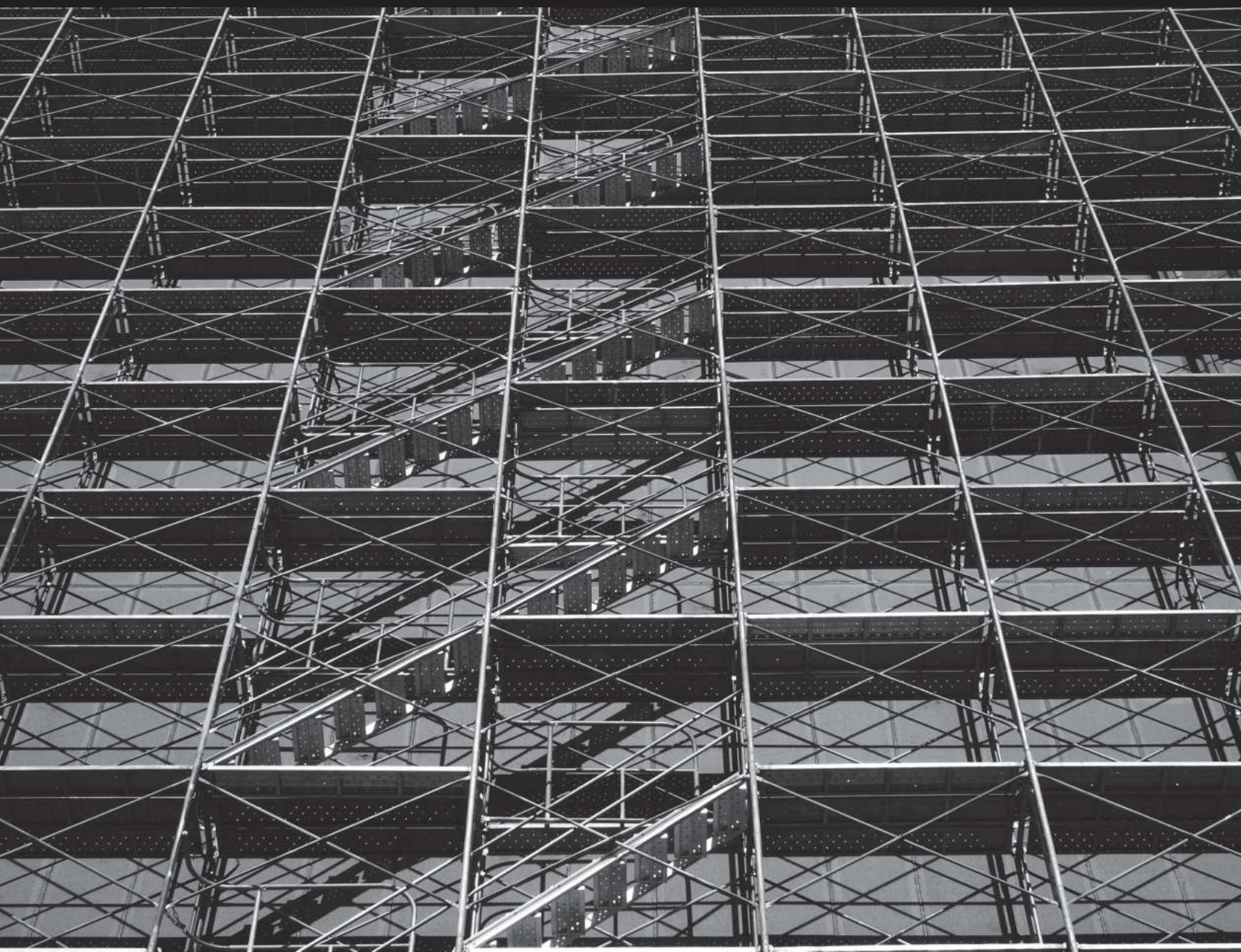


建築と社会

Architecture and Society



特集 宇宙と建築

2020 vol.101
10 No.1183
日本建築協会

一般社団法人 日本建築協会
片岡安賞
(日本建築協会論考コンクール)
第4回 募集要項

日本建築協会は創立100周年を機に、独自の事業として、いわゆる学術論文とは一線を画す「論考」コンクールをスタートさせました。4年目を迎える今回も自由な発想に基づくオリジナリティー溢れる論考を募ります。新たな体制となった審査委員にチャレンジすべく奮ってご応募ください。

■募集テーマ：「レガシーの新たな意味を問う」

古今東西、人類は文明の証として数多くのレガシー (legacy) を今に伝えてきました。レガシーの本質は、世代から世代へ重要なものを受け継いでいくことにあり、これまでさまざまな分野でレガシーが語られてきました。建築の分野においてもレガシー論が盛んですが、特にオリンピックや万博などの大規模イベントとの深い関連が見出されます。その一方で、今年に入って世界規模で感染症が拡大するなど、従来の価値観を大きく揺るがす想定外の事態が相次ぎ、予定調和が崩れつつある今日、レガシーの概念にも変化の兆しがみられないでしょうか。そのような状況をふまえ、レガシーという切り口から建築や社会のありかた、それらの新たな関係性などを再考するユニークな論考を、建築以外の分野の方々からも広く募ります。

■審査委員会

審査委員長：高田光雄（京都美術工芸大学教授、京都大学名誉教授）
審査委員：倉方俊輔（大阪市立大学准教授）
弘本由香里（大阪ガス エネルギー・文化研究所特任研究員）

■審査方法

- ・全審査委員により一次審査を行う。
- ・一次審査により選出された論考を対象に、オンラインによる公開プレゼンテーションを開催する。その後最終審査を行い、「片岡安賞」を決定する。（「片岡安賞」は該当なしの場合もある）

■応募条件

- ・投稿料は無料とする。
- ・応募者の国籍、年齢、所属は問わない。
- ・応募論考は単著、共著を問わない。
- ・応募論考は未発表のものに限る。ただし、会誌『建築と社会』に掲載された記事の改稿による論考は可とする。
- ・使用言語は日本語に限る。
- ・質問は受け付けない。
- ・受賞者は本会会員になることとする。

■著作権・版權

- ・著作権は応募者に帰属する。
- ・ただし本会にかかわる出版・印刷においては、一般社団法人日本建築協会が自由に使用することができるものとする。

■執筆要領

- ・頁数は、会誌『建築と社会』掲載時2頁（6,000文字程度）。
- ・必要事項を記入した応募用紙とともに担当窓口へメール送付もしくはA4サイズに印刷したものを郵送する。
なお、応募用紙は本会ホームページからダウンロードする。
- ・電子データにて提出する場合、文書作成ソフトWord（Microsoft社）もしくはそれに類するもので原稿を作成する。添付画像は解像度300dpi以上とし、合計10MB以上になる場合は分割して送信すること。

■スケジュール

2020年 8 月	募集要項公開
11月30日	応募締切（消印有効、電子投稿の場合23時50分）
12月～2021年 1 月初旬	一次審査
3 月初中旬	オンラインによる公開プレゼンテーション
	・最終審査
5 月	受賞論考・著者名発表（『建築と社会』2021年5月号）
6 月	論考本文を会誌『建築と社会』2021年6月号に掲載
6 月	表彰式（一般社団法人日本建築協会定時総会）

※なお後日受賞論考に基づく講演会・討論会を開催することがある。

■発表と表彰

- ・受賞論考の論題と著者名を会誌『建築と社会』2021年5月号にて発表し、全文を6月号に掲載する。
- ・同6月の本会総会にて表彰し、受賞論考著者には賞状及び副賞を贈る。

■提出先

一般社団法人 日本建築協会
〒540-6591 大阪市中央区大手前1-7-31 OMM7F
電話 06-6946-6981 FAX 06-6946-6984
メールアドレス<hensyu2@aj.or.jp>

主催：（一社）日本建築協会 URL <http://www.aaj.or.jp>
後援：（公社）日本建築士会連合会、（一社）日本建築士事務所協会連合会、
（公社）日本建築家協会、（一社）日本建築学会



中国支部主催 中堅社員技術 講習会のお知らせ

「中堅社員技術講習」は、建設業界において各企業現場で実務の中心として活躍している中堅社員に対し、中堅社員に求められる建築知識を再確認することにより、建築技術の水準を維持するものです。

その内容は多岐にわたりますが、中堅社員が確実に押さえていなければならない必須事項を中心に開催を計画いたしました。

参加者人数をこれまでの半数とするなど、新型コロナウイルス感染防止対策を万全に行い開催いたします。ぜひご参加くださいますよう、よろしくお願い申し上げます。

日 時：2020年10月14日(水)
9:00～16:30
受付 8:30～

定 員 30名

受講料 会員 8,000円
一般 10,000円

*テキスト代、消費税を含む

会 場 広島工業大学 広島校舎
広島市中区中島町5-7

最寄駅 広島市内電車 袋町または
中電前下車 徒歩5分
広電バス 平和記念公園前
下車 徒歩3分

締 切 10月7日(水)
※ただし定員に達し次第締め切ります

■内容

時間	講義科目	講師
9:00～10:30	施工に必要な構造設計の知識 (考え方のポイント)	広島工業大学 准教授 川上 善嗣 氏
10:45～12:15	鉄骨工事の品質管理 (現場施工のポイント)	(株)竹中工務店 生産統括部 技術部長 貞永 誠 氏
13:15～14:45	コンクリート工事の施工管理 (コンクリートの品質向上)	(株)大林組建築工事部技術課 副課長 前嶋 陽志 氏
15:00～16:30	建設業の安全管理 (現場での事故を防ぐために)	広島工業大学 教授(元大林組所長) 尾野本 悟 氏



