増やせる。減らせる。動かせる。」ことをコンセプトとした自在な組み合わせを可能としています。SUS の長年の FA 業界での技術的蓄積に基づき実現することができた、まさに創業 20 年の結晶です。今号では、昨年 11 月末に竣工した静岡事業所実験棟を中心にこの t² を紹介します。

t²
transfer
technology unit



これは建築ではない。 住むための プロダクトである。

transfer technology unit "t²" は、SUSが2008年より進めてきたアルミハウスプロジェクトから生まれました。「方丈記」を綴った鴨長明が隠棲し結んだ一丈四方の「方丈」に礎を置く、幅2,280mm×長さ3,870mm×高さ2,370mm、面積約8㎡（ロングタイプは長さ5,800mm、面積約12㎡）のアルミ製ミニマル居住ユニットです。「Standard Units Supply（標準化された製品をユニット化して供給する）」というSUSの理念を体現したプロダクトです。

t²を技術的に支えるのは、アルミハウスプロジェクトを通して開発された965mm×2,370mmのアルミパネルです。端面のアルミ押出形状に工夫を加え、かつ高密度発泡ウレタンを注入することで、アルミ素材の美しさ、耐食性の高さというメリットを失うことなく、高い断熱性能を確保することに成功しました。また、ユニットには、アルミの軽さ、高い精度・加工性を生かした家具（デスク、ベッド、キッチン、戸棚等）に加え、トイレ、シャワー、冷蔵庫、テレビ、空調機といった人ひとりが生活するのに最低限必要な機能が標準装備されています。ミニマルかつオールインワンプロダクトであるがゆえの高い居住性、快適性が実現しました。



鉄骨の構造体に挿入されたt²のユニット。高密度発泡ウレタンを注入したアルミパネルが高い断熱性を確保します。



ユニット内部、短手方向を見る。シャワー・トイレブースをガラス間仕切りとすることで狭さを感じさせない居住空間が実現しました。

増やせる。 減らせる。 動かせる。

昨年11月27日、メディアに公開した静岡事業所実験棟は、t²を立体的に集合させ活用する際のケーススタディです。ここでは、3つの試みに挑戦しました。

1. スケルトン・インフィル

実験棟は鉄骨の構造体(スケルトン)に、インフィルとしてt²のユニットを12個挿入しています。アルミと異素材の共存であり、今後、鉄骨の構造体も組立式とし、システムとして供給できるようにします。

2. 増やせる。減らせる。

現在、実験棟は12個のユニットで構成されていますが、将来、社員寮として利用する時、要員の増減によって、現在バルコニーとして利用している部分にもユニットを装着したり、逆にユニットを外すなどして、最少1から最多24まで減らしたり増やしたりすることができます。

3. 動かせる

t²は、4トントラックに積載し、移動することが可能であるほか、ハイ・キューブ・コンテナに格納できるよう設計されていますので、SUSのタイ工場で製作し、世界各国に海上輸送することも可能です。

静岡事業所実験棟 メタボリズムの具現化

t²
transfer
technology unit



工場で製作されたt²のユニットはトラックで搬入され、建設現場で鉄製の治具に載せます。治具とともにクレーンで吊り上げられ、人がリモコンで操作する専用機械でスケルトンである鉄骨構造体にスライド挿入されます。1960年代に日本で提唱されたメタボリズム建築は、新陳代謝という理念にもかかわらずユニットの着脱がままなりませんでしたが、工場の生産設備の設計で培った技術の蓄積とアルミという素材の特性がそれを可能にしました。



外部階段のあるセンターコアから4方にユニットが突き出す構成。南東側の2ユニットと北西側の2ユニットが半階ずれて積層しています。



ユニットを挿入することも可能なバルコニーより見る。



ユニット内部。アルミパネルによるニュートラルな内観。



ユニット入口より長手方向を見る。

メタボリズムの具現化

静岡事業所実験棟は、静岡県菊川市にあるSUS静岡事業所の敷地内に建てられています。鉄骨構造体にt²ユニットを着脱するという施工性および居住性を検証することを目的として建設されました。現在、温湿度といった室内環境の検証はもちろんのこと、音や振動についての調査も始まっています。ピロティ、太陽光パネルが設置された屋上を含めた4階建ての鉄骨構造体に、12個のt²ユニットを挿入した建物で、センターコアとしての鉄骨階段に、各フロアがスキップ状に取り付け構成です。レベル差1,385mmごとに設けられた各フロアにはユニットと対になるバルコニー（ユニットの増設スペース）がそれぞれ2組ずつ配置されています。この実験棟建設により、集合住宅や寮、オフィス、サービスアパー

トメントなどさまざまな居住形態に展開、発展させることが可能であることを示すことができました。

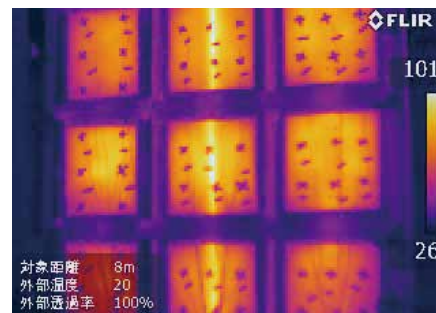
スケルトン・インフィル

t²ユニットは、内法幅2,140×長さ3,730×高さ2,230mmで、タイプによって約1m角の窓が1～3カ所設けられています。面積約8㎡のミニマルな居住空間ですが、トイレ、シャワールームに透明ガラスを用いるなどして開放感の確保に努めました。またアルミの高い精度・加工性を生かし、入口脇のクローゼット、冷蔵庫を収納したシンク付きキッチンカウンター、およびデスクは一体化された造り付け家具とし、無駄を極力排除しました。なお、温水を供給するガス湯沸器、空調の室外機も標準装備されており、入口脇の設備パネルを介して外気と面しています。

t²
transfer
technology unit



せん断破壊試験。断熱性能や耐火性能のみならず、強度についても実証済みです。



耐火要素9窓試験。目地の有無、ボルトの有無など9通りの状態を同時に試験し、検証を行いました。

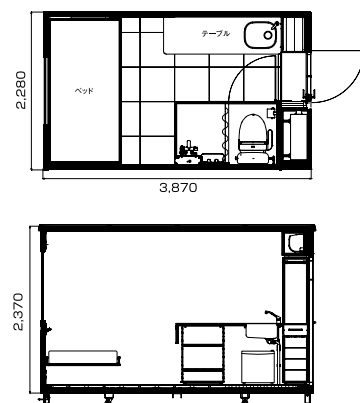


階段のあるセンターコアの最上部。入口脇のパンチングパネルがはめられた部分にガス湯沸かし器や空調機が収納されています。

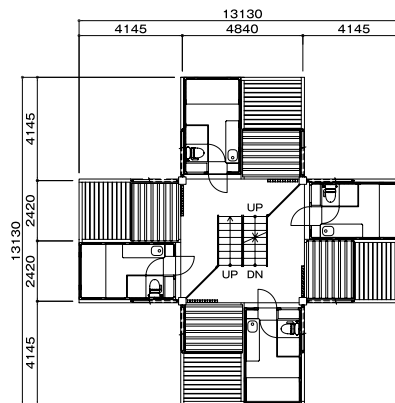


共用給排水管（青が給水、赤が排水）はセンターコアのコーナー部を縦に貫通しています。

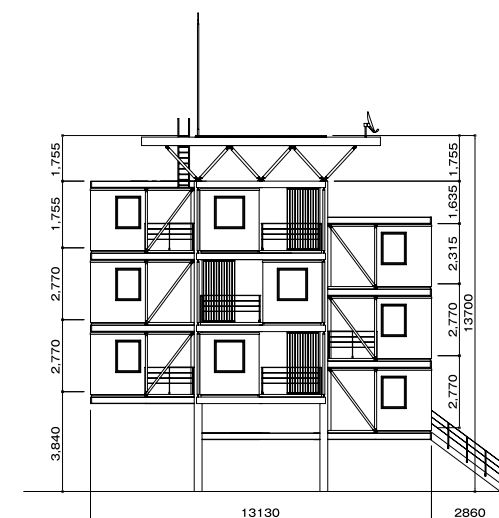
静岡事業所実験棟 約2カ月で完成



ユニット外形寸法図



実験棟基準階平面図・立面図



t²
transfer
technology unit

工場でのユニット製作



パネルの組立



設備ユニットの取り付け



設備機器の検査



トラック積み込み



運搬



現場搬入

工場では、アルミパネルの製作とユニットの組立、アルミ家具の製作、そして空調機や衛生機器など既製品のアッセンブルと組み込み、配線・配管工事が行われました。作業は概ねスムーズに進みましたが、今後は機械化等によりさらに時間短縮ができると考えられます。

しかし、生活に最低限必要な機能を装備することで部品点数が増えてしまいました。配線・配管工事にも言えることですが、今後はこれら部品の標準化を進めることで作業を平準化し、さらなるスピードと正確さの獲得に努めます。

現場での工事



根切り



基礎工事



鉄骨の建て方 ①支柱の設置



張り出し部分の取り付け



鉄骨の建て方 ②梁の取り付け



鉄骨骨組みの完成



設備配管の取り付け

問題となったのは、工場で製作されたアルミユニットとコンクリート基礎、鉄骨構造体の間に生じる精度の差です。これまでの経験から、施工時に現場で調整ができるよう“逃げ”の部分を設計に織り込

んでいましたが、それでも調整が必要でした。今後はさらなる調整の仕組みを検討する必要があります。配線・配管工事に関しても少ない工数で着脱できるシステムを考案、採用したいと思ひます。

ユニット挿入

今回のプロジェクトで組立を担当したメンバーは、建設現場での鉄骨工事を除き、入社1～4年目の若手と建築未経験の海外スタッフから構成されていました。このことは、高度な専門知識や技術を持たなくてもt²は製作することができるということを意味しています。その意味でもt²は、建築ではなくプロダクトなのです。



挿入完了



挿入



挿入開始



ユニットの吊り上げ



完成

t²をめぐる これまでの動き

静岡 2012.06.13

プレスリリース配信
移動可能なアルミ製ミニマル居住ユニットt²を開発

リユース・リサイクル性の高いアルミの素材を居住空間に活用し、「増やせる。減らせる。動かせる。」という、これまでにない発想を盛り込んだt²を発表しました。住まいを「建築」ではなく「プロダクト」として捉え、生活環境の変化に合わせ、自由に組み替えていける新たなライフスタイルの提案が多くのメディアから注目されました。



リリース配信時に掲載され、パンフレットやWEBで公開されたこの模型。今回ご紹介しているSUS静岡事業所実験棟をイメージして作成されたのですが、当初から「完成したら実物を見たい」と要望が寄せられるほど、期待されたインパクトのあるデザインでした。

t²
transfer
technology unit

宮城 2012.06.20

仙台市でt²を初公開

復興支援業務従事者用住宅としても提案していきたいと考え、7月の被災地巡回キャラバンに向け、仙台市内でメディア向けにt²を公開しました。当日は、テレビ、新聞、業界紙の方々に来場いただき、記者会見の会場は満席になる盛況ぶり、関心の高さが伺えました。



宮城・岩手 2012.07.11- 07.13

宮城・岩手の沿岸地区へのt²巡回キャラバン

東北地方の復興支援に向け、t²を復興支援業務従事者の仮設住宅として提案するために、巡回キャラバンを実施しました。7月は一時的な宿泊施設の供給が課題となっている宮城県・岩手県の沿岸地区を巡回。宮城県石巻市を皮切りに、牡鹿郡女川町、気仙沼市、岩手県陸前高田市、釜石市、下閉伊郡山田町、上閉伊郡大槌町を回りました。



静岡 2012.07.17

t²がテレビ東京 WBS「トレたま」に紹介されました。

東北キャラバンを終え、静岡事業所に戻ってきたt²を待っていたのはテレビ東京の「ワールドビジネスサテライト」のスタッフ。撮影当日に同番組の人気コーナー「トレンドたまご(トレたま)」で、t²が紹介されました。トラックの荷台からクレーンを使って搬出される様子や、アナウンサーによるレポートなど盛りだくさんの内容で、放送直後から大きな反響が。「空きスペースの有効活用にぜひ使ってみよう」、「ミニマル居住ユニットに興味がある」、「近くに大学があるので学生寮として提案してみたい」などなど、放送翌日から具体的な用途に対する問い合わせも数多くいただき、反響の高さに驚きました。



静岡 2012.09.19

SUS 静岡事業所
t²実験棟地鎮祭

今回『ecoms』誌にてご紹介した実験棟が建設されたSUS静岡事業所に関係者が集まり、安全を祈願して地鎮祭が行われました。



静岡 2012.11.27

SUS静岡事業所 実験棟メディア公開

6月のt²公開から5カ月を経て、集合タイプのt²実験棟が完成し、メディア関係者に向けて公開されました。当日は実験棟が設置されたSUS静岡事業所の会議室にて記者会見が行われ、t²の可能性や今後需要が見込まれる用途などについて質問が挙がり、関心の高さが感じられました。建設現場で行われたデモンストレーションでは、t²をクレーンで吊るし、鉄骨に挿入する様子も公開され、これまでにない斬新な建築作業に多くの記者が驚いていました。また見学した記者からは、「8㎡と聞いて非常に狭いと思っていたが、清潔で快適な空間なのでイメージが一変した」といった声も聞かれました。