■申込方法

- ①講習会名
 - ②受講券送付先郵便番号・住所
 - ③受講者氏名(フリガナ)
 - ④事業所名
 - ⑤担当責任者
 - ⑥電話番号・FAX番号
 - ⑦CPDを申請される方は申請先の団体名と登録番号
 - ⑧受講料支払方法(現金書留または銀行振込と送金予定日)
- 上記項目を明記しFAXまたは直接支部へお申し込みください。
受講料は前払い制となっていますので併せて銀行振込等で納入してください。
受講料入金確認後、受講券をお送りいたします。

■申込先

(一社)日本建築協会 中国支部
〒730-0805 広島市中区十日市町1-1-9
(相生通り鷹匠ビル4階 山陽工業(株)内)
TEL:082-232-6471/FAX:082-291-2233

【取扱銀行】

広島銀行本川支店 普通 3424438
シャ)ニホンケンチクキョウウカイチュウゴクシブ
(一社)日本建築協会 中国支部

「この講習会は、建築関連CPD6単位
認定プログラムです。」

主催：(一社)日本建築協会東海支部 共催：コクヨマーケティング(株)・(株)日立ビルシステム

東海支部 定期研修会のご案内

東海支部ではこの度、会員に向けて最新の技術ならびにトレンド等を提供することを狙いとして定期研修会を開催する運びとなりました。今回はコロナ禍を踏まえオンラインでの開催となりますが、当該研修を通じ会員のみなさまの知識習得・向上につなげていただきたく、ご多用とは存じますがご参加くださいますよう、よろしくお願い申し上げます。

CPD 単位申請中 (2 単位)

○日程：11月12日 (木) 14:00～16:20

セミナー 1 14:00～14:50 「ポストコロナにおける働き方改革のKSF」

スピーカー：コクヨ(株) 立花保昭

コロナ禍を受けて社会が強制的にアップデートされ、オフィスや働き方に新たな変化が出現しており、それらを踏まえた働き方改革のキーポイントとは何か、最新の情報・知見に基づく考察をお伝えいたします

セミナー 2 15:00～15:30 「日立が提供するビル管理効率化ソリューション」

スピーカー：(株)日立ビルシステム 浅野充利

コロナ禍において様々な人が出入りする建物は、感染予防と建物内の快適な移動がポイントとなります。建物内で働く人・訪問する人への快適な環境の実現に向けて、日立のビル管理効率化ソリューションをお伝えします

オフィス視察 15:40～16:20 コクヨ名古屋ライブオフィスバーチャル視察ツアー

コロナ禍を踏まえオフィスの役割を再定義し、中長期の働き方も考慮した課題解決を各所に施し、社員が自ら挑戦している「ライブオフィス」での新たな働き方・しくみ・運用面の取組について、ライブ映像を通じて実際に案内されているかのようにオフィスをご視察頂きます



コクヨ(株) 立花保昭



(株)日立ビルシステム 浅野充利

○会場 Zoomを使用したオンライン研修会 (開催10分前から参加可能です)

※ご参加の会員さまへ、別途Zoomミーティングの招待をいたします

○参加費 無料

※今後の研修会をより良いものとするため、ご参加の方々へアンケートにご協力お願いいたします

○申込締切 10月9日 (金) まで 先着50名 (予定)

○申込方法 ①催し名「2020年11月 定期研修会」、②氏名、③所属 (企業名)、④E-mailアドレス (後日ご案内をメールでURL等お知らせいたします)、⑤会員・一般・学生の種別、⑥CPDを申請される方は申請先の団体名と登録番号を明記しFAX またはE-mail で申込先まで送付してください

○申込先 (一社)日本建築協会東海支部 Fax: 052-201-3601 E-mail: info@aaj-tokai.jp

<東海支部HP <http://www.aaj-tokai.jp> ぜひご覧下さい>

【個人情報の取り扱いに関して】

☐ 今回の定期研修会に関するご案内・ご連絡のために利用させていただきます

☐ ご提供いただきました個人情報は共催するコクヨマーケティング(株)および(株)日立ビルシステムと共同利用いたします

イケフェス大阪 特別連携企画のお知らせ

2020年のイケフェス大阪（Open House Osaka）は、インターネット上で「バーチャルな」建物公開を展開するかたちで開催が決定されました。

10月24日（土）・25日（日）の開催に向けて、今年ならではのユニークなイケフェス大阪を計画されています。（なお、今年はガイドブックの発売は行いません）

当協会はイケフェス連携事業として、まち歩きを企画、「スペシャルツアー日本建築協会Presents! 船場・堺筋を歩く」（2018年）、「スペシャルツアー日本建築協会Presents! 天王寺の近代遺産と下寺町の台地を歩く」（2019年）を実施してきました。

本年もイケフェス大阪と連携し、バーチャルまち歩き

「日本建築協会 Presents!

史料と歩くおおさかの今とむかし」

を行います。

100年以上の歴史を持つ日本建築協会は、建築の団体として機関誌『建築と社会』の発行を中心に、大阪のまちを記録し、発展に寄り添ってきました。

個々の建物ばかりでなく、建物が連なったまちなみの魅力、人が集まる界隈の魅力などを探訪してきた、一昨年の船場・堺筋、昨年の天王寺界隈をバーチャルで探訪します。

協会が持つ記録史料も交えて、現在の姿と見比べながらのツアーです。

過去2年、選に漏れて参加できなかった方々もぜひこの機会に当会ホームページ<http://www.aaj.or.jp>へお越しいただき特設ページのバーチャルまち歩きをお楽しみください！