Coming Soon

福島工場社員寮

t²活用のケーススタディとして、福島工場第2社員寮を建設予定です。本誌次号では、その発表とともに、t²のさまざまな活用パターンを提案、紹介いたします。



新型グリッドシェルフによる新たな提案の形 ecoms 家具の魅力満載のタイ・คอนโดミニアム

タイ、バンコク市内にあるคอนโดミニアムの一室に、ecoms 家具を用いた住空間が完成しました。部屋自体も家具に合わせて壁紙や床材・天井の張り替えほか、全面的な改装を実施。本誌 35 号で紹介した ecoms のロングセラー製品、アルミ製収納家具グリッドシェルフの新オプションも活用した、シンプルでモダンな空間をご紹介します。

リビング・ダイニング。アルミのシルバーと白を基調とした清潔感あふれる明るい空間となっている。





ダイニングと廊下の間仕切りをガラスで製作。透明感と広がりのある室内を演出します。



マスターベッドルーム。キングサイズのベッドはボックスフレームという溝のないアルミフレーム製。



小口カバー、背板、LED 照明などのオプションを活用したグリッドシェルフの壁面収納。ダイニングテーブルも ecoms 家具。

タイのコンドミニアムに海外では初となる ecoms 家具の住空間が誕生、アルミの可能性を追求します

今回、ecoms が手掛けたのはアソークタワーコンドミニアムの一室。バンコク市内、アソーク駅にほど近い等地に立地する 28 階建ての建物の 26 階に位置します。以前より SUS が使用してきたものですが、このたび全面的な改装を行い、ecoms 家具と調和する新たな住空間として生まれ変わりました。白で統一した明るく開放的な室内に、ecoms のアルミ製のベッド・テーブル・棚が設えられています。各所に配置されたグリッドシェルフは発売を控えたりリニューアル版。従

来品と比べて強度はそのままに軽量化され、より組み立てやすく進化したフレームが使用されています。また今後、標準品としてラインアップされる予定の背板や小口カバー、巾木ユニットといったオプションをふんだんに活用し、グリッドシェルフの新たな可能性を追求した空間に仕上げました。家具の施工を現地の業者に依頼するなど、海外での供給体制構築に向けた取り組みも進行中。新たな一歩を踏み出した ecoms の活躍にご期待ください。



リビングルーム。右、ガラス越しにジムルームが見える。

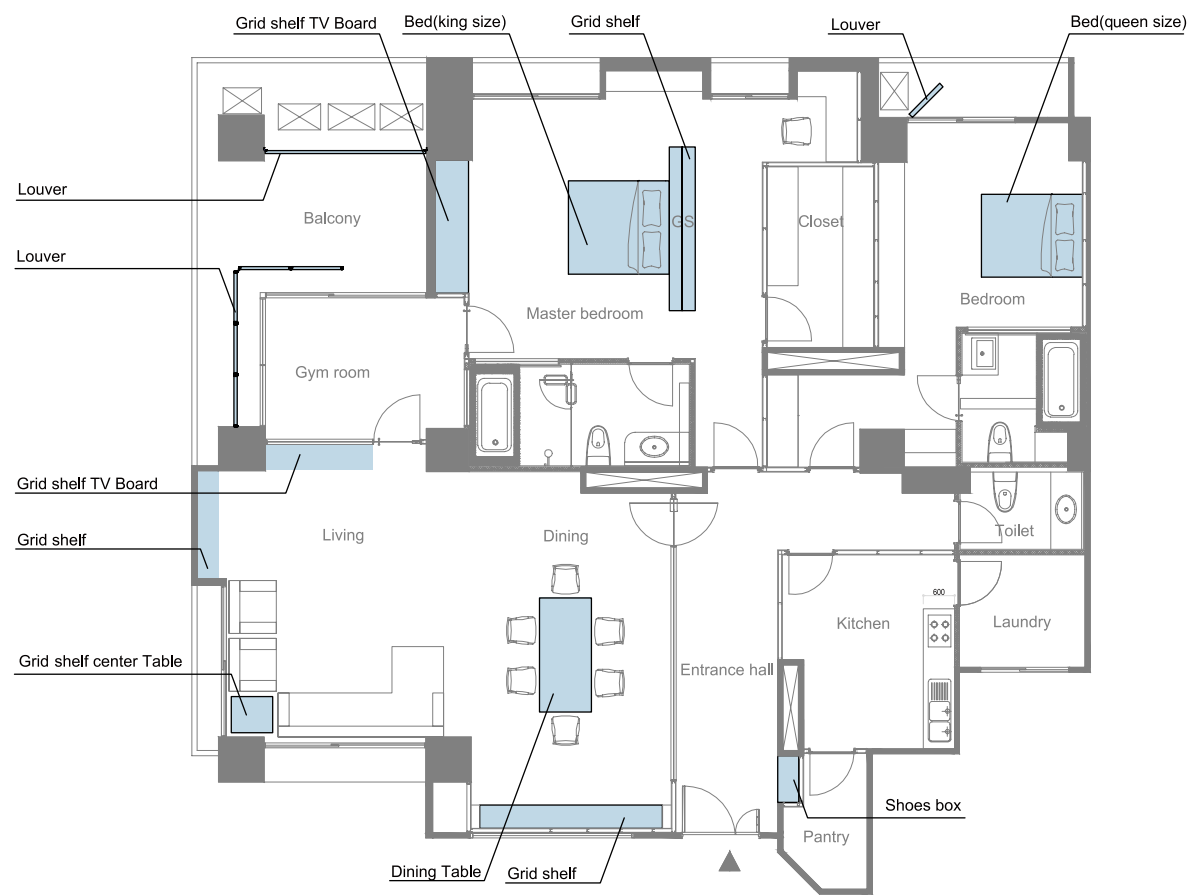




ベッドルームに置かれたグリッドシェルフ製のTVボード。巾木にはアルミ構造材SFを使用。耐久性が向上しました。



ボックスフレーム製クイーンサイズのベッド。



アソークタワーコンドミニウムの配置図。LDKと2ベッドルーム、2バスルーム、家具・家電付き。



ジムルーム。開口部には可動アルミルーバーが設けられている。奥はパルコニー。

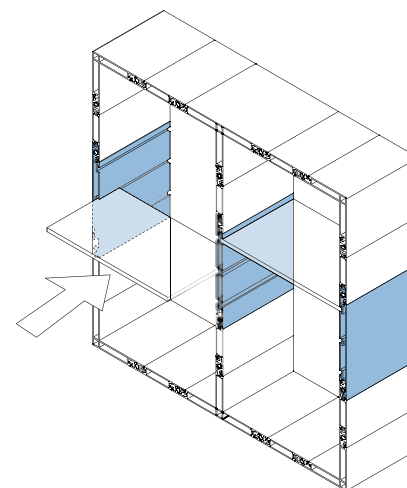


バスルーム。ジムルーム越しに外の風景を見ることができる。



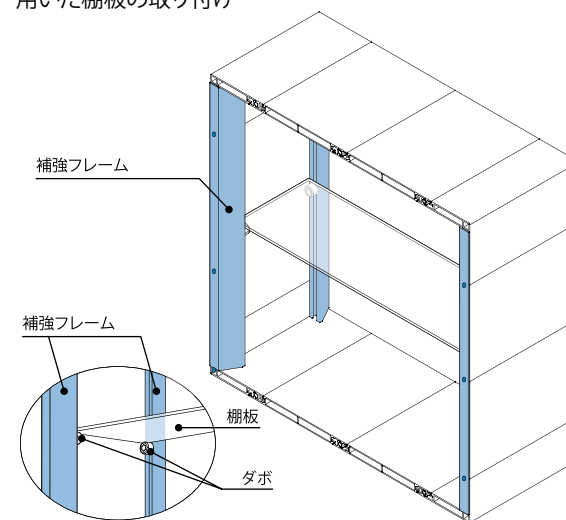
白を基調としたデザインのキッチン。

■溝のあるフレームを用いた棚板の取り付け



フレームにあらかじめ設けられた溝に沿って棚板をスライドさせます。

■補強フレームとダボを用いた棚板の取り付け



補強フレームと棚板の取り付けを下から見る。

補強フレームにはダボを取り付けることが可能。この位置を調整することで、棚の位置を変えることができます。



ベッドルームの大型グリッドシェルフ。溝のある型フレームを用いて縦、横の亚克力製棚板を入れています。



大きな開口部をつくる際には補強フレームを使用します。ダボを用いることで棚板を取り付けることも可能です。



これまで引き出しは溝のある部材にしか取り付けられましたが、新しく後付け可能な引き出しがラインアップされます。



W1000×D2200mm、100kg超のガラス天板を支えるアルミフレーム。φ100mmの脚柱、梁背100mmの横架材、新型のコネクタがガラス天板を支えます。



LED照明を仕込んだ新しい背板システム。

所在地	タイ・バンコク市内
設計	SUS 株式会社
施工	THAI SANKEI INTERNATIONAL CO., LTD.
建築面積	200m ²
竣工	2012年11月
テーブル	W1000×D2200×H708mm
ベッド(キングサイズ)	W1900×D2050×H708mm(マットレス下の高さ) H510mm(ヘッド部フレーム高さ)
グリッドシェルフ1(ダイニング)	W3511×D300(下部は500)×H2438mm
グリッドシェルフ2(ベッドルーム)	W2696×D250(下部は500)×H2380mm
グリッドシェルフ3(TVボード)	W2514×D520×H765mm
可動ルーバー	W980×H2400mm×5ユニット

建築家インタビューシリーズ **アルミ・素材・建築 ⑬**第16回 **金田 充弘**

聞き手 畔柳昭雄

新しい世代を代表する構造エンジニアである金田充弘さん。これまでレンゾ・ピアノやザハ・ハデイド、伊東豊雄といった世界的に著名な建築家とタッグを組み、数々の建築を世に送り出してきました。今回は、東京藝術大学准教授として携わられている建築教育と、そのベースとなった建築体験についてお話を伺いました。

**際限のないテクノロジー・トランスファア
が創造を生む**

■構造エンジニアリングに興味を持つきっかけは何だったのでしょうか？

カリフォルニア大学バークレー校に入学し、構造エンジニアリングと出会ったのは学部生の2年生の時にあります。クリストファー・アレグザンダーのエンジニアでもあったゲリー・ブラックが先生でした。彼が最初に出した課題は、自分の好きな並木道を探してこいというものです。好きな並木道をスケッチし、次に幹の太さ、木と木の間隔、道の幅、樹冠までの高さを測定し、断面図を描かされました。並木道が建築空間だとすると空間性を与えているのが木であり、その木が建築空間における構造体と同じであるとは彼は伝えなかったのです。しかし、課題はそれだけでは終わりません。それをもとに自分の構造モデルをつくり、簡単な構造計算をした上で架構モデルにしていきます。いきなり構造計算を要求すれば、よほどの計算好きでないかぎり拒否反応を起します。しかし、ここでは空間やデザインから構造を考えさせてくれたので、エンジニアリングに興味を持つことができました。

■どのような経緯でアラップに入社されたのですか？

エンジニアリングに興味を持つことができましたが、卒業してエンジニアになろうとはまったく思っていないませんでした。ただバークレーは建築と構造の修士を同時に取得することができるアメリカでも珍しい大学でしたので、せっかくだから両方取ろうと思っていました。しかし、大学院で建築デザイン修士を取得しようと思うと最低でも2年はかかります。反面、エンジニアリングは1年で取得できますから、まずエンジニアリングの修士を取って社会に出て、学費を貯めて帰って来て建築のマスターを取ろうと考えたのです。あくまでも最終的には建築デザインという考えでした。当時はレンゾ・ピアノの事務所働きたかったので、レンゾと常にいっしょに建築をつくってきた総合エンジニアリング会社のアラップに入社しました。

■アラップがほかのエンジニアリング事務所と異なる点はどこにあるとお考えですか？

アラップでは建築構造のみならず、土木や環境設備などいろいろなやっていますが、そこに垣根がないことが特徴です。ロンドン事務所で行った

ことは、豊田スタジアム（設計：黒川紀章）の非線形動的解析でした。社内のアドバンストテクノロジーグループというスーパーコンピュータで車の衝突解析をするようなセクションに所属しました。ここでは、同じプログラムを使って車の衝突解析もすれば、携帯電話の耐久性の解析も行いますし、果ては放射性廃棄物を運ぶ貨車の安全性の確認も行うのです。そして当然、建築構造の解析も行います。扱う分野が違うのですからスケールについても垣根がありません。高さ100mの建築を当時は3万くらい要素に分解する一方、携帯電話のような小さなものもだいたい3万くらいの要素に分解し解析しますから、圧倒的なミクロの世界に入り込んでいくことになります。しかも計算時間は同じですからそこがまた面白いのです。スケールのシフト、分野のシフト、その横断の仕方、テクノロジー・トランスファアに際限がないことが大変刺激的でした。

ゴールドンゲートブリッジから着想を得たメゾンエルメスの構造

■27歳の若さでメゾンエルメスの担当に抜擢された理由は何だったと思いますか？

ビザの関係で1年目は東京、2年目からはロンドンで働きましたが、そこにメゾンエルメスの仕事が飛び込んできました。しかし誰もやりたがりません。なぜならピーター・ライスは亡くなって初めてのレンゾ・ピアノとの仕事なので、ピーターと比較されるのが嫌だったのです。もう1つの原因は日本の仕事だからです。今でこそイギリスの構造設計事務所も普通に耐震設計を行います、90年代はま

金田充弘 (かなだ・みつひろ)