開催期間（予定） 2020年10月24日（土）～



「建築と社会」1928（昭和3）年1月号より「北濱ビルより望みたる堺筋一帯」



「建築と社会」1928（昭和3）年1月号より「芝川ビルディング」



2019年10月27日のツアー風景 一四天王寺一



2018年10月27日のツアー風景 一芝川ビル前一

特集一覧 ●1998~2019

「建築と社会」と改題し、今日に至っている。
取り上げてきた特集テーマは下記のとおりで、バックナンバー購入希望は、
日本建築協会事務局（TEL 06-6946-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
●新しいまちづくりの予感 ●東畑建築事務所創立65周年	●Concrete ●九州とわたし、そして建築	●東海支部会員作品 ●信州一諏訪とその周辺一	●街並みの演出一最近の外構材料	●生活環境の安全・安心	●地球環境保全と建築	●心と体を元気にするインテリア	●建築設備一ビルメンテナンスの立場から	●建築への証言 98一21世紀に向けて	●ゆれをとめる一たえたる技術からかゝす技術へ	●私の空間作法 ●2001年の医療施設	●第45回青年技術者 ●駅とともに歩んだ 関西日本の12年
●「らしさ」のデザイン ●建築を競う小粋なモノの仕掛人	●大阪府都市整備局	●東海支部会員作品 99 ●北信州一街並み修整と地域文化の再構築	●都市のバブルック	●関西建築界の流れと東國謙三の足跡をたどる	●大阪城天守閣平成の大改修	●改正建築基準法一まちづくりの展開一	●私の目のみた環境問題	●アーバンインテリ一都市空間としてのインテリア	●木とともに*	●私の空間作法	●第46回青年技術者
●21世紀のデザインの動向を見る ●安井建築設計事務所創業75周年*	●中国支部一しまみ海道と中国地方の街づくり一	●東海支部会員作品 2000 ●越前一前川一地域文化の復興と新たな施設づくりの流れ	●ここを癒す環境デザイン	●測る一測定方法と測定結果が意味するもの一	●スケルトン&インフィル	●改正建築基準法一パートII一	●100年後へのメッセージ ●日建設計創業100周年	●来世紀に引き継ぐ一わざ、もの、こころ一	●時間*	●私の空間作法一会員作品一 ●21世紀の高齢者の居住環境	●第47回青年技術者
●エヌ・ティ・ティファシリティーズ*	●21世紀の建築設計教育	●東海支部会員作品 ●岐阜・大垣	●IT社会におけるきずな	●自然素材をめぐる「もの・わざ・ひと」	●成熟社会をささえるまちづくり	●現代の日本の空間・文化を探る	●環境一近未来に向けて今できること一 ●大建設計一作品特集 1996~2001一	●建築の力 都市の力	●緊張 ●都市基盤整備公団関西支社	●私の空間作法一会員作品一	●第48回青年技術者 ●NHK大阪放送会館・大阪駅博物館
●国土交通省近畿地方整備局営繕部	●再生・リサイクル	●東海支部会員作品 ●愛知・名古屋	●生活環境の安全・安心 一パート2一	●塗装のいろいろ	●都市再生に向けた建築基準法集団規定のあり方	●いま、インテリアデザインは ●漢リパーブレイズ*	●建築をささえるセンサー	●建築とボランティア	●時を超えて一サステナブルエンジニアリングの現在一	●私の空間作法一会員作品一	●第49回青年技術者 ●大阪市中央公会堂
●東畑建築事務所創立70周年	●九州の地域づくり・まちづくり	●東海支部会員作品 2003 ●愛知・名古屋一この文化、芸術と建築、街づくりを考える一	●サスティナビリティー一近未来に引き継ぐ都市・建築、暮らしのデザイン一	●建築と五感	●都市計画法及び建築基準法等の改正	●コンバージョン一インテリアから発信するまちなみ一	●介護と建築・設備	●建築とノスタルジー一建築の主観的価値について一	●力と楽しくつき合う方法	●私の空間作法一会員作品一	●第50回青年技術者十周年技術者顕彰50年
●大阪市住宅局	●都市緑化	●東海支部会員作品 ●愛・地球博*	●省リスクな「まち再生」	●リニューアルの技	●地域住民主体のまちづくりと支援制度	●Product Design+1	●銭湯一心地よさを求めて一	●建築家とは何か	●巨大地震にそなえて	●私の空間作法一会員作品一	●第51回青年技術者
●震災から10年	●「健やか」 ●長崎医療センター	●東海支部会員作品 2005 ●東海における施設づくりへの新たな試み	●建築の経済化	●住まい方の変化	●人工栽培	●次世代に伝える「木」の建築 ●「建築と社会」1000号記念	●改正建築基準法と景観緑三法	●火災から守る	●構造の過去から未来へ	●私の空間作法一会員作品一*	●第52回青年技術者
●都市環境デザインと参加のまちづくり	●「地方空港の時代」一まちと共存する空港づくり一	●東海支部会員作品 2006 ●十東海支部特集3部作	●都市再生の本質一光と影のはざまで一	●変容する家族形態とあたららしいライフスタイル	●身近な省エネルギー一をたくわえ、有効利用する一	●設計図が伝えるもの	●建築物の安全・安心	●第53回青年技術者	●「セキュリティ」	●もしも…一構造が未来へつなぐ夢一	●私の空間作法一会員作品一
●光り輝く京都の景観まちづくり	●学校新時代	●東海支部会員作品 2007 ●十東海支部特集3部作	●創立90周年記念一この10年、これからの10年	●あそび考	●こだわりが創る住まいのカタチ	●住まいの設備と空間の移り変わり	●建築系雑誌が伝えるもの	●建築基準法等大改正	●第54回青年技術者	●ガラスを考える	●楽しい構造の世界
●私の空間作法一会員作品一	●PFI事業、その後*	●東海支部会員作品 2008 ●十東海支部特集3部作	●まちづくり2011年宣言	●新ホテル物語	●設備に役立つ地震対策	●中国地方を訪ね歩いて見えるもの ●小林聖心女子学院	●建築と景観	●第55回青年技術者	●木造住宅を巡って	●建築においてROBOTが活躍する日は来るのか？	●自然と戦う構造
●私の空間作法一会員作品一 ●京阪電車 中之島駅一新線が駅中を駆け抜ける一	●水の都にぎわいのある未来に向けて	●東海-TOKAI オムニバス	●楽しい福祉	●体感するインテリア	●建築空間が求める空気環境（空気質）	●建築と水	●実用レベルで展開される施工管理のIT化	●第56回青年技術者	●地域の歴史資産を活かしたまちづくり	●第16回会員作品特集「私の空間作法」	●構造家日記一頭の中をのぞいてみたら一
●創業110周年記念特集 NIKKEN SEKKEI	●建築とエコ技術	●東海支部復活50周年記念号 東海-TOKAI オムニバス	●食と建築・都市	●ホスピタリティのあるケア空間	●太陽光発電	●建築と石	●再生・受け継ぐ・繋がる*	●第57回青年技術者	●建築ストック社会の形成への展望	●LED照明の活用・将来を考える一人・地球への思いやり一	●東京スカイツリー
●山崎元一氏一建設地ストック再生実践一建設ストック活用時代の機軸！第7回 会員作品「私の空間作法」	●BIMは設計を変革するか？	●東海支部復活50周年記念号 東海-TOKAI オムニバス	●まちなかのサードプレイス	●変遷する「身の置きどころ」	●ECO一建築設備が出来るECO技術一	●建築と土	●鉄道駅に注目する	●第58回青年技術者	●火災に強い建築を考える	●コンクリートという素材	●構造教育と社会
●自然災害に立ち向かう力を求めて	●今、私が思う「和」	●東海支部特集	●第18回 会員作品「私の空間作法」	●中国市場に挑む	●ZEB ネット・ゼロエネルギービルを目指して一低炭素社会への実現に向けて一	●建築と窓	●巨大地震に備える	●第59回青年技術者	●超高齢社会に求められる住まい	●歴史的建造物の保存活用	●身のまわりの世界の「構造」を探る
●東畑建築事務所創立35周年 U-35のまなざし ●脱成長の時代を考える	●「らしくない」空間 ●小特集 ●中之島フェスティバルタワー	●東海支部特集	●第19回 会員作品「私の空間作法」	●コミュニティの「かたち」一人と人のつながりを再考する一	●無駄から見える節電	●第60回青年技術者	●グランフロント大阪	●素材としての建築	●建築に携わるものへの求め	●木の街をつくる	●実験
●エリアマネジメントの新展開に向けて	●融合する空間一新たな試み一	●東海支部特集 ●小特集 ●「ABENO REBORN」	●第20回 会員作品「私の空間作法」	●オフィス設備の変遷とこれから	●オフィスのこれから	●第61回青年技術者	●建築と時間	●省エネ・低炭素のこれまでとこれから	●大阪・町田地へへのバリエーション一新たな建築と社会との技術について一	●でっかいものはすごいぞ	●安井建築設計事務所90周年
●フォー・オールの時代に向けて	●場をつくる一プログラムの挑戦一リノベーションのリアル	●支部復活55周年記念 東海支部特集	●第21回 会員作品「私の空間作法」	●あかり・文化・創造	●これからの学びのかたち	●第62回青年技術者	●建築の価値	●空き家と向き合う	●職人がいなくなる一!!オリンピックと10年後に備えて一	●形態にあらわれた構造	●「図面」を変える一BIMの深化が誘う建設プロセスの変革一
●都市の記憶をたどって	●非日常の棲み処一寝泊まりの進化	●東海支部特集	●第22回 会員作品「私の空間作法」	●人の移動・物の移動・情報の移動	●第63回青年技術者	●おもてなしと建築	●UR都市機構 西日本支社一暮らし輝く先駆者のまちづくり	●人口減少社会のまちづくり	●見えないものを語る一新たな技術による施工管理・検査システムへの展開一	●構造を支える人と技術のつながり	●ボーダレス一消失する境界と拡張する領域一
●ニュータウンから学ぶこれからの「計画」	●第23回 会員作品「私の空間作法」	●日本の「建築と社会を繋ぐ」プロジェクト100	●東海支部特集	●建築設備の伝統と革新	●第64回青年技術者	●100年前の建築、100年後の建築一へ工匠・空間の視点から一	●観光立国を目指した宿泊施設について	●100年前の建築、100年後の建築一施工・材料の視点から一	●社会と繋がるディテール	●関西で木と生きる	●時間軸に挑むクリエイター達一時をデザインする一ということ
●東畑建築事務所創設85周年 ●温帯と暮らす	●第24回 会員作品「私の空間作法」	●東海支部特集	●働き方と価値：社会に繋がる多様なワークスタイル	●スポーツイベントを支える設備技術	●第65回青年技術者	●第1回片岡安貴（日本建築学会コンクール）募集テーマ「建築と社会一その関係性について一」	●平成と建築	●安全安心な本造建築物の利用促進への取り組みと今後の可能性	●山と建築一そこの山があるから登るのだ一	●重さと関わる	●こだわりの空間料理人
●共生社会のまちづくり	●第25回会員作品「私の										

4

建築と社会

Architecture and Society

Journal of the Architectural Association of Japan

日本建築協会

2020 10

Vol.101 No.1183

■特集予告

●11月号／構造家日記2020～構造設計者が今
感じていること～（仮）

●12月号／バーチャルリアリティとダイレクト
コミュニケーションがリンクする
社会へアフターコロナの新しい
体験の価値観を考えるー（仮）

特集 宇宙と建築

【総論】

宇宙と建築～未来の活動圏の構築へ向けて～●十亀昭人 ———— 10

【各論】

1 宇宙経済成長における宇宙輸送サービスと宇宙ホテル●大貫美鈴 — 14

2 国際宇宙ステーションと「きぼう」～宇宙に浮かぶ巨大建造物～
●和田 勝 ————— 16

3 恒常的な宇宙進出に向けて～人工重力施設～●大野琢也 ———— 18

4 火星を目指す若者たちへの教育の試み
閉鎖環境施設（バイオスフィア2）を用いた有人宇宙学実習：
SCB2●山敷庸亮 ————— 20

5 宇宙滞在と食料生産●宮嶋宏行 ————— 22

6 展開構造物と宇宙建築～宇宙居住を目指して～●高橋鷹山 ——— 24

7 3Dプリントによる月面基地
～フォスター・アンド・パートナーズとESAによる計画～
●鶴巻 崇 ————— 26

8 ルナコンクリート～月の砂から生まれる建設材料～●畑中葉穂子 — 28

9 宇宙における樹木・木材利用の探求●土井隆雄 ————— 30

【編集後記】————— 33

会告	第4回片岡安賞（日本建築協会論考コンクール）募集要項 中国支部主催 中堅社員技術講習会のお知らせ 東海支部主催 東海支部 定期研修会のご案内 イケフェス大阪 特別連携企画のお知らせ 第27回 会員作品“私の空間作法”作品募集	1 2 3
----	--	-------------

作品作風	立誠ガーデン ヒューリック京都	6
------	-----------------	---

gallery	鉄を打つ●志村高弘	8
---------	-----------	---

法令コーナー	建築物における電気設備の浸水対策ガイドラインについて ●森田由佳	34
--------	-------------------------------------	----

設備の頁	高精度な湿度制御が可能な気化式加湿システム ＜WIT WET＞●間宮啓介 有村哲郎	35
------	--	----

再読 関西の建築	大江ビルヂング●山形政昭	37
-------------	--------------	----

建築と社会を 考える	建築と社会の関係を生活から見直す ●黒石いずみ	42
---------------	----------------------------	----

information	六甲ミーツ・アート 芸術散歩2020／特別展 埋忠 〈UMETADA〉桃山刀剣界の雄／光一呼吸 時をすくう 5人／安野光雅のふしぎな絵本展／令和3年経済センサス ー活動調査を実施します。	46
-------------	--	----

月間の動き	2020年 8 月	48
-------	-----------	----

今月の表紙

撮 影 者：福西 博（フクニシ ヒロシ）

撮影場所：日鐵御堂筋ビル

撮影時期：2015年12月

写真について

大阪市のシンボルロードである御堂筋に面する「日鐵御堂筋ビル」の解体現場ですが、組み上げられた足場が美しく光り、思わずカメラを向けました。足場、そして仮設階段が幾何学的な美しさを醸し出しています。



まちのオープンスペースである立誠ひろばと旧校舎・増築棟



立誠ガーデンヒューリック京都

改修後の旧校舎正面

立誠ガーデン ヒューリック京都

建 築 主 ヒューリック株式会社
 設計・監理 竹中工務店
 施 工 竹中古瀬建設共同企業体

未来へ繋ぐ新たなまち

1926年に竣工し、15年前廃校となった京都の旧立誠小学校の跡地を活用し、60年間未来に繋ぐプロジェクトである。

旧立誠小学校は京都で現存する最古のRC造の校舎でヨーロッパの様式に則った立面構成となっており意匠性は高く京都市の歴史的風致形成建造物に指定されている。また当小学校は日本において学校制度が整備される前に当時の町衆が資金を工面して設立した番組小学校の一つで自治会の寄り合いなどにも利用されていた。元々グラウンドがあった場所は回廊で囲まれたオープンスペースを設けてまちの広場とし、高瀬川沿いの旧校舎の一部を保存して耐震補強と改修をし、西側に増築棟を配置した。1階を自治会館、図書館、ホール、商業テナントによるパブリックスペースとし、2階以上にホテル機能を集約することで、地域のコミュニティ機能とホテルが共存する計画とした。一つのデザインコードで街区全体をまとめるため、増築棟は旧校舎のオーダー（秩序）に倣った外観デザインとした。ホテルへのアプローチは高瀬川を渡り、旧校舎を通して施設のエントランスロビーに面するホテル入り口から最上階へ上がる動線計画とし、ゲストに8階の東山への眺望を最大限体感できるようにした。ホテルのインテリアデザインは旧校舎が竣工した1920年代をイメージしている。

(中村圭祐・足立裕己・奥田祐大／竹中工務店)

所 在 地 京都市中京区蛸薬師通河原町東入備前島町310-2他

敷地面積 4,851.68㎡

建築面積 2,693.16㎡

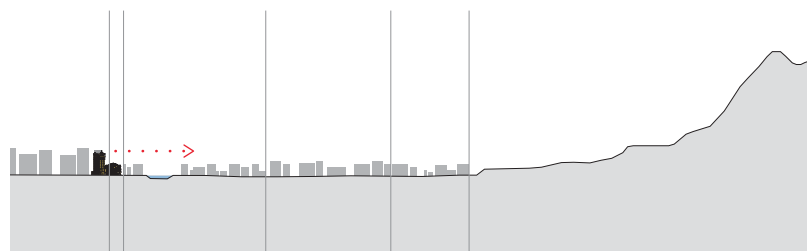
延床面積 14,929.84㎡

構造規模 (既存棟) RC造一部S造 地上3階(増築棟) S造一部SRC造 地下1階地上8階塔屋1階(東屋) S造 地上1階(回廊) S造 地上1階

工 期 2018年11月～2020年6月

最 寄 駅 阪急電鉄京都線 河原町駅

撮 影 古川泰造



31m 15m 12m 15m 12/15m 高さ規制
 700% 400% 400% 400% 200% 容積率



旧校舎3階に保存した自強室（じきょうしつ）



旧校舎を改修したゲストルーム



増築棟のデラックスルーム Classy



3階の宿泊者専用ラウンジ



8階のバーからみた東山

鉄を打つ

立体造形作家

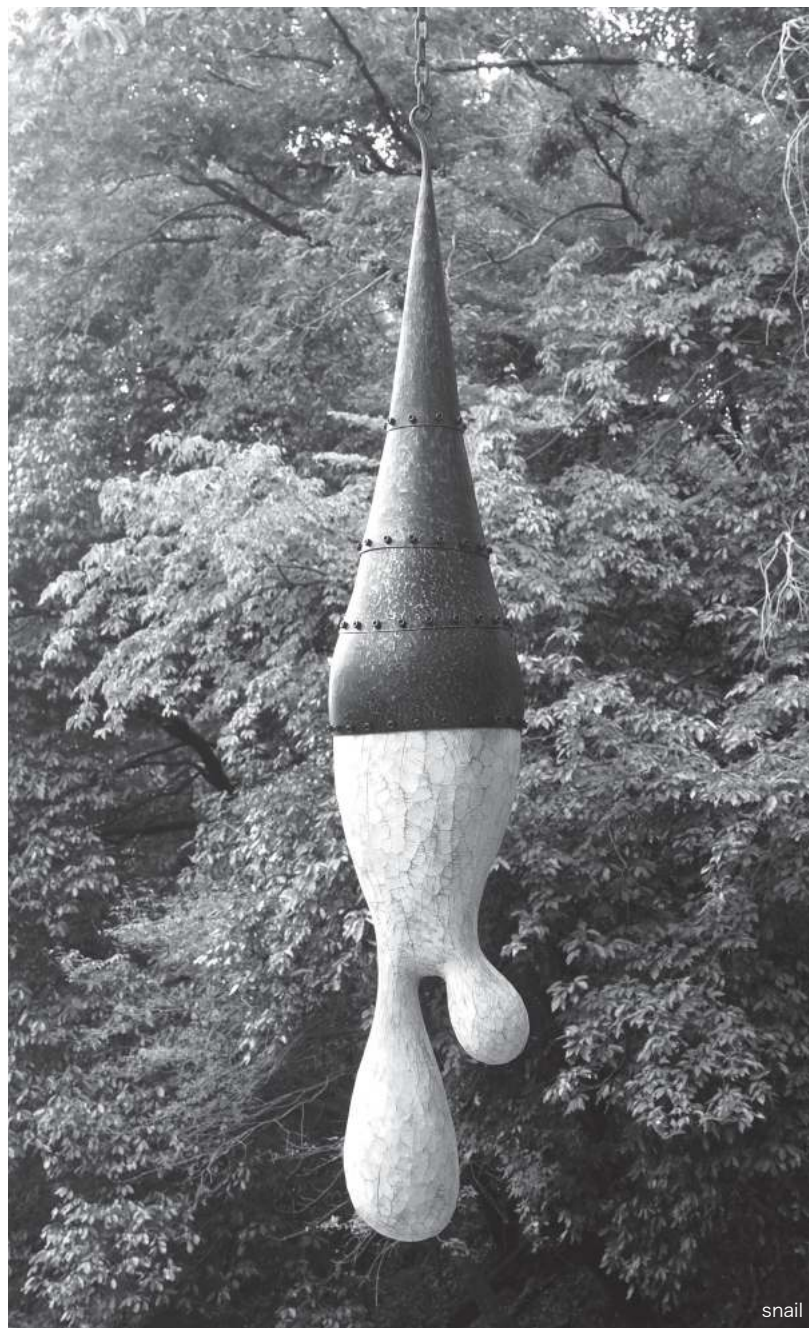
志村 高弘

季節の移ろいを感じながら鉄と対峙する。
概ね鉄は硬さや冷たさの代名詞のよう。
打ち込む度に山に響く槌音は鉄の素直さと温かさの証であり、
生まれ出るカタチがそれを示してくれる。

そのカタチが存在する必然性に於いては、
エスキースとそれの具現化の行為との双方向のアプローチで
腑に落とせるところを模索し導き出す。
かつて人の手の延長線にあった身近な機械が
数学的な美しさをもち、道理と驚きを教えてくれた事が
意識のどこかに存在している。



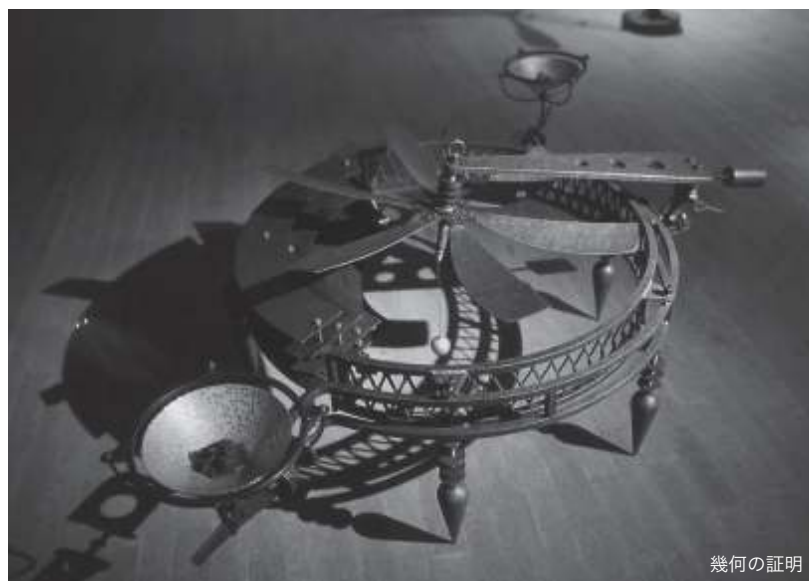
seed



snail



theodolite



幾何の証明

志村 高弘（しむら たかひろ）

1969 三重県松阪市生まれ

1991 金沢美術工芸大学 工芸デザイン卒業

1993 金沢美術工芸大学大学院 産業美術学科修了

1997－2020 現代日本美術展 入選・個展・グループ展等

<https://takahiro.46ra.page/>

21世紀、宇宙空間は人類の新しい居住空間となりうる可能性はあるのだろうか？
実現している具体的な例は国際宇宙ステーション（ISS）、構想段階では月面基地や
火星基地、宇宙工場などが存在する。宇宙建築を現実のものとするためには建築学や
宇宙工学はもちろん、様々な分野の知の結集が必要である。
今回の特集では、各分野の取り組みを紹介し、
夢の実現に向けて論じていきたい。