1970年 東京都生まれ

1994年 カリフォルニア大学バークレー校環境デザイン学部建築学科卒業

1996年 カリフォルニア大学バークレー校工学部土木環境工学科修士課程修了

1996年～アラップ勤務

2007年～東京藝術大学美術学部准教授





コーネル大学での演習です。東京藝術大学で行っている「スケールシフトする架構」と同じ内容ですが、アルミ業界の団体が素材を寄付してくれたので、材料をアルミに限定した設計課題となりました。紙の模型ではうまくいくように見えても(上段左)、アルミ板でつくらせると最初はこのようになります(上段中)。しかし、材料の固さや質感、加工するための道具に慣れていくと精度が出て、パーツを組むことができるようになります(下段、金田氏談)。



東京藝術大学で行っている「スケールシフトする架構」は素材を限定せずに演習を行っていますが、組むことで人が入ることのできる大きさになることを要求しています(金田氏談)。



①サーペンタイン・ギャラリー・パビリオン(設計：SANNA)の接合部の図面です。接合部の図面だけは手描きにして色を塗るのが好きです。
②アルミに漆を焼き付けたもので、ピースを組み合わせるとフルーツバスケットのようなものになります。漆作家で宮城大学助教の土岐謙次さんの作品です。僕はレンゾ・ピアノのIBM巡回バヴァリオンのアルミと集成材からなるフィンガージョイントが好きです。アルミと木の相性の良さを感じざるを得ません。質感に共通するものがあるのだと思います。アルミの優しい質感をさらに高めるために漆を焼き付けることは、面白い試みだと感じています。
③伸縮性のある布(ポリウレタン弾性繊維)を使った屋内の遊び場です。東日本大震災の避難所に設けました。子どもたちにいくら「遊んでいいよ」と言っても、大人がテレビを見ている横で騒いだりはしません。しかし、こういった玩具で領域をつくってあげると安心して遊びます(すべて金田氏談)。

だ一般的ではありませんでした。皆、得意でないという意識があったのです。そこで自分が手を挙げたら、すんなりやらせてもらえました。パークレーのあるカリフォルニアは、日本、ニュージーランドとともに耐震設計のメッカであり、地震に関しては研究が進んでいました。

■メゾンエルメスの構造は五重塔から着想を得ていると聞きましたが、本当ですか？

五重塔の構造特性と似た面を持っているので、五重塔を使って説明することが多いですが、浮き上がりを許容することで地震力を受け流す構造システムの着想は、ゴールデンゲートブリッジの

に関して話すことができました。この頃に大学院に戻って建築デザインの勉強をしようという気持ちが無くなったのだと思います。アラップにいると、ある日はレンゾと、また次の日は別の建築家と打ち合わせをします。同じ建築家でもアプローチが違いますので毎日が面白く、やめることができなくなっていました。メゾンエルメスの設計が終わった段階で、この現場を続けて見るか、レム・コールハースのカーサ・ダ・ムジカの設計を担当するかという選択肢がありました。ずいぶん迷ったのですが、特殊な設計をしたので竣工まで見るべきだと思います、現場にとどまりました。そうこうしている間にヨコミゾマコトさんの富弘美術館がコンペに勝ち、西沢大良さんから低用町林業総合センターの依頼がきてロンドンに戻れなくなってしまったのです。面白いプロジェクトに恵まりましたが、2つとも竣工し、切りのよかった2005年にロンドンに戻りました。

ツール化すること生まれるデジタルな手垢

■東京藝術大学での授業の中で特徴的なものを教えてください。

東京藝術大学(以下、芸大)で教えるようになったのは2007年からです。ロンドンに戻ったばかりのときからコーネル大学で教えていましたので、ロンドンと東京を往復することは気になりませんでした。コーネル大学でもやり、芸大でも続けている課題に、2年生の設計課題で行う「スケールシフトする架構」があります。1分の1のユニット、いわば自分なりの煉瓦やレゴのようなものを設計し、実際

構造から得ていると言ったほうが正確です。この橋はタワーが基礎にアンカーされています。意図的なものでなく、持ち上がることを想定していなかったのです。しかし、サンフランシスコ地震の後に調査してみると持ち上がった形跡があることがわかりました。僕の恩師のハッサン・アスターニ教授は、地震後の補強の検討の際にもアンカーはしませんでした。アンカーするとアンカーしないうちに比べ応答が大きくなります。全体がつながっていて力が伝達されてしまうからです。それに対し、アンカーせずあえて持ち上がりを許してしまえば、力が逃げるので応答は小さくなるのです。問題は持ち上がったものが落ちてきたときに受ける衝撃です。クラッシュしては困るので、

につくる課題です。煉瓦で植木鉢をつくることもできますし、橋もお城もできます。同様に繰り返し使うことでスケールが変わるビルディングユニットを考えてくださいという課題です。課題のポイントは接合です。人が入ることのできる大きさを要求していますので、いい加減な接合方法ではうまくいきません。接合を考えると、遊びと精度の微妙な関係が問題になってきます。組むためには遊びが必要ですが、遊びがありすぎるとガタつきます。また、やってみるとユニットを組んで形態を展開していくことは極めて簡単ですが、閉じることは意外に難しいことがわかんと思います。

■デジタルツールは建築設計に有効だと思われますか？

デジタルツールもののづくりは完全にリンクして考えられるべきだと思っています。そのこともあって芸大では2012年度から1年生の前期には館知宏さん、後期には豊田啓介さんと最先端にいる建築系の若手デザイナー・研究者にきていただいてデジタルでパラメトリックなデザイン手法とファブリケーションを教えるもっています。授業を受けた全員が得意になるわけではありませんが、こういうことができるんだと視野を広げてもらい、そのうち数人が深くやっていけばよいと考えています。デジタルを導入すると、所員が徹夜して模型をつくっている中で生まれる手垢、つまり計算では出てこない何かが失われてしまうと危惧される方もいらっしゃるようです。しかし、デジタルもツールなので、デジタルな手垢がつくのです。簡単なプログラミングをさせても、アラップでもそうですが、やる人によって微妙に差が出ます。模型のつくり方が

一様でないのと同じです。今の日本は単にソフトウェアとしてできることをやっているだけなので、結果が一様になるだけです。つまり個人ツール化されていないのです。つくり手の個性を反映したツール化ができれば、アナログな建築のつくり方に求められているこだわりはデジタルでも出すことができます。

■最後になりましたが、東日本大震災で建築を取り巻く環境は変わったのか。お考えを聞かせてください。

これまでもあった問題が顕在化されただけだと思います。地震だけでなくハリケーン、大飢饉など、災害時には世界中でエンジニアが必要とされています。大飢饉であれば灌漑用水を引く、井戸を掘る、海水を真水にする、といった水関係のエンジニアが必要とされます。しかし、エンジニアといえども構造エンジニアは災害が起こったその瞬間には何の役にも立ちません。つまり起こってから考えるのでは遅いのです。起こる前からできることを探すべきです。そこに職能を生かす道があります。建築家も同じです。実際に起こってしまったら、医者や大工の方がずっと役に立ちます。

(東京藝術大学 金田研究室にて)



畔柳昭雄

1952年
三重県生まれ
1976年
日本大学理工学部建築学科卒業
1981年
日本大学大学院理工学研究科博士課程修了
2001年～
日本大学理工学部海洋建築工学科教授

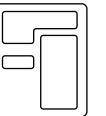


空港でフライトを待つ時間、ちょっとした休息を取りたいと思っても、現状、安全や衛生面で多くの問題があります。空港だけではありません。休息を必要とする高速道路のパーキングエリア、鉄道駅や見本市会場、公共施設、ショッピングセンターでも状況は同じです。現代の都市は、休息やリラクゼーションのための快適なインフラを持っていません。そこでロシアの建築家集団アーキ・グループが開発したのが、SLEEPBOX（以下スリープボックス）です。ベンチや車の中では得られない、静かで安全な睡眠と休息のひとときを提供する移動可能な空間、それがスリープボックスなのです。

スリープボックスは2・5×1・6mの平面と2・5～3mの高さを持つ小さなモバイルコンパクトメントで、1～3つのベッドを組み込むことを想定しています。構造材は特に限定されていません。木製合板パネル、金属、ガラス繊維強化プラスチックでつくることが可能であると考えています。ベッドの下にラゲージスペースを設けているほか、換気扇や読書灯、ノートPCや携帯電話の充電用ソケット、プライバシー保護のための電動のブラインドなども装備されています。また、窓の透明度を変更することができるマット付きフィルムや無線LANなどがオプションとして考えられています。

2011年8月中旬、スリープボックスの第1号が、ロシア・モスクワのシェレメーチエヴォ国際空港のエアロエクスプレス（空港とペラルーシ駅を35分で結ぶ新交通）ターミナルに設置されました。構造材としては、アッシュツリー（トネリコ属の樹木）合板パネルを用いています。このはじめての商業的な運営により、スリープボックスが利用者や大企業から注目を集め、空港ほかでの運用が進むことを期待しているとのことでした。

「動く建築」vol.7



SLEEPBOX

設計：Arch Group / Mikhail Krymov, Alexey Goryainov

左：SLEEPBOX 正面外観。



構造材はアッシュツリーの合板を用いたパネル。



背面のデザイン。



階段より見上げる。



SLEEPBOX 内部。上段のベッドより入口側開口部を見る。



下段のベッドまわりのしつらえ。



壁面には収納式のデスクが備え付けられている。



空港に設置したイメージ A。



モスクワ・トヴェルスカヤのホテル・プロジェクト。



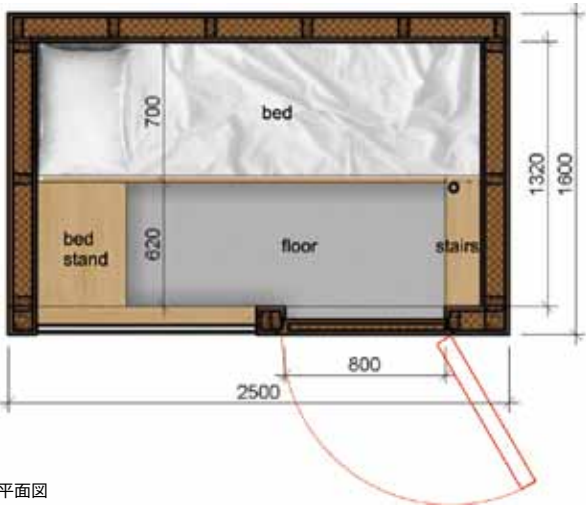
空港に設置したイメージ B。



空港に設置したイメージ C。



ベッド側立断面（2ベッドタイプ）



平面図

所在地 ロシア・モスクワ シレメーチエヴォ国際空港
設計 Arch Group / Mikhail Krymov, Alexey Goryainov
建築面積 4 m²
構造 木造（パネル構造）
デザイン 2009 年
竣工 2011 年



内部。入口を見返す。

現代に
生きる蔵

蔵考

第4回

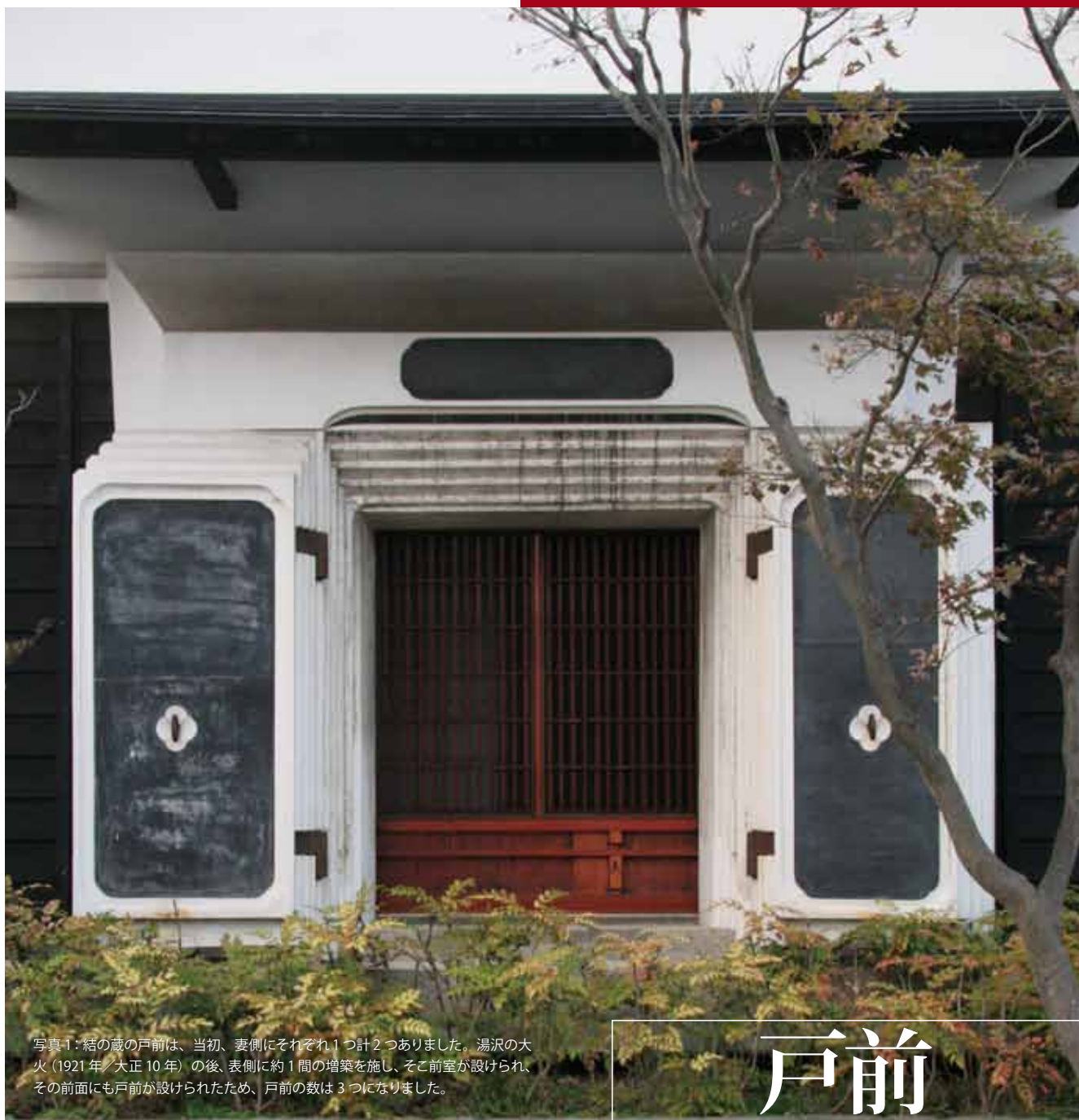
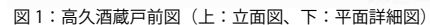