編集委員 藤丸啓一

特集 宇宙と建築

【総論】 宇宙と建築～未来の活動圏の構築へ向けて～

十亀昭人

【各論】

1：宇宙経済成長における宇宙輸送サービスと宇宙ホテル 大貫美鈴

2：国際宇宙ステーションと「きぼう」～宇宙に浮かぶ巨大建造物～

和田 勝

3：恒常的な宇宙進出に向けて～人工重力施設～

大野琢也

4：火星を目指す若者たちへの教育の試み

閉鎖環境施設（バイオスフィア2）を用いた有人宇宙学実習：SCB2

山敷庸亮

5：宇宙滞在と食料生産

宮嶋宏行

6：展開構造物と宇宙建築～宇宙居住を目指して～

高橋鷹山

7：3Dプリントによる月面基地

～フォスター・アンド・パートナーズとESAによる計画～

鶴巻 崇

8：ルナコンクリート～月の砂から生まれる建設材料～

畑中菜穂子

9：宇宙における樹木・木材利用の探求

土井隆雄

【編集後記】

企画：施工材料分科会

宇宙と建築 ～未来の活動圏の 構築へ向けて～

東海大学工学部建築学科准教授

十亀昭人

1970年愛媛県生まれ。1995年東海大学工学研究科建築学専攻修了。2000年東京工業大学大学院総合理工学研究科人間環境システム専攻修了。博士（工学）。JAXA小惑星探査機はやぶさ開発メンバー（AMICAチーム）、宇宙建築ベンチャー企業「(株)OUTSENSE」顧問、宇宙建築サークル「TNL」顧問などを務める。「宇宙建築の会」の立ち上げメンバーであり、宇宙飛行士の山崎直子氏らと共に宇宙建築コンペ「宇宙建築賞」を企画・運営する。関連書籍に「宇宙建築Ⅰ」、「宇宙建築Ⅱ」。現在、第7回宇宙建築賞「テーマ：間～AWAI～」において新たな宇宙建築のアイデアを公募中である。

■—BLUE OCEAN—

●生命はどこへ向かい、建築家は何を担うか

今から約40億年前、我々人類の遠い祖先は海の中で誕生したと考えられている。単純な細胞の生命として生まれた私たちの祖先は、その後カンブリア紀に至るまで、世界中の海へと生存環境を広げ、大きな進化を遂げた。

一方、当時の陸はというと、穏やかな海とは反対に、とても過酷な環境であったといわれている。しかしながら、我々の祖先は、その過酷であった陸上へと更に生存環境を拡大するという選択をし、現在の多様な地上生物が生まれてきたのである。

このように、地球生命の進化の歴史は、活動圏の拡大の歴史であったともいえる。現在の地球生命を遠く宇宙から眺めてみれば、この小さな惑星に永遠と留まり続けるという方が不自然なようにも思われる。かつての繁栄を極めた恐竜時代が、地球全体の質量から見れば極めてわずかといえる質量の隕石によってあっけなく終焉してしまったことや、昨今叫ばれる地球資源の有限性を考えれば、生命の宇宙進出は、むしろ当然の運命のようにも考えられる。幸い私たちは、太陽系内の小惑星帯、及び惑星に付随する多様な衛星などの豊富な資源を眼前に持ち合わせている。過酷ではあるが、宇宙へと向かおうとする我々の遺伝子の奥底に組み込まれた意志は、海から生まれた私たちの本能のようにも思えてくる。

私たちは、建築家という職業の枠を知らず知らずのうちに小さく認識していなかっただろうか。今、私たちの生活の中で「居住」という根本的な生命活動の一端を担うべき建築家の役割を、改めて考え直す必要はないだろうか。建築家は、これからの地球生命を新たな「BLUE OCEAN」へと導く「輝ける道程」を指し示す大きな役割を担っているといえないだろうか。

この特集では、現在の世界の宇宙建築に関わる情勢を、様々な視点から、多様な分野の方々とご紹介していきたい。

■SFから科学へ

●ジェラルド・オニールのスペースコロニー

SF小説などの「宇宙モノ」はいくつか挙げられるものの、宇宙建築という視点でいえば、

その最初期の象徴的な提案として、ジェラルド・オニール博士のスペースコロニー構想が挙げられる（次図参照）。これは、同図のようにシリンダー状の居住空間を回転させることによって人工重力を作り出そうとするアイデアであった。同案は、その後の様々な宇宙基地計画から、果ては多くのアニメーションに至るまで、私たちに大きな影響を及ぼしてきた計画案である。克服しなければならない課題は多くあるものの、人工重力の生み出し方などについて、多くの科学的な知見を取り入れた提案であったといえる。



ジェラルド・オニール博士のスペースコロニー構想
ジェラルド・オニール

■現実となった宇宙建築

●国際宇宙ステーション（ISS）

オニール博士のスペースコロニー構想から時代は進み、私たち地球生命にとって地上以外で恒久的に暮らす初めての宇宙建築物となったものが「国際宇宙ステーション（ISS）」である（次図参照）。宇宙居住の夢を最初に実現した記念すべき施設であり、米口の国際競争から、国際協力の時代へ突入した象徴的な宇宙建築物といえる。

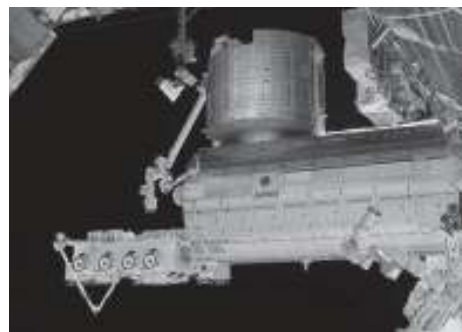


国際宇宙ステーション（ISS）
JAXA

●ISSの日本モジュール（JEM／きぼう）

国際宇宙ステーションの国際協力プロジェクトに参加した日本の宇宙建築物として「JEM／きぼう」が挙げられる。詳しくは後述の和田氏にご紹介頂くが、日本の高い技術力

を示した建築といえる。日本独自の暴露部といういわば宇宙の「前庭」を持ち、ここで行えない様々な宇宙空間での暴露実験が行われた（次図JEM写真の左下部）。他国のモジュールに比べ静かなこのエリアには、本来の就寝場所ではなかったものの各国の宇宙飛行士が就寝に来ていたというニュースも記憶に新しい。



ISSの日本モジュール（JEM/きぼう）
JAXA

■世界の宇宙建築

●アメリカの現況

現在のアメリカの宇宙開発計画は、アルテミス計画／月軌道プラットフォームゲートウェイに集約されると言っても過言ではない。

今後、女性を含む宇宙飛行士を約半世紀ぶりに月面へと送り込む計画である。今もっとも旬なアメリカ主導のプロジェクトであり、先日、日本もこのアルテミス計画に参加することが発表され、今後選ばれるであろう日本人宇宙飛行士が、月面へ降り立つ可能性も出てきたのである。まさにアニメの宇宙兄弟のような話が実現する。この計画では、次図のような月軌道プラットフォームゲートウェイを月の近傍に建設し、人類の月面での活動をバックアップしていく予定となっている。



月軌道プラットフォームゲートウェイ
NASA

●欧州宇宙機関（ESA）の現況

アメリカだけでなく、もちろん欧州宇宙機関（ESA）においても宇宙居住のための研究開発が進められている。2015年から行われていたNASAの3Dプリンタを用いる宇宙建築

コンペティションに参加する形で、イギリスの建築家ノーマン・フォスター氏とESAがコラボレートした案が発表され注目された（次図参照）。このコンペはいくつものステージ（フェーズ）を経て現在に至っており、今回、その当時のフォスター事務所所属であった鶴巻崇氏にこの概要をご寄稿頂いている。後述記事を是非ご参照頂きたい。



フォスター+パートナーとESAによる月面基地計画
フォスター+パートナー／ESA

●その他の国の現況

今や、日本を抜いてアメリカ、ロシアに次ぐ宇宙大国となった中国の宇宙探査計画や、宇宙ステーション計画などはよく知られているが、その他の国で近年注目されているのは、インド、宇宙資源のルクセンブルク、そして先日JAXAのH2Aで火星探査機の打ち上げが行われたUAEなどである。次図はUAEの火星基地プロジェクトの地上実験施設の図である。



「MARS 2117 PROJECT」のための地上実験施設
「The Mars Science City Project（ドバイ/UAE）」
Popular Science WEB

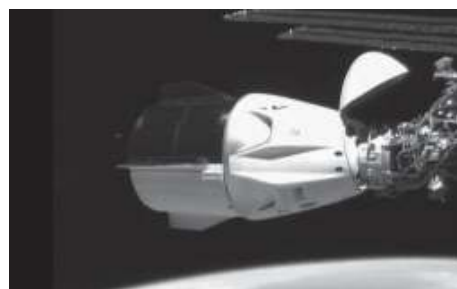
■アメリカ民間企業の台頭

●イーロン・マスク氏とSPACE X社

現在、アメリカの宇宙開発において、欠かせない存在となっているのが民間企業による宇宙開発プロジェクトである。中でも精力的に研究開発を行っているのが、イーロン・マスク氏が率いるSPACE X社である。独自の火星移住計画を発表し、世界に衝撃を与え続けている。次図に「Mars Base Alpha」の計画案と2020年7月に行われた同社のクルードラゴンとISSのドッキング写真を示す。



「マーズ・ベース・アルファ（Mars Base Alpha）」
イーロン・マスク氏の火星基地計画 SPACE X社



SPACE X社のクルードラゴンとISSのドッキング
NASA

●ジェフ・ベゾス氏とBLUE ORIGIN社

現在、イーロン・マスク氏と並んでアメリカの宇宙開発を牽引するのは、AMAZONのCEOで、BLUE ORIGIN創業者のジェフ・ベゾス氏である。次図にBLUE ORIGIN社の月着陸船と、スペースコロニー構想を示す。前述のジェラルド・オニール博士のスペースコロニー構想に類似しているが、ベゾス氏がプリンストン大学の学生時代に、オニール博士の授業を受けていたということは興味深い。

なお、SPACE X社、BLUE ORIGIN社については、後段で大貫氏に詳しい説明を頂く。



「月着陸船Blue Moon」
ジェフ・ベゾス氏の月着陸船モデル BLUE ORIGIN社



「ジェフ・ベゾス氏のスペースコロニー構想」
スペースコロニーCG BLUE ORIGIN社

■日本の宇宙建築

●ゼネコンと宇宙建築

日本における宇宙建築研究の発端は、1980年代の建設バブル期の建設会社から始まる。元・大林組の斎藤隆雄氏によれば、清水建設宇宙開発室と大林組の宇宙開発チームが同時期に立ち上がり、間もなく竹中、大成、鹿島、東急、西松と他の多くのゼネコンまでネットワークが広がり、宇宙開発建設研究会（通称CEGAS／シーガス）が立ち上がった。幸いにも筆者も末端メンバーとして活動をさせて頂いていたが、当時のCEGASは、各ゼネコン数名ずつが参加し、コアメンバーとして常時精力的に活動を行っていたものは20名前後であつたろうか。現在の宇宙建築に関わる方々が多く活動を行っていた。

次図に当時の大林組の火星居住に関わる研究開発の一例を挙げる。



大林組の火星基地構想
大林組

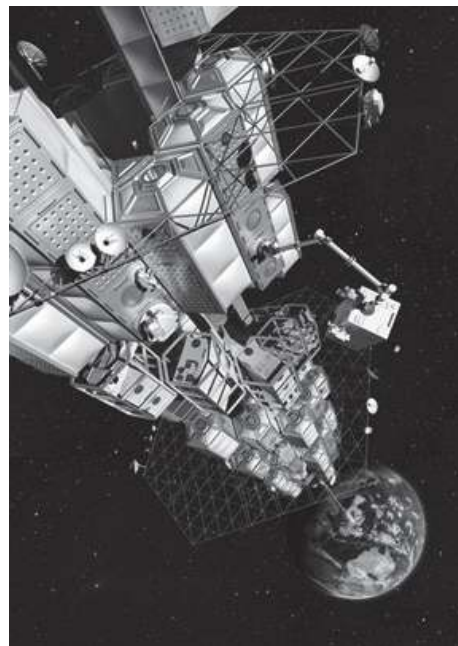
当時の大林組は、NASAエイムズ研究センターより石川洋二氏を招聘し、火星基地計画を中心として精力的に活動を行っていた。また、清水建設は、アメリカの笹川宇宙建築センター（SICSA）のラリー・ベル氏らとの繋がりを持ちながら、当時のNASDA（現JAXA）が開発していた「JEM／きぼう」の設備設計に、野崎健次氏らを派遣したり、関連会社として松本信二氏らがCSPジャパンを立ち上げるなど活発な活動を行っていた。本特集で執筆頂いている大貫美鈴氏も清水建設宇宙開発室の出身である。他にも、西松建設は、栗原和夫氏らが当時の航技研（現JAXA）より齋藤潤氏を招聘し、「小惑星探査機はやぶさ」に多大な協力を行い、東急建設では大橋康廣氏や、奥村幹也氏らを中心としてルナーテクスタイル工法などの研究開発を進めていた。

バブル崩壊後、しばらく活動が行えない時期があつたが、これらの活動は、日本の宇宙建築の発展に大きな足跡を残したといえる。

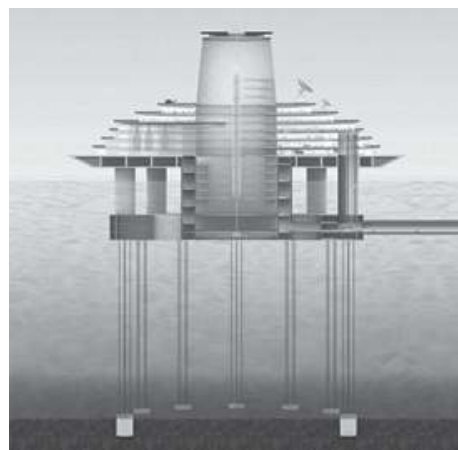
現在は、鹿島建設、大林組、清水建設、東急建設、MISAWAなど、再び活発な活動が行われてきている。次図に、鹿島建設（有志）、大林組の現在の研究開発例を示す。それぞれ、「人工重力発生施設の構想（大野氏による後述記事参照）」「大林組の宇宙エレベーター構想」「その地上施設としてのアースポート構想」の図である。



人工重力発生施設の構想
鹿島建設（有志）



大林組の宇宙エレベーター構想
大林組



アースポート構想（海上部）
大林組

●日本の宇宙建築のベンチャー企業

アメリカにおいて、宇宙開発に関わるベンチャー企業が多く生まれているように、日本においてもいくつかの宇宙開発ベンチャー企業が生まれている。

次図は、民間による日本初のロケットとして話題となったMOMO 3号機の図である。JAXA以外の民間企業の打ち上げ成功は、日本社会に大きなインパクトを残した。



日本初の民間企業ロケット MOMO 3号機
インターステラテクノロジズ社

他にも、月面のローバー着陸を目指したispace、インフォステラ、アクセルスペース、アストロスケール、エールなど、多様な企業が生まれている。

中でも、日本初の宇宙建築に関わるベンチャー企業として注目されているのがOUTSENSE社である（次図、及び後述記事参照）。



OUTSENSE WEB
OUTSENSE社

同社がアメリカのSXSWで発表した展開構造物の写真は次図に示す。



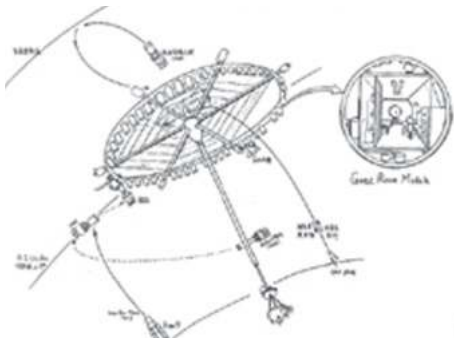
3次元剛体展開構造物の展示写真
OUTSENSE社

この企業は、日本独自の折り紙技術を応用し、そのアイデアを厚みのある構造物へと昇華させ、展開構造物という大学内での基礎研究を、社会に役立てるべく活動を行っており、将来、何らかの宇宙建築物を建てることを目標としている。

■日本の教育機関と宇宙建築

●大学における宇宙建築研究

宇宙飛行士の山崎直子氏が東京大学航空学科の卒業設計（1993）で宇宙ホテルの建設に関して研究を行っていたことはよく知られている。筆者自身も卒業設計で月面基地デザインの提案（1993）を行ったが、1990年代に幾人かの大学生が宇宙建築に取り組んでいたように記憶している。当時、国際宇宙ステーション計画も着々と進んでいた時期でもあり、このような学生が生まれてきたものと考えられる。その後筆者自身は、当時、宇宙の建築家ともメディア等で紹介されていた「ミウラ折り」の三浦公亮東京大学名誉教授の流れをくむ研究室において展開構造物の研究を志し、縁あって2002年より大学での宇宙建築研究に携わることとなった。その後も、後述頂く東京大学・畑中菜穂子氏による月面コンクリートの研究、同大・星川力氏らによる宇宙エレベーターに関する研究・設計を始め、数件の宇宙建築に関わる成果が発表されてきた（参照：10+1 No.46：松村秀一編著，INAX出版，2007）。



山崎直子宇宙飛行士の学生時代の宇宙ホテル設計
東京大学航空学科卒業設計（1993）

大学の研究室としては（自身の大学の研究室紹介は控えるが）、2017年に宇宙飛行士の向井千秋氏、木村真一氏らが東京理科大学において立ち上げたスペース・コロニー研究センター（次図参照）、後述して頂く土井隆雄宇宙飛行士らの京都大学宇宙総合学研究ユニット（次図参照）などが活発に研究を行っている他、東北大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻宇宙システム講座の榎原幹十朗氏の研究室などにおいても宇宙建築を志す学生が集い、その研究の萌芽が生まれつつある。また、湘南工科大学の井上文宏氏、国際医療福祉大学の宮嶋宏行氏の研究室なども知られている。



東京理科大学スペース・コロニー研究センターWEB



京都大学宇宙総合学研究ユニットWEB

●学生チームの芽生え

2015年、個々の大学の卒業設計や卒業研究課題として、設計や研究を単発的に行っていたような学生らが、大学間の垣根を取り払って集ったチーム「TNL（学生代表：長谷川翔紀氏/東工大）」が生まれた（次図参照）。ここでは日々、宇宙建築に関する活発な活動を行っており、全国の学生間の宇宙建築のネットワーク作りの一端を担っている。