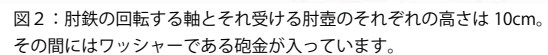
写真1: 結の蔵の戸前は、当初、妻側にそれぞれ1つ計2つありました。湯沢の大火(1921年/大正10年)の後、表側に約1間の増築を施し、そこ前室が設けられ、その前面にも戸前が設けられたため、戸前の数は3つになりました。

戸前

戸前



し、例え掛子にしたとしても、隙間は最大のウィークポイント。火災の際は土や味噌を塗り込んでこの隙間を埋めたとのこと。先人の火事に対する恐れのほどが伺えます。掛子の段数で多いのは結の蔵にも見られる3段ですが、中には5段などといったものもあるそうです。この掛子は、左官職人の腕と感性の見せどころでもあります。



た。そのことがよくわかるのが、段の出隅の角度です。直角にできているように見えますが、直角では開けるときや閉めるときに扉同士がひっかかってしまいます。しかし、角度を緩やかにすると隙間が大きくなり、耐火性能は落ちてしまいます。そうならないよう職人は独自の型板を原寸でつくり、それを当てながら作業しました。

ちなみに和紙一枚が入る程度が、隅間の理想と言われていますが、1分(3mm)といったところが現実的なようです。また段の奥行きと幅に関しても工夫が見て取れます。扉左右の掛子の幅よりも上部の幅のほうが大きいのが分かると思います。扉の高さを強調してより立派に見える工夫なのです。

戸前に込められた
左官職人の感性と技術

この蔵に限ったことではありませんが、両開きの戸前の場合、左右で扉の大きさは違って見えます（写真1）。24cmもの厚さの扉の先端が段々になっており、受ける側とかぶさる側の関係があることが原因です。先に閉める左の扉を女扉と言いますが、こちらの断面が平行四辺形になるのに対して、後から閉める右の扉（男扉）は台形になるために見かけは左の扉が大きくなるのです。大きさの違いは機能によるものとはいえ、左右の均衡を崩すことでダイナミックな意匠にしようとしたのではないかと想像できます。

扉の黒い部分には磨き漆喰という技術が用いられています（写真2）。下地の漆喰が生乾きのうちに、その上から黒ノ口といわれる

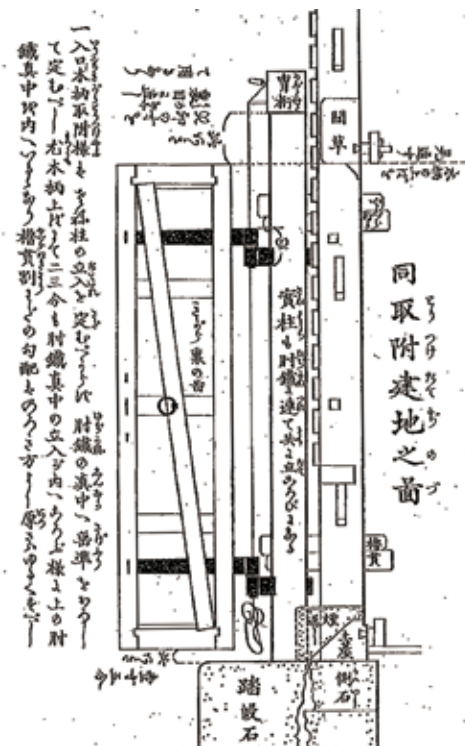
蔵考

現代に生きる蔵

当初、結の蔵では戸前の移築は無理だと諦めていたと大沢さんは語ります。しかし、それが可能になったのは、戸前移築の経験がある山形県の工務店の技術とノウハウがあつたからです。いったん解体して再びつくる費用を考えると、移送したほうがよいとのこととで踏み切ったそうです。戸前は背後にある蔵本体の柱や壁面と一緒に切り取ります。その重さは合計

戸前の移築を支える技術と経験

t弱の巨大な戸前が移築にも関わらず今でも開閉できるのは、驚くべきこの構造のおかげなのです。肘鉄は重量のある戸前の開閉を保証するもつとも大事な部品といえます（図2）。壺と呼ばれる空洞に上から円筒形の軸が入り、その間にワッシャーを入れて開閉をスムーズにします。肘といわれる腕の部分が、それに鍛接合されて肘鉄になるのです。「空洞と軸の精度が命となるこの高度な鍛冶の技術を受け継ぐ職人も少ない」と大沢さん。結の蔵の門扉は、解体した戸前を裸のまま使っています。戸前の製作技術を多くのの人に見てもらいたいという大沢さんの想いがそこに込められています。



『土蔵戸前雛形』（猿田長司著、1882年／明治15年刊行）には、実柱を土蔵本来側に微妙に転ばせるようにしなさいと書いてあります。扉の開閉のしやすさを考慮してのことだと考えられます。なお、転びの角度は櫓貫で調節します。



写真2：戸前扉を開めるときは決して掛子に手をかけず、この鉄の輪を引っ張るよう厳しく教えられるといいます。



写真3：裏の裏面にあった戸前扉を骨組みのみにして門扉として利用しています。金属の部分が肘鉄です。



写真4：踏段石の上部には煙返し（けむりがえしいし）を載せ、煙の侵入を防ぎます。閉めたとき、掛子のもつとも内側の段が煙返しの上に、残りが外側に位置することになります。

墨に石灰を混ぜたクリーム状のものを塗り、それをまた生乾きのうちに手で磨く大変高度な技術です。この蔵の場合は扉の内側を黒の磨き漆喰で仕上げていますが、掛子のコーナー部だけ黒くした蔵もあります。掛子の見え方がシャープになり、陰影が強調されます。なお、結の蔵では男扉内側の磨き漆喰の上下で表情が違っていました。一見上側が古いように見えますが、上が移築の際に補修した部分。下がもともとの仕上げです。明治時代の左官技術の確かさの証明ともいえます。

開口上部の弓状の彫り物は、櫓と呼ばれるています。額にある眉のように先端が細くなつて最後に一点に収れんするので、この名が付いたのでしょう。扉を開けても見

建具や鍛冶の技術が華やかさを支える

このように左官の贅を尽くした戸前ですが、その華やかさは確か

4・5t。それを養生梱包してはるか鎌倉まで600kmを移送しました。大沢さんはその経験を生かして、現在2度目の戸前移築に取り組んでいます。

家の格式を表す戸前のデザイン

このように戸前は左官職人の感性と技術が試される部分です。そ

な技術に裏付けされています。まずは扉自体の構造を見てみましょう。厚さ24cmにもなる戸前の扉ですが、製作したのは大工ではなく建具職人ではないかと大沢さんは推測しています。骨格となる面格子には6cm角のクリ材が使われており、建具のスケールとはいえません（写真3）。しかし、曲がつたり歪んだりしないよう、格子を組む際には縦材と横材の欠きこみを互い違いにするなど、建具職人が用いる基本的な技術を用いていることが、その理由です。この骨組みに縄を巻いた板を貼り、そこに土を塗り、最後に漆喰で仕上げれば戸前の扉の完成です。

この扉と土蔵本体をつなぐ技術は、デザインと並び戸前の白眉といえます。この技術を理解する

れゆえ一般的に大工棟梁の名前が記される棟札に、土蔵の場合は左官棟梁の名前が併記されることもあつたようです。戸前の製作にはお金がかかることもあり、戸前の豪華さがその家のステイタスを象徴するものになっていきました。本来閉めているのが常態の扉を開いたままにしている場合が多いのはその証しです。時代を経るに従い、戸前のほか鉢巻きや腰には、

盛んに装飾が施されるようになります。その中で鍔絵の技術なども発達していきました。

架構 土壁、戸前という3つの側面から蔵の魅力を探るとともに、日本建築史における蔵の位置付けを考えてきましたが、「結の蔵」を題材とした論考はここでいったん終了し、次回からは別の形で連載を続けたいと思います。ご協力いただいた建築家の大沢さんにはこの場を借りて御礼申し上げます。

戸前を移築

ここで紹介するのは、大沢匠さんが手掛ける蔵の移築現場です。結の蔵と同じ秋田県湯沢市の蔵で、竣工は1874（明治7）年。この日は戸前と棟木、桁が運ばれてきました。棟木は長さ5間、直径が50cm程度のスギ材（写真A）。棟木の上下は写真と同じで、芯が下になるよう配置されます。桁も棟木と同じくスギ材で、丁



写真A



写真C



写真D



写真B



写真E



八

関商工会議所

現代の棟梁が考える 現代建築のかたち

「五意達者——寺院建築のできるまで」は、古来より伝承されてきた正統な日本建築の感性と技術を紹介する連載です。

五意達者とは、江戸幕府の大棟梁職にあった平内一族の家訓で、五意、つまり墨鈎（すみがね／設計）、算合（さんごう／積算）、手仕事（てしごと／実技）、絵様・彫物（えよう・ほりもの／彫刻の下絵図と実技）すべてに達者になってこそ大工であるとの意味です。

取材および記事作成に関しては、寺院や歴史的建造物の設計施工修復を専門とする亀山建設（岐阜県関市、亀山直央代表取締役）にご協力をいただきました。



本町通りに面した南側外観。

撮影 大沢 誠一

連載第8回目となる今回は、関商工会議所を取り上げます。写真を見ていただければ一目瞭然ですが、いわゆる寺社仏閣とは異なる外観の建物です。なぜこの連載に現代建築が？と驚かれる読者の方もいらっしゃると思いますが、これはまぎれもなく亀山建設の設計です。今回はこの作品を通して、寺社仏閣のエキスパートが考える現代建築の在り方を考えたいと思います。

現代に生きる棟梁として 在るべき姿を探る

亀山建設は、2010年に行われたプロポーザルコンペでこの建物の設計者に選ばれました。地元の設計者を対象に行われたコンペです。地元でも亀山建設は寺社仏閣の設計施工で名を馳せており、このコンペでも和風の会館を提案してくるだろうとの予想が大半を占めていたそうです。そのため、この提案が採用されると決まった

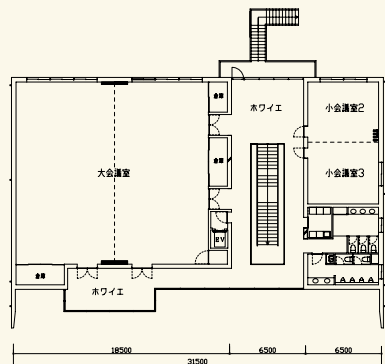
際は、周囲から驚きの声が上がったとのことでした。

亀山直央さんは、亀山建設を寺社仏閣のエキスパートとしてのみならず現代建築の設計者としても一流にしたいと考えていました。その理由は2つあります。1つは、現代建築の設計を求められる機会が増えてきたことです。多くの寺社が本堂を本格的な木造建築にしたいと考えていることに間違いはありませんが、併設される建物、例えば庫裡や信徒会館に対して、木造でなくてはいけないといったこだわりを持っているわけではありません。むしろ現代建築とした方が使い勝手がよいと考えている場合が多いのです。とはいえ敷地全体の建築計画、本堂との景観的調和を考えれば、ほかの施設も本堂と同じ設計者に依頼したいとの思いは強く、亀山建設はこの要望に積極的に応える道を選びました。2つ目はゼネコンが寺社仏閣の設計にも力を入れてきたことです。近年、ゼネコンは圧倒的

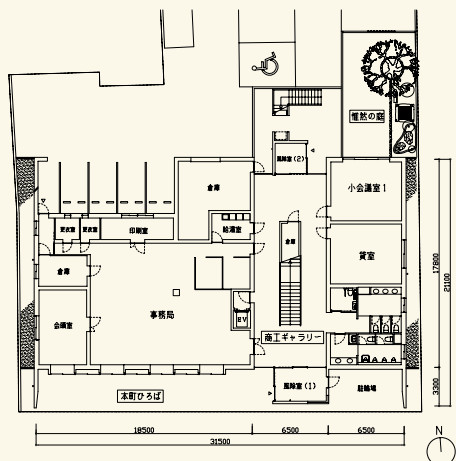
な情報量と資金力を背景に寺社建築にも力を入れてきています。その流れに対抗するためにも現代建築を設計できなくてはだめだという危機感があつたのです。

幸い、このことを実現できる風土が社内にはありました。これまでの連載でもたびたび述べてきたように、昔ながらのやり方に固執

せず、CADやNC加工機など現代の技術を積極的に用いるほか、耐震や防火でも最新の研究成果を設計に生かす社風がこの試みを後押ししたのです。伝統工芸品にならず、現代に生きる寺社建築を創造するという亀山建設の理念がここでも真価を発揮しました。