宇宙建築学生サークル（TNL）のワークショップ一例
TNL

●宇宙建築コンペ「宇宙建築賞」

2014年、CEGASの元メンバーを中心として「宇宙建築の会」というチームが立ち上がり、その会の活動の一環として、宇宙建築に関する様々なアイデアを全国から募集するべく「宇宙建築賞」というコンペティションが毎年開催されるようになった。この活動にはTNLも参加し、現在第7回まで継続して募集が行われてきている（次図参照）。この宇宙建築賞は、NASAの3Dプリンタを用いた宇宙建築のアイデアコンペや、火星居住に関するコンペに先駆けてスタートしていた点でも注目され、昨年募集を終了したNASAの3Dコンペに比して、現在でも継続的に開催されているという点も特筆できる。



第1回 宇宙建築賞 最優秀案（後藤礼美、星川力、小林玲子、善野浩一、菱田哲也、山田英恵）
RELATIVITY IN SPACE/宇宙建築コンテスト実行委員会



第3回 宇宙建築賞 最優秀案（坂本陽太郎、竹村健司、四宮駿介、温興文、Patcha Pompragiti）
LUNA'S ARK/宇宙建築コンテスト実行委員会

■未来の活動圏の構築へ向けて

21世紀を代表する英国の理論物理学者スティーブン・ホーキング博士は、生前、今後100年以内に人類に大きな危機がもたらされるということを予想した。「人類が生き延びていく唯一の道は広がることである。私は、人類は地球以外の居住環境を求めなければならないと確信している。」とも述べている。

地球、そして、人類の将来を見据えた天才科学者の言葉の意味は極めて大きく、私たち建築家の今後の宇宙居住に関わる役割も小さくない。

現在芽生えつつあるこの宇宙建築学の研究・開発に関わる流れは、「新たな時代の意志」として、未来人類の活動圏の構築へ向けた大きな一歩となるに違いない。

（そがめ あきと）

宇宙経済成長 における 宇宙輸送サービスと 宇宙ホテル

スパークス・イノベーション・
フォー・フューチャー株式会社
シニアバイスプレジデント

大貫美鈴

清水建設株式会社宇宙開発部署、宇宙航空研究開発機構（JAXA）での勤務を経てスペースアクセス㈱を設立、宇宙ビジネスコンサルタントとして活動。2020年4月よりスパークス・イノベーション・フォー・フューチャー㈱シニアバイスプレジデント、宇宙投資担当。2015年から経済産業省国立研究開発法人審議会委員。国連世界宇宙週間理事ほか。著書に「宇宙ビジネスの衝撃」（ダイヤモンド社、2018年）、「宇宙旅行入門」（東京大学出版会、2018年、共著）「来週、宇宙に行ってきます」（春日出版、2009年）ほか。日本女子大学卒業、東京都出身。

■宇宙経済圏の拡大

商業宇宙開発や利用の進展にともない、現在、宇宙経済圏は低軌道から深宇宙へと広がろうとしている。小型衛星の多数コンステレーションによる通信や地球観測などの利用により宇宙産業に製造革命や規模の経済がもたらされ、衛星で取得する宇宙ベースの情報利用はさまざまなデータとの融合であらゆる産業に新たな価値を生み、宇宙3Dプリンティングによる宇宙製造など宇宙を利用したプロダクトやサービスは宇宙産業市場を創出・拡大している。さらに、商業サービスが始まった衛星運用延長や、今後計画されている、組み立て・除去・修理・補給といった軌道上サービスが衛星利用・運用のランドスケープを変え、月や小惑星における宇宙資源利用、有人火星飛行まで拓かれようとしている。このニュースペース、或いはスペース4.0とも言われる革新で、世界の宇宙産業の売り上げは現在の約45兆円から2040年代には300兆円を超えることが展望されている。

アマゾン創業したジェフ・ベゾスは「何百万人が宇宙に住んで働く社会をつくる」ビジョンを実現するために2000年にブルーオリジンを設立して宇宙開発に参入した。イーロン・マスクは「人類が複数の天体に住む」ことを目指した火星居住のビジョンを掲げて2002年にスペースXを設立した。ビジョンの実現に向けて再使用ロケットを開発して価格破壊をもたらすなど、宇宙産業が拡大するドライバーとなっている。

■商業宇宙輸送サービス

2020年5月、2人の宇宙飛行士を乗せたスペースXのクルードラゴンがアメリカから飛び立ち、国際宇宙ステーション（ISS）を往還した。スペースシャトルの退役から9年ぶりのアメリカの有人宇宙飛行の復活であり、民間が開発した宇宙機による初めての軌道飛行であった。クルードラゴンの宇宙飛行は経済振興のシンボルとして宇宙産業がさらに飛躍する幕開けと期待されている。今後、各国政府の宇宙飛行士の宇宙飛行とともに宇宙旅行を含む商業宇宙飛行も始まる。既にアメリカの宇宙旅行代理店のスペースアドベンチャーズは、約400kmのISS軌道よりも高い

1000kmを超える軌道にクルードラゴンで5日間の周回軌道を行う宇宙旅行の販売を開始している。今後、ボーイングのスターライナーも軌道飛行試験を終えて商業運航を行う。

ISSへの物資輸送サービスでは、スペースXのドラゴンやノースロップグラマンのシグナスの商業貨物船の運航による商業ペイロード（搭載物資）の増加で、ISSの商業利用や国際化が加速した。2021年からはシアラネバダの有翼型スペースプレーンであるドリームチェイサーによる貨物便サービスも始まる。スペースXのクルードラゴンやボーイングのスターライナーのISSへの有人輸送サービス開始で、有人宇宙飛行をとりまく状況は劇的に変わることが見込まれている。一方、ロシア、中国、インドなど米国外の有人機による輸送能力の拡大や低コスト化も進むであろう。2019年3月にUBS銀行が行った市場調査では、2030年までに宇宙飛行産業は80兆円を超えると予測されている。

■国際宇宙ステーションの商業利用

ISSは1998年に建設開始、2000年から宇宙飛行士の滞在が始まって以降20年にわたり運用されてきた。2010年ごろからは商業化が急速に進み、現在、宇宙ホテルを含む商業宇宙ステーション建設に向けたトランジションが始まっている。

ISSの商業利用の始まりは世界で初めての宇宙旅行であった。宇宙飛行士のISS滞在が始まった半年後、スペースアドベンチャーズがロシアのソユーズでアメリカ人実業家のデニス・チトーをISSに送った。スペースシャトルの退役でISSへの飛行手段が減る前の2009年までに、ISSに約10日間滞在する宇宙旅行は、1人のリピーターを含む8回7人の実績となっている。1人のリピーターがいるのは、数十億円という高額ではあるが、宇宙旅行がすばらしいものであることを語っている。

NASAは2019年に、ISSの商業化をさらに進めるためにLEO（低軌道）経済ビジョンを発表した。具体的には、ISSを民間に開放して、1年に2回の民間宇宙ミッションを受け入れ、段階的に利用を拡大する。ISSに滞在するにはNASAに1泊あたり3万5千ドルを支払うプライシングを明確に示した商業化政

策となっている。これを受けて、ビゲロウエアロスペースはスペースXのクルードラゴン4機をチャーター契約して52MドルでISSを往還する宇宙飛行を販売、アクションスペースは55MドルでISS滞在サービスの販売を開始した。

ISSの最初の10年は建設の時代、次の10年は研究・開発などの利用におけるスタートアップの時代で商業化が進んだ。2020年代のこれからの10年は産業化の時代で、ISSはキラーアプリの開発や地球上の市場に向けたプロダクトの製造から、メディア・広告・エンターテインメントまでさまざまに利用されるLEOの経済拠点となる。それにともない各国政府や商業宇宙飛行士の滞在、宇宙観光など有人宇宙活動の需要も増大する。

■商業宇宙ステーションの建設

宇宙ホテルを含む商業宇宙ステーションでは、LEOの宇宙経済活動の拠点として地球上を市場とするプロダクトやサービスを生み出し、深宇宙開発のための技術開発が行われる。

NASAではLEO以遠の有人宇宙ミッションを達成するためのネクストステッププログラムのもと、PPP（官民連携）で開発を推進しており、ISSに商業モジュールを接続する企業にアクションスペースを選定している。2021年には同プログラムのもとで独立した商業宇宙ステーションを建設する企業の発表が予定されている。

アクションスペースは、もとNASAのISSマネージャーであったマイケル・サフレディーニによって2016年に設立され、2020年にNASAがISSのハーモニーモジュールのドッ

キングポートを民間に開放して商業モジュールを接続するネクストステッププログラムに選定された。アクションスペースはボーイングやタレスアレニアなどとの戦略的パートナーシップで、これまでISSで確立してきた技術を転用することを基本とした開発を進め、2024年にモジュールを打ち上げてISSに接続する計画である。アクションスペースの商業モジュールには、フランスの著名な建築家／デザイナーであるフィリップ・スタルクを起用して快適に贅沢な時間が過ごせるようにデザインされており、透明の地球観測モジュールでは地球を全身で感じる体験ができる。アクションスペースでは、2020年代の10年間にISSや商業宇宙ステーションが生み出すLEOの経済効果は4兆円を超えると予測している。