2階平面図



1階平面図



建物前面の本町広場より東側を見通す。



五意達者

寺院建築のできるまで

八

亀山建設株式会社

〒501-3932
岐阜県関市福口1037番地
tel. 0575-22-0637
http://e-kameyama.jp/



トップライトのある商工ギャラリーの2階部分。

設けられたトップライトから光が降り注ぐ明るい空間で、訪問した際には関市の観光名所を写した写真や小学生による書道作品が展示されていました。ともすれば分断されてしまいがちな前面と奥の空間とをつなぐという意味では、京の町家に見られる通り庭を再現したともいえるでしょう。これにより「本町ひろば」「惟然の庭」「商工

ギャラリー」は一体化したオープンスペースとして市民に開放されることになったのです。

モジュール感覚が生む歴史との連続性

今回のテーマは、「現代の棟梁が考える現代建築のかたち」ですが、この点について亀山さんに尋ねると、特に意識したわけではないとの答えが返ってきました。むしろ、これまでの経験を通して蓄積されたものが自然に表れてくることが望ましく、関商工会議所では、庇とモジュール感覚がそれに当た

るのではないかとのことでした。庇は、日本建築においてもっとも重要な要素の1つです。連載第3回「屋根」、第4回「軒回り」でも取り上げたように、機能面でもデザイン面でも大きな役目を担っています。亀山さんは、この設計でも深い庇をつくりたかったと言います。庇により建物の懐ともいえる空間をつくり、人を招き入れるしつらえを整えることが開かれた商工会議所という趣旨とも重なるだろうと考えたのです。同時にそこ

ひろば」が通りの活性化を促すことを期待したとも語ってくれました。もう1つのポイントをモジュール感覚と書きましたが、比例と言い換えてもよいと思います。連載第3回「屋根」でも取り上げたように、寺社仏閣の設計は木割がベースになっています。木割とは柱の直径が決まれば柱間、垂木間をはじめ軒の出まで決まるモジュールのシステムです。もちろん関商工会議所の設計に木割を用いたわけではありませんが、合理的であり、かつ人を心地よくさせるモジュールについては考えざるを得なかったと言います。道路の幅、歩道の幅に対して建物の高さをどうすべきかといった問題はもちろんのこと、ここではあえて開口部の高さを抑える、壁を薄く見せるといった工夫をしています。陸屋根の現代建築が通りの景観に違和感なく納まっているのも、亀山建設がこれまでに蓄積してきたモジュール感覚の賜物といえるでしょう。

歴史と断絶することなく、地域と一体となって歩んでいく建築を考える上で、寺社仏閣建築の歩んできた道、そしてそのつくられ方を

を知ることが、大変有意義であると実感せずにはいられません。



小会議室1より「惟然の庭」を見る。



大会議室。

建築データ

所在地 岐阜県関市本町1丁目4番地
敷地面積 1,654.67㎡
建築面積 686.18㎡
延床面積 1,077.98㎡
階数 地上2階 駐車場 31台
設計 建築 亀山建築設計事務所
構造 飯島建築事務所
設備 環境設備計画
設計期間 2010年8月～2010年12月
施工期間 2011年2月～2011年10月

「関商工会議所」

現代の棟梁が考える現代建築のかたち

歩車分離を第一に配置計画が決定

関商工会議所は、本町通りという目抜き通りに面した十六銀行関支店の跡地に建てられました。もともとは同じ本町通りに面した別のところにありましたが、道路拡張により敷地が狭くなる予定であることから移転となりました。市役所や郵便局同様、本町通りから郊外への移転も考えたそうですが、本町通りにとどまり旧市街地

の活性化に貢献したいという思いから、この土地を購入されたそうです。

この建物の特徴は、その平面計画にあります。市のメインストリートに対して建物がどうあるべきか、要求された駐車台数をいかに確保するかといった問題に加え、敷地内には俳人・広瀬惟然が産湯に使ったという井戸が残っており、これをどう扱うかという問題がありました。広瀬惟然は「芭門の十哲」に数えられる松尾芭蕉

の高弟で、この地で江戸時代初期より酒造業を営んでいた岩本屋広瀬九兵衛の三男(源之丞)として生まれたのです。

亀山さんがまず考えたことは、歩車分離です。本町通りに面した南側に駐車場を設ければ配置計画としては明解になりますが、歩行者の安全確保、景観の保全という面では大いに問題があります。そこで駐車場は北側に設け、南側は歩行者のための完全な空間「本町ひろば」としました。本町通りで

は毎年10月、関市最大のイベントである刃物祭りが行われます。「本町ひろば」はその本部の設置場所になるほか、月2回行われる朝市の会場や、バスの待合場所としても機能します。なお、北側のオープンスペースの一面には、井戸を中心とした「惟然の庭」が整備されました。

また、建物内部には「本町ひろば」と「惟然の庭」のある北側の空間をつなぐ目的で「商工ギャラリー」が設けられました。上部に



本町ひろばで月2回行われる朝市。
写真提供 関商工会議所

本町通りで行われるイベント。
写真提供 関商工会議所

亀山直央・亀山建設代表取締役



南側に張り出した大会議室ホワイエ越しに本町通りを見る。



本町通りと北側のスペースをつなぐ商工ギャラリー。

日本の屋根付き橋

日本大学理工学部社会交通工学科特任教授

伊東 孝

1. 日本の屋根付き橋を俯瞰する

最近の日本の屋根付き橋の動向を紹介しよう。手元に17年ぐらい前の屋根付き橋のデータがある。確認できたのは62橋で、屋根付き橋は、東日本より西日本に多く、それぞれ20橋と42橋である。また県別にみると、愛媛が一番多く14橋、以下、京都(11)、長野(7)と続く。広島県では、厳島神社の回廊橋の4つを含めると8橋になり、長野より1橋多い。愛媛県が多いのは、小説の『マディソン郡の橋』が有名になってから、県内で屋根付き橋の一番多い河辺村(現・大洲市)がマディソン郡効果を期待して屋根付き橋を新設したからだ。さらに10年ぐらいさかのばれば、社寺仏閣の多い京都が一番で、これは結果ないしは眺望・思索の場としての屋根付き橋であった。これに対し愛媛県では、日常生活の中の橋ないしは公園橋として利用されている。

調査結果で意外だったのは、長野と広島に屋根付き橋が多かったことである。愛媛・広島は瀬戸内海を挟む地域なので、瀬戸内文化を踏まえた瀬戸内海地域として一括りにすると28橋もあり、4割5分を占めていた。屋根付き橋を、創架年を加味し機能的に類型化すると、神社型(20)、寺院型(15)、城郭型(2)、庭園型(2)、生活型(10)、観光施設型(8)の6つになった(以上、拙著『日本の近代化遺産』岩波新書)。最近の状況はどうなっているのだろう。「全国屋根付き橋巡りホームページ」には、なんと161橋もリストアップされている。岩波新書では「3桁に載せるのは無理かも知れない」と書いたが、軽く越えてしまった。ここでは過去のデータなどと合わせた157橋で、最近の動向を分析してみた。

東日本と西日本は、それぞれ62橋と95橋になり、相対的には東日本の伸び率が高くなっている。いづれから屋根付き橋が多くなってきたのか。1955年から5年ごとの



偃月橋正面(東福寺) ▲
東福寺にある3つの屋根付き橋の中で、一番上流にあり、境内の奥まったところにかかる。写真に見るように建物と擁壁の間を抜けたところに位置する。橋の両側には屋根を載せた白壁を巡らし、橋詰空間に凜とした佇まいを醸し出す。

偃月橋側面(東福寺) ➡
橋を渡ると足元には深い谷が口を開け、風が通る。白壁で区切られた橋詰空間と一見頼りない簡素な偃月橋は、空間のギャップを効果的に演出している。「偃月」とは弓張り月を意味する。橋上で「偃月」を楽しむが故に、偃月橋と名付けられたのだろうか。国の重要文化財。

架設数をみると、1970年代までは2橋前後の架設しか見られなかったが、表1に見るように、91～95年が19橋、96～2000年が20橋、01～05年が11橋、06～10年が9橋となり、91～2000年の10年間に急激に伸びたことがわかる。最近、マディソン郡効果もやや下火になってきたということだろうか。

157橋の屋根付き橋を機能的に類型化すると、一番多いのが生活型の61橋で約4割、次が寺院型の約2割、神社型(約17%)と続く(表2)。岩波新書のデータとは寺院と社寺が逆転しているが、これはデータの把握数の違いと考えられる。それより1991年以降、急激に屋根付き橋の架設が増えたので、どのような特徴があるのかを検討した。

表3は、1945年以前の屋根付き橋に限定して、型を調べた結果である。1945年以前は、寺院型と神社型で7割以上を占めていたことがわかり、寺院型と神社型の順位は変わらない。表2と表3の各数値の差が、1946年以降(戦後に架設された型別の屋根付き橋数となり、生活型が

LIVING
BRIDGE
Engetsu BRIDGE
Kataoka BRIDGE
Hashidono



橋殿(上賀茂神社)
左側の階段橋が欄宜橋、右側が祝橋。神職でいうと、「欄宜」は神主の下、「祝」の上に位置する。橋の架設位置も、欄宜橋は祝橋の上流に位置している。橋殿は国の重要文化財。



片岡橋(上賀茂神社)
渡殿橋と呼ばれた時もあったが、現在では片岡橋と呼ばれる。御神体の片岡山を祀る片岡神社(手前右側に位置する)のため、このように呼称されたと考えられる。国の重要文化財。

表 1
屋根付き橋の 5 年毎の架設数

年代	年代
1980 ～ 85	7
1986 ～ 90	5
1991 ～ 95	19
1996 ～ 2000	20
2001 ～ 2005	11
2006 ～ 2010	9

＊1955 ～ 70年代までの 5 年間
ごとの架設数は 2 橋前後。

表 2
屋根付き橋の類型別架設数

類型	架設数	%
生活型	61	38.9%
寺院型	30	19.1%
神社型	26	16.6%
公園型	24	15.3%
庭園型	10	6.4%
城郭型	4	2.5%
観光開発型	2	1.3%
合計	157	100.0%

表 3
屋根付き橋の類型別架設数（～1945 年）

類型	1945 年までの架設数	割合(%)
寺院型	26	41.3%
神社型	20	31.7%
生活型	10	15.9%
庭園型	6	9.5%
城郭型	1	1.6%
合計	63	100.0%

※今回は、上岡弘和氏が撮影した写真で構成した。併せて資料も提供していただいた。氏は、今年の 8 月、富士フィルムフォトサロンで、上岡弘和写真展「日本の屋根付橋」を開催、写真が素晴らしかったのでご提供をお願いした。誌面を借りてお礼を申し上げたい。

通称上賀茂神社と呼ばれる加茂別雷神社は、御生山を背後に負った 79 ha の広大な敷地を境内にもつ。境内には、御物忌川（御手洗川が本殿敷地の結果のようにめぐり、楼門の前で合流して櫛小川と名前を変える。これらの小川や丘陵を巧みに利用して、30 余棟の社殿が配置されている。小粒であるが橋も多く、石の桁橋や反橋、木橋を合わせると、全部で 9 つの橋が架かる。橋の御殿とでも言うべき、豪華な橋殿も、櫛小川をまたぐ形で配置されている。両脇に欄宜橋と祝橋が控える。祭礼になると、これらの橋は、境内を流れる小川とともに効果的な演出装置に変わる。

50 橋も架設されることがわかる。また戦後は、戦前にはなかった公園型と観光開発型が登場し、中でも公園型は 24 橋架設され、この数は戦前の寺院型に匹敵することがわかる。
都道府県別に見るとどうなるのか。ここでは数だけでなく、一番多いのは愛媛の 21 橋であり、次に京都の 15 橋、以下長野（14）、広島（10）と続く。架設数はいずれも伸びているとともに、順位も変わらない。愛媛の「日常生活で使用されている屋根付き橋が多い」という基本的な傾向は変わらず、愛媛は日本一の屋根付き橋県をキープしている。

2. 社寺仏閣の屋根付き橋

今回の写真は、戦前の屋根付き橋の代表であった社寺仏閣の屋根付き橋を取り上げる。場所は、京都の東福寺と上賀茂神社である。社寺仏閣の屋根付き橋の由来は、次のように要約できる。

創架年の古い橋は神社に多く、瀬戸内に屋根付き橋の多いことと関係があるのではないだろうか。寺院型の屋根付き橋は臨済宗の禅宗寺院に多いこと、臨済宗は、瞑想を重視する禅宗で、寺院内外の風致や景観を重視し、景観構成要素として重要なものを 10 選び、それを「十境」と呼んでいる。後に禅宗の庭園様式を確立した夢窓国師は亭樹あずまやをもつ橋や屋根付き橋を取り入れた作庭方式を考案した（『日本の近代化遺産』）。

東福寺は当初、京都最大の伽藍を目指して造営され、天台・真言・禅の各宗兼学の堂塔を建設した。1336 年の被災後は完全な禅宗寺院としての寺観を整える。それ故なのであるうか、境内を二分する洗玉澗と名付けられた深い溪谷（三ノ橋川）には、3 つの屋根付き橋（上流から偃月橋・通天橋・臥雲橋）が架かる。

「接合部の設計」

続き4 「嵌め合い」による接合 その2 解析の前段

1. はじめに

前回は、簡単な嵌め合い形状を例に構造の考え方を説明しました。実際には、このような簡単な形状ではなく、複雑な形をしています。簡単な形状であれば、前回の説明のように概ねの耐力がこの程度になるかと推測ができますが、複雑になると困難です。剛性の評価となるとさらに困難です。

複雑な形状をした嵌め合い部の耐力と剛性をどのようにすれば推測できるか、これが今回のテーマです。実験するのが一番確実な方法なのですが、実験しようとすれば試験体が必要です。しかし、これから開発する形材ですから形材は存在しない。どうしても実験をすとなれば、金型をつくって押し出してもらい、試験体を作成することになります。これで、め得太く実験が成功すればいいのですが、不具合があれば、金型から形材までが無駄になってしまいます。また金型からつくっていただくこととなりますが、金銭的にも日程的にも、構造設計者の精神状態にも影響を与え、相当に難しい問題です。ここがアルミ構造設計者の辛いところです。

アルミの厚板から嵌め合い部をワイヤーカットでつくっていただけるのであれば、幸運です。試験体をつくるのに時間と費用は掛かりますが、金型をつくって押し出すよりは、遥かに経済的です。ワイヤーカットでつくった形材と実際の形材とは、材質や厳密には形状の精度に違いがあるのですが、あると無いとでは大違いです。実験結果が事実ですから、実験ができれば、これに越したことはありません。

断面形状を実験で確認する前に、剛性、耐力、変形性状など嵌め合いの構造性能を、解析によりある程度の精度で把握できていれば、構造設計者はかなり安心です。それに、実験の計画を立てるにも、荷重と変位がどの程度になるかの情報は必要です。

嵌め合いの構造評価には、具体的には、有限要素法（以後、FEMと言う）と呼ばれる解析手法を用います。これは、Finite Element Methodの日本語訳でFEMと略称で呼ばれます。マトリクス法と呼ばれる時も

あります。改めてFEMというとなんだか聞きなれない気がするかもしれませんが、現在の応力解析は、多分、全てがFEMです。ですから、解析プログラムを使用したことがあれば、その解析ソフトの中身はFEMによる解析プログラムです。

ここでは、平面（二次元）の解析プログラムを使います。嵌め合い部は、現実には三次元の立体ですが、押出方向は同じ形状ですから、次元省略をして二次元問題として扱います。二次元とする理解は、単位幅の形材を解析すると理解しても同じことです。厳密には、平面応力問題と平面ひずみ問題に分けられるのですが、細かなことを言わなければ、概ね同じ結果です。

FEMを使えば、線材でも面材でも、立体でも、直線でも、曲がっていても、形状が複雑でも、基本的には何でも解けます。その昔、私が駆け出しだったころは不整形の不静定構造を解くことは至難の業だったのですが、データをつくれれば解ける時代になっています。ですから、昔はどうやって解くかが問題だったのですが、解析結果が正しいかどうかの方が問題です。今はデータをつくりさえすれば解けてしまいますので、そもそもモデル化は正しいの？ 境界条件は正しいの？ データは正しいの？ 解析結果は正しいの？ どうして正しいと言えるの？ こちらが問題になっています。

平面でも立体でもCADのデータがそのまま応力解析の形状のデータに使えますので、座標を入力して形状データをつくっていただくに比べれば、データ作りも大変ではありませんが、昔よりは遥かに楽になりました。

今回は、嵌め合い部をFEMで解析する前段で、アルミとは直接関係が無いのですが、応力解析について述べます。

2. 解析の基本知識

FEMの説明をするのは大変ですので、ここではしません。どう使うかについて説明をします。まず、大きな分類として幾何学的な線形、非線形があります。次に、材料の線形と非線形があります。ですから、解析に

は、幾何学と材料の組み合わせより、表1に示す4つの組み合わせがあり得ます。

表1 解析の組み合わせ		
	材料線形	材料非線形
幾何学的線形	① 線形(幾)―線形(材)	③ 線形(幾)―非線形(材)
幾何学的非線形	② 非線形(幾)―線形(材)	④ 非線形(幾)―非線形(材)

(幾)は幾何学的、(材)は材料を示す

ちなみに、日常で「解析」と言えば線形解析のことで、幾何学的にも材料も線形の解析を意味します。

＜幾何学的線形・非線形＞

幾何学的な線形は、変形が微小の場合に適用します。そうでない場合が幾何学的非線形です。別の言葉で言えば、変形前の状態で変形後を考えるのが幾何学的線形解析で、変形後の状態で変形考えるのが幾何学的非線形解析です。変形が微小であれば、変形前で考えようが変形後で考えようが結果は変わらない。変形前の方が簡単なので、そうします。というのが①で、そうはいかないというのが②です。

例題で示せば、図1に示すピンと張った綱渡りの綱です。この綱は真っ直ぐですから、変形前で変形を考えると、ここに荷重(体重)を掛けることは出来ません。何故かといえば、釣り合えないからです。釣り合うには体重と綱に作用する軸力で閉じた三角形にならなければなりません。しかし、変形前の状態で考えている限り、綱に生じる軸力は水平、荷重は垂直ですから、閉じることはできません。すなわち、釣り合えない、となります。

ところが、実際に綱渡りをしています。これは何故か。人が乗ると体重で綱は下がります。そうすると、綱に勾配ができますから、綱に生ずる軸力と体重で閉じた三角形ができます。綱の下がりりが小さければ綱には大きな軸力が生じ、下がりりが大きければ釣り合う軸力は小さくなります。

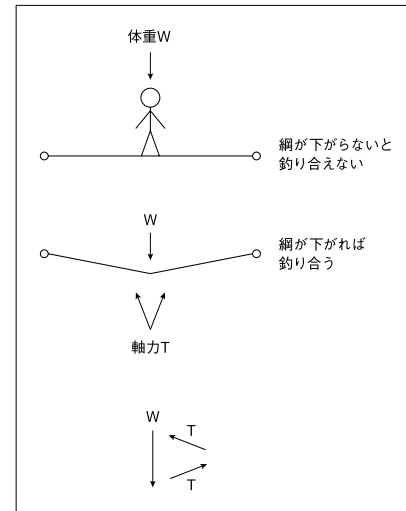


図1 綱渡りの綱

変形後の形状、すなわち幾何学的非線形で釣り合いを考えなければ解けない問題がある、という事情をご理解いただけたでしょうか。ちなみに、幾何学的非線形の場合、微小変形に対応し有限変形と言う場合と大たわみという場合もあります。

ついでにもう1つ例題。一級建築士の試験の様な問題です。図2に示すトラスの真ん中の部材aに軸力は作用するかしないかです。答えは、作用しません。軸力はゼロで、軸力は作用しません。それは何故かです。直感的には、鉛直の部材aと斜めの部材b,cの3部材で外力を受けそうな気がします。確かに、トラスの節点①を見ているとそんな感じがします。しかし、節点②を見ると鉛直の部材aと水平の部材d,eしかありません。節点②が釣り合うためには、部材a,d,eに作用する軸力は、閉じた三角形にならなければなりません。もし、a部材に軸力があるとする、残りは水平部材d,eですから、どんなに軸力が作用しても、絶対に閉じた三角形にはなりません。と言うことで、節点②で釣り合うためには、部材aの軸力がゼロでなければなりません。そうすれば、部材a,d,eの軸力の合計はゼロ(部材dと部材eは同じ軸力で向きが反対)となり釣り合うことができます。これが線形理論の考えです。

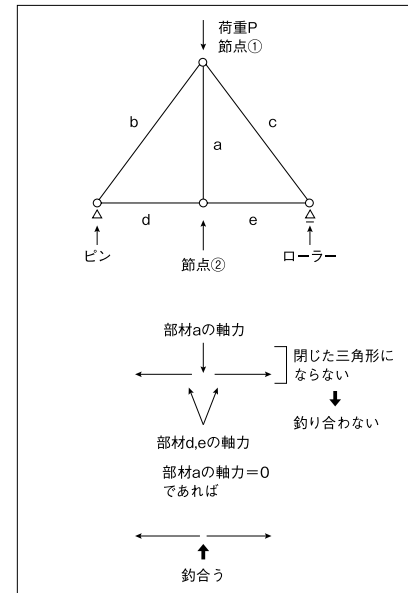


図2 トラス

それでは、本当に部材aに軸力は作用しないのでしょうか。荷重を掛ければ、部材b,cが縮みます。そうすると節点①は下に下がります。部材aに伸び縮みが無いとすれば節点②は図3の様に下がります。その結果、部材d,eに勾配が出来ますから、部材aの軸力と釣り合うことが出来ます。そうであれば、部材aに軸力が生じてもいいことになります。幾何学的にも節点①と②の間隔は変形前に比べ変形後では短くなっていますので、軸力(圧縮力)が作用することがわかります。これが、非線形の考えです。

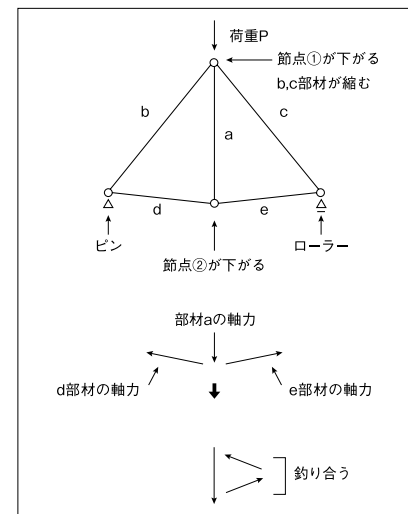


図3 トラスの変形

vol.32

アルミ構造設計入門

飯嶋俊比古

text by Toshihiko Iijima

ついでにもう1つ例題です。図4に示すトラスです。図2のトラスと何処が違うかといえば、部材d,eがトラス部材に代わって梁(曲げ材)になっていることです。梁になれば、線形解析でも、部材aに軸力が生じます。それは何故か。梁はせん断力(鉛直方向の力)に耐えることが出来ますから、部材aの軸力と梁のせん断力は釣り合うことが出来ます。ですから、部材aに軸力が生じても節点②で釣り合えることになります。ちなみに、梁の剛性が高ければ部材aの軸力は大きくなり、剛性が低ければ軸力は小さくなります。また、それは何故かですが、頭の体操として考えてみてください。

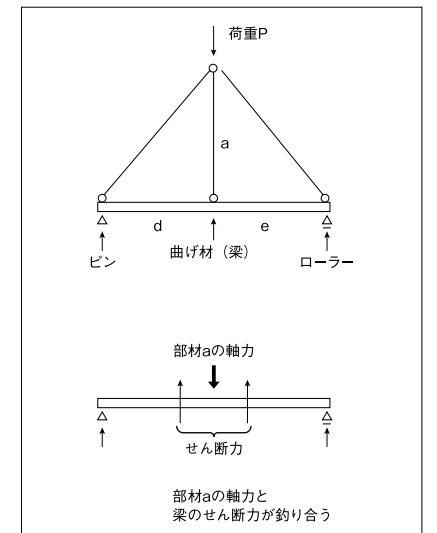


図4 部材d,eが曲げ材(梁)のトラス

＜材料の線形・非線形＞

次が材料の線形、非線形です。単純には、線形が弾性で、非線形が塑性です。図5のように2本の直線で表したのがbi-linearの履歴特性といえます。第2勾配をひずみ硬化といいますが、これを水平(勾配ゼロ)にすると数値計算上問題が生じます。何故かと言えば、この領域で剛性がゼロになってしまう。そうすると、剛性マトリクスというのですが、構造物の全体の剛性をつかさどるマトリクスがゼロになってしまい、計算機上で不安定になってしまい、連立方程式が解けなくなります。それで、実際に平行であつても、1/100とか、少し勾配をつけます。

「接合部の設計」

続き4 「嵌め合い」による接合 その2 解析の前段

アルミ構造設計入門

飯嶋俊比古

text by Toshihiko Iijima

vol.32

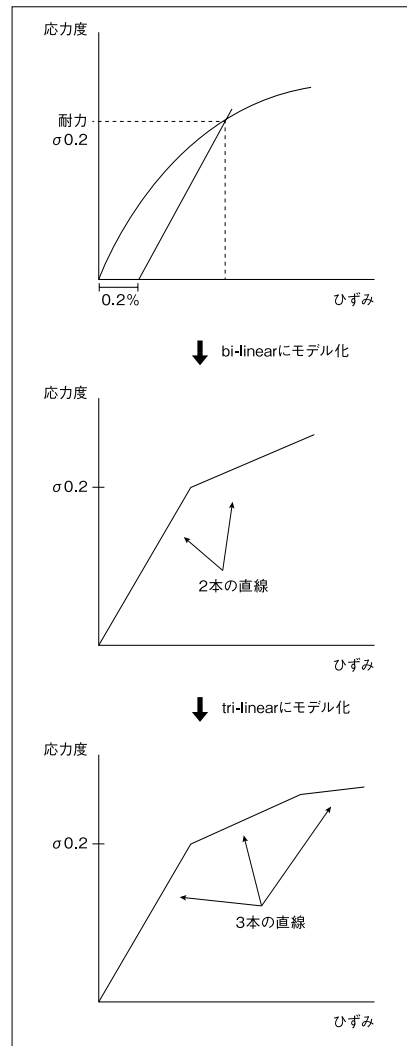


図5 アルミの履歴特性とモデル化

実際の履歴特性を単純にbi-linearで近似できない場合は、3本の線で表現する場合があります。それをtri-linearといいます。アルミの場合は、ラウンドハウス型と呼ばれる履歴特性ですが、それを面積が同じになるようにbi-linearに置き換えます。勿論、tri-linearで近似しても構いません。普通は、降伏点までをヤング率の勾配の直線とし、その先を考えているひずみ迄の面積が同じになるように、直線を決めます。他にも方法はありますが、基本は、解析の範囲で上手くモデル化できているかです。

通常は、材料に生ずる応力度を許容応力度以下になるように設計をします。ですから、材料は線形で解析し、許容応力度を超

えた部材があればOUTですから、断面を上げ再度解析を行う。許容応力度以下であれば終了、そうでなければ、以下になるまで繰り返すということで、そもそも許容応力度設計であれば材料の非線形性を考慮する必要はありません。

それでは、どのような時に材料非線形の解析を行うかといえば、構造が最終的に①どの程度の荷重まで耐えられるのか、②どこから壊れるのか、③どのような変形状態になるのかを知りたい時です。さらに何故かと言えば、これらがわからないと考えている構造の本当の安全率がわからないからです。許容応力度と発生する応力度の割合が同じでも、静定構造物と不静定構造物では壊れることに対する安全率は異なります。ですから、許容応力度設計だけでは、問題がある場合があるのです。

<幾何学と材料は独立>

幾何学の線形・非線形と材料の線形・非線形は別の概念なので、それぞれ独立です。変形は微小とみなせる構造でも大きな荷重が作用すれば、応力度が降伏点を超える構造もあり得ます。また、綱渡りのようなケーブル構造のように変形は大きいが発生する応力度は許容応力度以下という構造もあり得ます。ということで、表1は4つの組み合わせがあることを示しています。

<非線形解析は面倒>

幾何学的でも材料でも非線形解析は面倒です。所謂、線形解析であれば、重ね合わせの原理が使えますので、荷重が作用する順番は関係ありません。どのような順番であっても最終的な荷重が決まれば、応力と変形は1つに決まるという意味です。ということは、単位の荷重について解析すれば、10倍の荷重が作用しても単位の荷重から得られた結果を10倍すればいいということです。ですから、一回解けば後は係数倍すればいいので簡単です。

それが幾何学でも材料でも非線形解析だとそうはいきません。細かなことは省略しますが、とにかく繰り返し解析をしないと答えが求まらないのです。ちなみに、荷重を少

しずつ増やしながら掛ける方法を荷重増分法といいます。現在の構造設計では、建物の保有耐力(壊れる荷重)を、荷重増分法による弾塑性解析(材料の非線形解析)で求めています。ということで、非線形解析は時間が掛かり大変なのです。ですから、幾何学的にも非線形材料も非線形となると解けなくはないのですが非常に大変で、通常の設計では弾塑性解析まで、幾何学的な非線形解析は行われません。

<材料の非線形を線形化>

非線形は面倒なので、非線形を線形化できないかと考えたのが等価線形化法です。図6に示すように、実験によりある部分が塑性化し、ひずみがどの位になるとわかっていれば、原点とそのひずみに対応する応力度を結びます。これが等価線形化された剛性です。この剛性を用いれば、線形計算で変位を正しく求めることが可能になります。

今の説明では、結果がわかっていれば線形計算で実験結果を検証できる、という話でしかありません。しかし、そう馬鹿にした話でもなく、この考えが正しければ少しモデルを変えた時にどうなるかをある程度の正しさで解析ができます。また、振動計算の場合には、弾塑性で荷重と変形の関係を求め、これを等価線形化し、弾性で地震応答値を求めることも可能です。

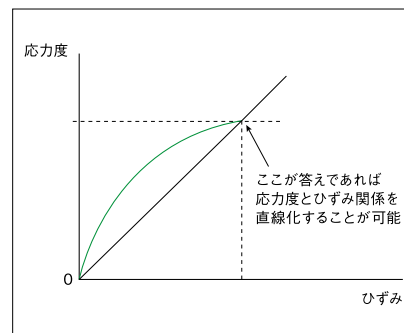


図6 等価線形化の模式図

ということで、等価線形化という概念は実用的で重宝な考え方です。この考え方は、構造以外にも適用できそうな感じがします。

3. 嵌め合い部のモデル化

嵌め合い部の解析の何が難しいかと言えば、隙間の評価と形材と形材の接触部分の履歴特性です。隙間ゼロでは組み立てることができません。隙間が大き過ぎてはブカブカですから嵌め合いとしては具合が悪い。アルミ形材の精度を吸収し、かつ組み立つ最小限の隙間が理想的です。この隙間の程度が組み合わされた部材の剛性に影響を与えます。これをどのように評価するかが問題です。

もう1つは、形材と形材の接触部分です。接触部が完全に一体であれば、接触であることを考える必要はなく、単に塊として解析をすれば結果が得られます。しかし、形材は接触をしているので、これをモデル化しなければなりません。圧縮力は伝達されますが、引張は物理的に離れてしまうので引張力を伝達することはできない。この履歴特性を図で表すと図7になります。この線は2本の直線で構成され1本の直線ではありませんので、この履歴特性は非線形です。

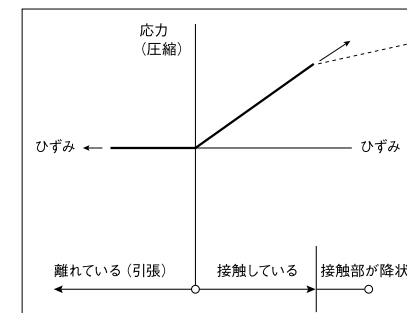


図7 接触部の履歴特性

ここでいう非線形は、解析的には同じ技術ですが、材料の非線形とは異なる概念です。圧縮には耐えるが引張には抵抗しないだけです。材料が降伏することではありません。勿論、圧縮力が大きくなれば降伏しますので、それを図で表せば図7の点線ようになります。

図7の実線の履歴特性であれば降伏していませんので、簡単な問題であれば、工夫をすれば線形解析で答えを求めることができます。例えば図8に示す鉄筋の屋根ブレースです。鉄筋ですから引張には抵抗します

が、圧縮にはすぐに座屈してしまい、抵抗できません。これを図で表せば、図7の引張と圧縮が逆で、図9ようになります。

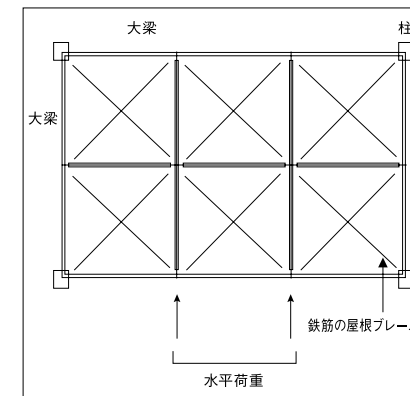


図8 鉄筋の屋根ブレース

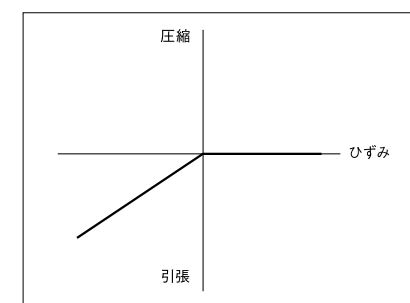


図9 鉄筋屋根ブレースの履歴特性

ここでの工夫とは以下のことです。まずブレースは引張にも圧縮にも抵抗するとして線形解析をします。解析結果から圧縮が作用しているブレースがわかります。実際にはブレースは圧縮に抵抗できません。ですから、圧縮を負担しているブレースがあることが間違いなので、該当するブレースを解析モデルから取り去り、再度解析をします。その結果、すべて引張ブレースで圧縮が作用するブレースがなければ、求める結果が得られたことになります。

図9の履歴特性であれば、一般にはハードルが高い弾塑性解析をしなくても、線形計算と判断の組み合わせで同じ結果を得ることもできるということです。非線形計算は面倒なので、何とか線形計算で答えが得られないか、という工夫です。構造設計は、できれば線形計算で済ませたいのです。

4. 結び

今回は、解析の準備段階として、FEMの接触要素を理解していただく必要がありますので、その周辺を含めて説明をいたしました。解析の説明のついでに、構造の理解を深める例題を載せたつもりです。構造の理論はある前提のもとに構成されているので、その前提の中で正しい。上手く現象を説明できるというものです。ですから、理論は絶対的な真実ではなく、あくまでも仮説であって、前提が変われば答えも変わる。しかし、より精密に解析をしても簡単な解析結果とほとんど同じ答えであるのであれば、簡単なモデル化、簡単な解析でいいのではないかと。結果はあまり変わらないのに、無駄に細かく作業をすると、バランスの悪い奴と評価を下げてしまいます。何事もバランス感覚、このあたりが問題です。ということで、ありがたいことに、構造解析から人生の教訓も学ぶことができます。

高い抽象性と剛性が魅力 改修にも柔軟に対応するグリッドシェルフ



グリッドシェルフのプロデュースを手掛けた建築家の山本理顕さん。一昨年末に行った自邸の改修では、書棚としてグリッドシェルフを導入していただきました。改修によって生まれたテラスに面した書齋にて、自邸の改修とグリッドシェルフの魅力についてお話を伺いました(編)。

自邸であるGAZEBOは1986年3月に竣工しました。その後、何度か改修を行っているのですが、今回の改修はこれまででもっとも大きなものとなりました。内装と一緒に外装の補修も行い、最上階のテントも張り替えました。改修のきっかけになったのは、長女が1人暮らしを始め、長男は大学院生になって、半分、独居の

ような状態になったからです。そこで子ども部屋と寝室の位置を変えて、テラスに面した部屋を書齋にしました。加えて、私たちが歳を取っていきますので、レベル差のあったダイニングの床もフラットにしました。また、本の収納に困っていたので、長い廊下部分にグリッドシェルフを入れました。

グリッドシェルフの特徴の1つは、コーナーにあります。グッドデザイン賞の審査の際に、ある審査員がそのことを指摘してくれました。これまでの棚もコーナー部にポイントがあることに間違いはないのですが、そこに創意工夫が盛り込まれて複雑なディテールになっていました。逆にグリッドシェルフは何もしていません。押出形状をそのままにしたことでコーナーは完全な剛接合となり、10mm

物 件 名 Y邸改修工事
設 計 山本理顕設計工場
施 工 SUS (株)
所 在 地 神奈川県横浜市
納 期 2011年12月 (作業期間: 1日)
新規納入グリッドシェルフ寸法
W1293.7 × H2100 × D220
W1760.5 × H2100 × D276 およびD216 (途中で奥行きが変わっています)

納品事例 >>> 01

という薄い棚板であるにもかかわらず十分な剛性を確保することができました。もう1つの特徴は、高い抽象性です。アルミそのものが抽象性の高い素材であることに加え、小口を見せる、つまり押出という生産システムをそのままデザインにしたことがよかったと思います。そのため、住宅の収納家具としてだけでなく、商業施設や展示施設のディスプレイにも適するものとなりました。木は木固有の素材感を出してしまいます。鉄も歴史がある素材であるせいか、固有のイメージを伴います。アルミは新しい素材であるため、抽象的なイメージをわれわれに与えてくれます。それが、さまざまな空間にグリッドシェルフが適応できる理由だと思います(談)。



改修後のGAZEBO。テントを支える鉄骨も塗り直された。



4階。玄関に面した廊下の壁一面に設置されたグリッドシェルフ。正面奥は書齋。



書齋。正面のグリッドシェルフは途中で奥行きを変えている。ダイニングからテラス越しに見えることから、竣工当時にはお母さま、その後は子どもたちのための空間として使われていた。



納品実例 >>> 02

歴史的建造物と最先端技術が融合した 東京ステーションギャラリーにアルミが採用

POINT

東京駅丸の内駅舎保存・復原工事にあたり、同建物内のギャラリー壁面にアルミ部材を用いた展示パネルが採用されました。仕様は十分な耐震対策となるように改良を繰り返し、昨年1月にはモックアップが完成し本製作へと進行。アルミの押出精度を生かしたシャープなデザイン、組立解体が容易なシステム性、西日対策となるパネルの断熱性能など、展示パネルとしての必要な条件を提示いただき、詳細部に渡って検討を行いました。薄型の壁面パネルには、断熱材に発泡ウレタンを採用したことで、性能・完成度ともに向上したと感じます。組立・解体のシステムは簡単で安全性も考慮することができ、外装などへも展開していきたいです。1日約1,000人に及ぶ職人が作業する現場では、施工条件も厳しいものでしたが、歴史的な建造物の保存・復原工事に参画できたことは、SUSとしても大きな実績となりました。今後は現場精度との調整がより簡単に行えるよう、ユニット化を突き詰めていきます。

お客さまの声

ギャラリー内の開口を塞ぐパネルに求められる性能として、凹凸のないフラットな面を実現する精度、パネル部材間から外光を室内に漏らさない精度、展示内容に伴うパネルの取付・取り外し作業の容易性、外気からの断熱性がありました。それらを満たす素材としてアルミが最適であると判断して、実績のあるSUS製品を採用。パネル面の精度や外光の遮断に関しては満たすことができましたが、展示替えに伴うパネルの取付・取り外しについては、時間や工数がやや掛かると感じました。今後、そうした作業を継続して行っていくなかで、求められる性能が維持できるか確認していきたいです。また地震時の振動に対する安全性や、既存躯体との取り合い・支持方法についても、積極的に検討・解決していけると良いのではないのでしょうか。総合的には、既存の古い躯体や支持条件など制約の多い中で、精度の高い製品を設置するという難しい課題をクリアしていただいたと感謝しております。

株式会社ジェイアール東日本建築設計事務所 東京プロジェクト部 丸の内プロジェクト室 田中 公敏氏



展示パネルには黒アルマイト表面処理をしたアルミ部材を採用。

撮影 SS東京／石井 哲夫

物件名	東京ステーションギャラリー新設
設計	株式会社 ジェイアール東日本建築設計事務所
施工	株式会社 間組
所在地	東京都千代田区丸の内
工期	2012年1月～8月
寸法	総平米数155㎡
台数	単窓9カ所 連窓4カ所

高い耐食性を発揮して 機能性と意匠を両立する アルミルーバー&屋根材

納品実例>>>03

POINT
葉山港船具庫改修工事にてSUSのアルミ構造材SFをご採用いただいで以降、アルミ部材を積極的に検討されている清田育男計画設計工房。今回はアルミの高い耐食性を生かして、海辺に位置する公立高校のルーバーや屋根材にご採用いただきました。初回のお打ち合わせの時点で、アルミ素材の見え方を強く意識され、ディテールに至るまでの議論・検討が進みました。渡り廊下の屋根材は構成部材を極力少なくし、梁材にはアングルの背合わせを用いたことで、洗練された収まりとなったと思います。ルーバーはあらかじめ工場でユニットに組み上げたものを現場で取り付けため、工数・作業が簡略化できました。SUSでは主に部材の選定・ご提案をしましたが、施工までを見越して設計されている姿勢に強い感銘を受けました。

お客さまの声
以前よりアルミに興味を持っていました。それは建築材料として、アルミ部材の特徴を生かした使い方をすることが、まさに適材適所であると考えていたからです。今回の物件は海に近いこともあり、塩害をできる限り防ぐためにも、耐久性のあるアルミ部材を採用しました。真夏の厳しい直射日光を遮るために施した固定ルーバーは、アルミ部材のシャープ感や軽さが、コンクリート部分との対比として表現され、建物全体の魅力的なポイントとなりました。また設計当初からアルミ部材をイメージしていたものの、組立・施工などを含めて建築としてどのように具現化していくべきか、未知の部分もありました。しかし、SUSより部材の選定、組立工程、強度の検討など技術的な提案をいただき、実現に至りました。加えて工場でユニット化されたものを現場でボルト締結する点などは、正確性や効率性といった点でメリットが得られたと感じます。

清田育男計画設計工房 清田 育男氏



構成部材を単純化し、施工性・意匠性を向上した屋根。



教室棟のアルミルーバー。



景観を損なわず直射日光を遮るアルミルーバー。

物件名	神奈川県公立高校教室棟・渡り廊下棟
設計	清田育男計画設計工房
施工	株式会社 斉藤建設
所在地	神奈川県鎌倉市
納期	2012年7月
寸法	ルーバー W4000×H910 16力所 渡り廊下屋根 128㎡ 通路部屋根 18㎡

撮影 大沢 誠一

ecomS誌は、今年で創刊10周年。これを機に誌面の大幅リニューアルを実施します。

これまで本誌は「アルミがつくる未来空間」と銘打って刊行を続けてきました。しかし、アルミが建築材料として新しい時代はすでに終わり、そこで営まれる生活が問われる時代へと変わりつつあります。それに併せてecomS誌も、アルミを軸に据えながらも、デザイン、プロダクト、建築から環境に至るまでをカバーするライフスタイルマガジンとして生まれ変わります。ご期待ください。



ecomS37 RENEWAL

2013, SUMMER

郵便はがき

1 0 3 8 7 9 0

9 5 2

(受取人)
東京都中央区日本橋小伝馬町1-7
スクエア日本橋3F
SUS株式会社
「ecomS36号」
アンケート&プレゼント係行

料金受取人払郵便

日本橋局
承認

8287

差出有効期限
平成27年2月
28日まで

一切手不要



PRESENT応募

アンケートに答えて
「アルミ製一輪挿し
TAWAMI(Sサイズ)
をもらおう!



ecomS36号をご覧いただきまして、ありがとうございました。
プレゼント応募に関する詳細は、裏面をご覧ください。

■個人情報の取扱いについて
ご記入いただく情報は、「製品およびサービス並びにそれに関する情報の提供
およびご提案」「統計資料の作成」「製品・サービスおよび利用に関する調査、
アンケートのお願いおよびその後のご連絡」に使用させていただく場合が
ございます。

今年も バカラ・シャンデリアイルミネーションに 協賛しました



毎時5分間行われる「光の演出」でさらに輝きがアップしました。



変わらぬ強度と美しさを保つアルミは、このイベントを支える縁の下力持ちです。



夕暮れ時はバカラシャンデリアの美しさが一層際立ち、幻想的です。



撮影：小野里 昌哉

Baccarat ETERNAL LIGHTS
— 歓びのかたち —
2012.11.3～2013.1.14

冬の恵比寿ガーデンプレイスを彩るこの季節の風物詩「バカラ・シャンデリアイルミネーション」。2006年にSUSが初めてアルミ製ショーケースを制作してから早7年。6回目のリユースでも変わらぬ佇まいで美しいシャンデリアを見事にサポートしました。例年どおり、2012年10月中旬より設置工事が進められ、約1週間で筐体が完成。その後はフランス・バカラ村より招かれた熟練した職人の手によって、シャンデリアが取り付けられていきました。

11月3日(土・祝)に行われた点灯式では今年も音楽ボランティア「アンサンブル荒川」によるオーケストラ演奏に合わせ、オペラ歌手とともにベートヴェン交響曲第9番「よるこびの歌」を会場全体で合唱しました。時を経ても変わらぬ輝きで人々を魅了するバカラ・シャンデリアイルミネーション。SUSはアルミでこの美しさを静かに支えつづけてきました。

納品実例>>>

04



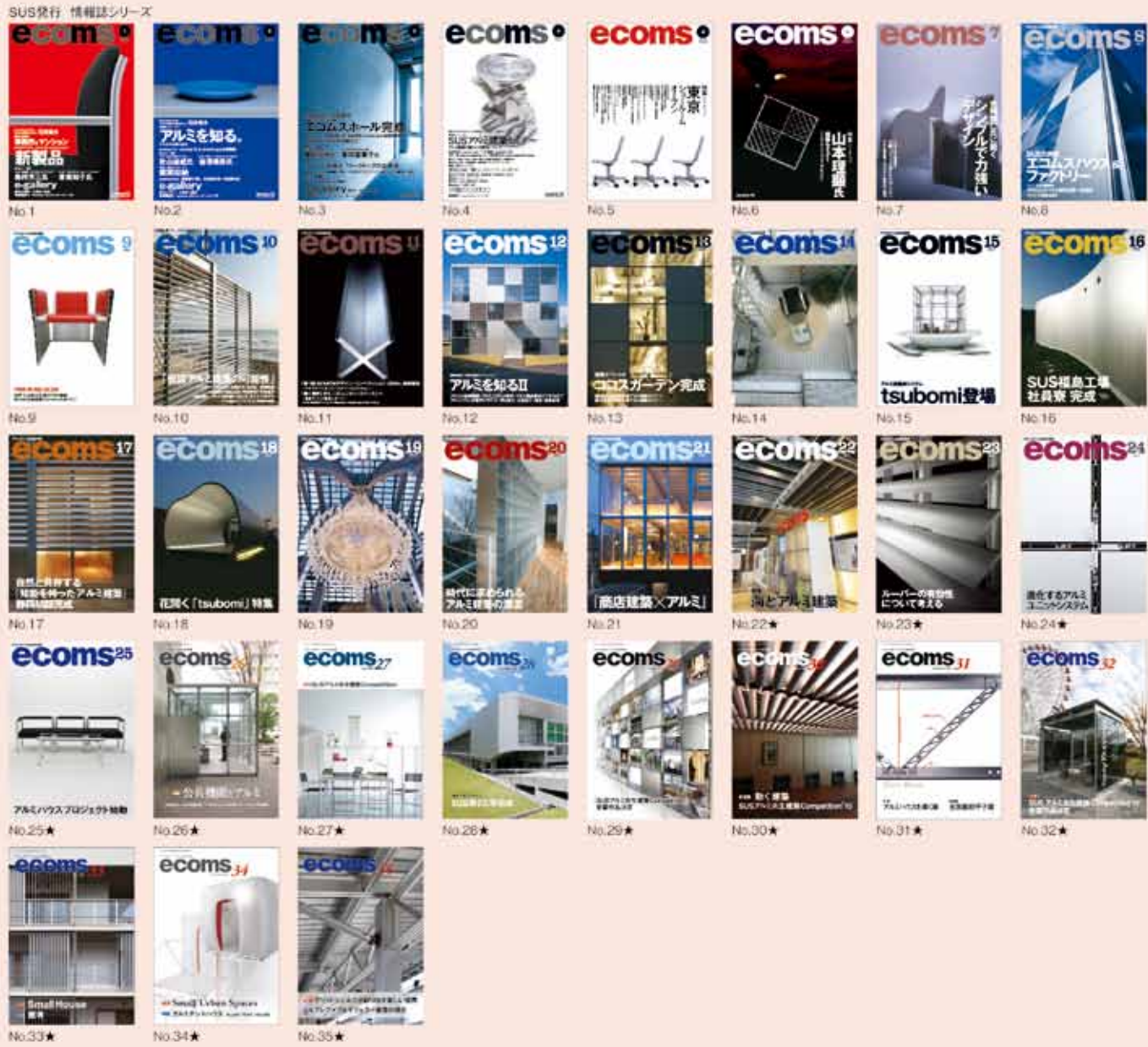
オペラ歌手の優美な歌声とオーケストラの演奏が会場に響き渡りました。



すべて手作業で組み付けられるバカラシャンデリア。ため息がでるほどの輝きです。



点灯式では「よるこびの歌」の歌詞カードが配布され、来場者も合唱に参加しました。



★印はバックナンバーがございます。

情報誌シリーズ・各カタログのご請求先

①住所 ②氏名 ③希望のカタログ名(または情報誌のナンバー)
④部数を明記の上、郵送・ファックスまたは WEB サイトより E-メールでお申し込みください。不明な点などは、下記までお問い合わせください。
(右ページのアンケートハガキからもお申し込みいただけます)

すでにバックナンバーのない情報誌も「ecom WEBサイト」でご覧いただけます。

情報誌 ecom のバックナンバーを「ecom WEBサイト」にてダウンロードいただけます。
ecom WEBサイトの「情報誌 ecom」をクリックしてください。

ecom WEBサイト <http://ecom.sus.co.jp>

ecomマーケティングチーム 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町1-7 スクエア日本橋3F TEL.03-5652-2393 FAX.03-5652-2394

PRESENT応募
&資料請求アンケートハガキ

ecom36号をご覧いただき、ありがとうございました。

いつも本誌をご覧いただき、ありがとうございます。
下記アンケートをお答えいただいた方の中から抽選で3名さまに、ALART (アルアート)のアルミ製一輪挿し TAWAMI (Sサイズ)をプレゼントいたします。ALARTはクリエイティブなもののづくりをコンセプトにアルミのさまざまな可能性を表現しているメーカーで、本誌5号でも紹介させていただきました。
皆さま奮ってご応募ください。
当選者の発表は、商品の発送をもって代えさせていただきます。



現在、『ecom』21号以前の冊子は在庫がございません。WEBよりバックナンバーをダウンロードいただけますので、こちらをご利用ください。
WEB ecomサイト <http://ecom.sus.co.jp>

Q3. 購入予定のあるアルミ建築システム・家具などありましたらご記入ください (記号でお選びください)。
A. tsubomi (ツボミ)
B. t² (ティーツー)
C. アルミテントハウス
D. ルーバーほか建築部材
E. グリッドシェルフ
F. 家具 (グリッドシェルフを除く)
G. その他 ()

Q4. エコムの製品を使ってみるとしたら、どのような使い方を考えますか。
A. 住宅・店舗ほか一般建築
B. 待合室・喫煙ブース
C. イベント・ディスプレイ
D. 外装材・エクステリア
E. 家具・インテリア
F. その他 ()

資料ご請求 (ハガキに○印をお付けください)
A. Furniture カタログ J. ecom No.28
B. Louver カタログ K. ecom No.29
C. t² カタログ L. ecom No.30
D. ecom No.22 M. ecom No.31
E. ecom No.23 N. ecom No.32
F. ecom No.24 O. ecom No.33
G. ecom No.25 P. ecom No.34
H. ecom No.26 Q. ecom No.35
I. ecom No.27
P62をご覧ください。

PRESENT応募&資料請求アンケートハガキ

Q1. 本誌をどのように入手しましたか? (ひとつお選びください)
A. 送られてくる B. イベント会場 C. 知人より D. その他 ()

Q2. 本誌をご覧になったのは?
A. はじめて B. 2 回目 C. 3 回目以上 D. すべて見ている

Q3. 購入予定のあるアルミ建築システム・家具などは? ☐ ☐ ☐ ☐ G ()

Q4. どのような使い方を考えますか? ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ()

Q5. ご意見・ご要望

資料ご請求																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
★必要事項をご記入ください																
ふりがな										年齢		ご職業				
お名前												A. 建築業 B. 設計事務所 C. 家具・インテリア D. 製造業 E. 広告・マスコミ F. その他の会社 G. 公務員 H. 主婦 I. 学生 J. その他				
会社名										部署						
ご住所 (会社・自宅) 〒 -																
TEL () - FAX () -																
E-mail :																

ecom 36号 ご協力ありがとうございます
プレゼント応募に限り 2013 年 5 月 31 日締め切り