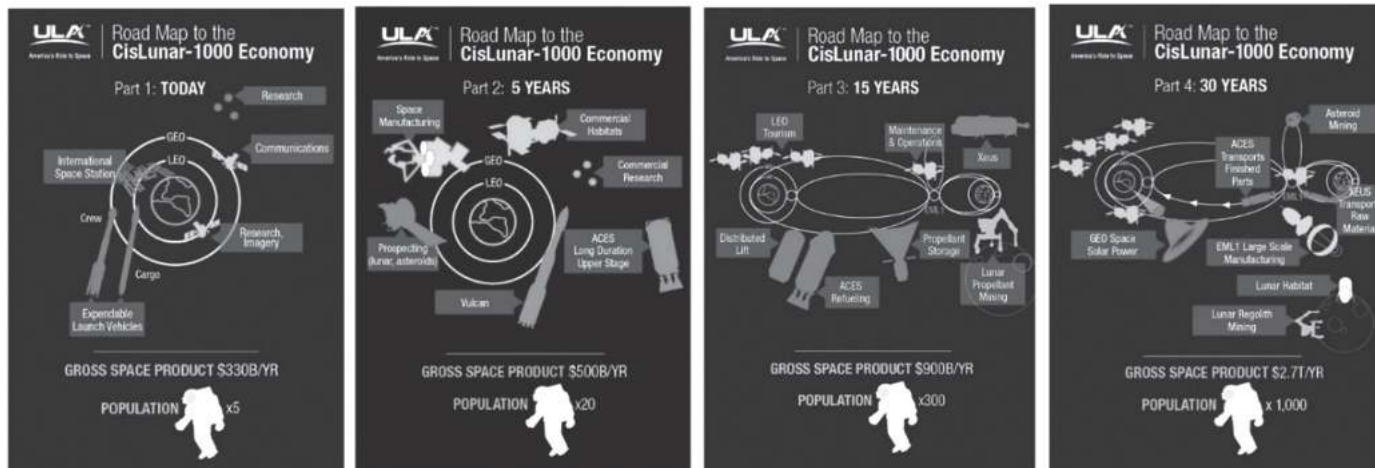
一方、ISSに初めて民間のモジュールを接続したのはビゲロウエアロスペースであった。同社は北ラスベガスを拠点に全米でホテル事業を展開しているロバート・ビゲロウによって、1999年に宇宙ホテルの建設を目的に設立された。NASAが1990年代に開発していたトランスハブの技術を購入して膨張式のインフレーターモジュール開発に着手、2006年と2007年にロシアから小型モジュールを打ち上げて軌道上で展開する実証試験を実施した。さらに2016年には世界で初めて民間のモジュールをISSに接続して展開した後、軌道実証を開始した。インフレーターモジュールは宇宙で膨らますことにより大空間を作ることが可能で、内部は快適に過ごせるよう設計されている。ボーイングやロッキードの大型ロケットを打ち上げているユナイテッド・ローンチ・アライアンス（ULA）と提携のも

と、2020年代の商業宇宙ステーション建設を目指している。その他、シアラネバダもインフレーター技術を利用した商業宇宙ステーションを開発している。

■月へ広がる宇宙経済圏

NASAはアルテミス計画で2024年までに宇宙飛行士を月に送り、その後恒久的な宇宙探査を目標に各国の宇宙機関や産業界とともに月近傍や月面開発を、そして究極的には火星の有人飛行を目指した取り組みを進めている。月への物資の輸送ではスペースXのドラゴンXLが、有人宇宙飛行ではスペースXのスターシップやブルーオリジンのブルームーンなど民間の輸送サービスも選定されている。

宇宙のエネルギーや資源利用などを目的に月に居住して働くシスルナ（月とその近傍）経済圏の創出を目指す民間企業の取組みも活発化している。現地の材料を使って3Dプリンティングやロボットによる月面基地の建設など、宇宙における恒久的な拠点建設やそでの長期滞在で、人が暮らすということは、宇宙に社会ができることに他ならない。ULAによると、現在平均5人が宇宙に滞在して売り上げ330Bドルの宇宙経済は、5年後には20人の滞在で売り上げ500Bドル、15年後には300人の滞在で売り上げ900Bドル、30年後には1000人の滞在で2.7Tドルになると宇宙経済の成長を予測している。1000人が宇宙に居住するということは年間10000人規模の人が地球と宇宙を往來することになるであろう。月軌道や月面ホテルは各国の政府や民間の長期出張者、観光客が滞在する複合施設として、月社会の中核となることが期待される。（おおぬき みすず）



宇宙経済の成長 ©ULA

国際宇宙 ステーションと 「きぼう」

～宇宙に浮かぶ
巨大建造物～

宇宙航空研究開発機構JAXA
技術領域主幹

和田 勝

1966年 岐阜県大垣市に生まれる
1992年 東京大学工学部工学研究科を修了
同年、自動車メーカーに入社し、車両の振動・騒音の低減に係る研究開発に従事。
2000年 JAXAに入社
構造・ロボティクス分野を中心に「きぼう」の開発・軌道上組立に従事。宇宙機の安全評価業務を経た後、現在、「きぼう」の運用計画・地上管制業務を担当するとともに、有人宇宙システムの自動化・自律化に係る研究も推進。

■国際宇宙ステーションISSと日本実験棟「きぼう」

●宇宙に浮かぶ巨大建造物

国際宇宙ステーションISS（図1）とその構成要素である日本実験棟「きぼう」（図2）は、地上400km上空を秒速7.8kmで移動する、長さ110m、重さ450tもの巨大な宇宙実験施設である。日本を始め米欧露等、世界16か国がその開発と運用に参加し、2011年の完成を経て今日に至る迄、地球観測、宇宙観測、無重力や真空環境下での実験、衛星放出ミッション等様々な実験を長期滞在する宇宙飛行士と地上管制官が連携して進めている（図3）。昨今は月探査等の将来活動に向けての新規技術の実証の場としても積極的に活用されている。



図1 進行方向から見る国際宇宙ステーションISS

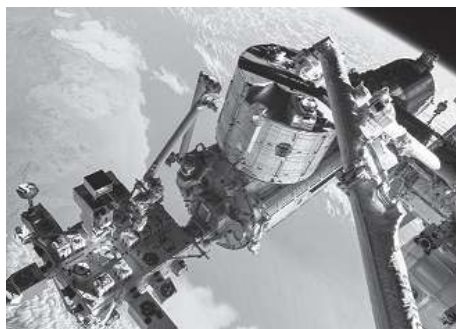


図2 日本実験棟「きぼう」



図3 「きぼう」から軌道投入される小型衛星

ISSを構成する大型要素はロシアのプロトンロケットや米国のスペースシャトル（2011年退役）で軌道上に打ち上げられ、ドッキング若しくはロボットアームによる結合操作により組み立てられた（図4）。



図4 ロボットアームで結合される「きぼう」

●ユニークな宇宙環境

ISSの置かれる環境は、高真空、低温から高温までの幅広い温度範囲、そして放射線の飛び交う過酷な環境である。また宇宙活動が活発な低軌道に位置するため、スペースデブリと遭遇する頻度も比較的高い。なお重力と遠心力が釣り合っているためほぼ無重力の環境を実現している。船内では宇宙飛行士が快適に過ごすための環境を維持しているため、ISSは過酷な環境下で快適な居住空間を安定的に維持する機能と性能を有する必要がある。

■建造物としてのISSの特徴

●外観上の特徴

ISSは軌道上で簡易且つ確実に組み立てられる必要があるため、モジュール構造としている。船内が1気圧の空気で満たされた与圧モジュールは耐圧性とロケットへの搭載性を考慮し円筒形を採用しているが、2016年には宇宙ホテルの実現を目指す米国企業により軌道上で風船の如く膨らませる簡易与圧モジュールも打ち上げられた（図5）。

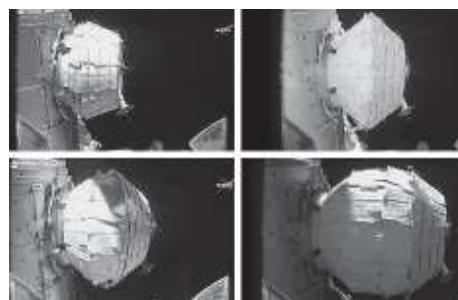


図5 軌道上空気充填型の米国民間モジュール

ISSの各部構造は無重力環境のため大きさの割には軽量と言える。また機能拡張や形態変更を容易にするため、直列接続の形状となっている。

この様なISSにおいて「きぼう」はISS先端に配置されている。進行方向に対し広い視野を確保できる反面、スペースデブリ等の衝突

のリスクが高めとなる。スペースデブリとはロケットの分離部や寿命を終えた人工衛星、宇宙空間を飛来する隕石等を指すが、近年の宇宙活動の活発化から、デブリの増加が宇宙活動上の大きなリスクとして識別されている。(地球上の家屋にとっては雹の様なもの)

ISSは、そういったデブリが与圧モジュール壁を貫通しISS内の急激なエアリークを発生させないように、各モジュールの構造壁をアルミバンパーで覆う設計としている。

●船内の特徴

モジュール内は円筒形の構造壁の内側全面に装置類を機装した、無重力環境を最大限活用した配置である。無重力のため上下を感じることは無いが、上面角部に蛍光灯を配置し視覚的に上下の感覚を与えている (図6)。



図6 「きぼう」 船内(奥はサイエンスエアロック)

モジュール間は通路でつながり、ISS内のどこへでも移動可能である。なお緊急対応等で特定のモジュールを隔離する必要がある場合は、通路手前の当該モジュールのハッチを閉めることで隔離完了である。

●機能面の特徴

1) 構造系

構造物は、内圧1気圧、および無重力下での軌道上荷重 (ISS全体の姿勢制御、補給船とのドッキング荷重、取付装置の慣性力や宇宙飛行士の操作荷重) に耐える設計とすれば良いため、大黒柱のような柱は不要で、幾つかの大型パネルを溶接したアルミ薄肉モノコック構造としている (図7)。なお打上げ時は、上昇加速度とロケットからの振動入力で4~5Gの荷重が主構造に負荷されるため、これらに対する部材設計も別途実施している。

2) 環境制御系

電力はISS左右端にある巨大な太陽電池パ



図7 「きぼう」 構造壁 (二次構造は一部機装済み)

ドル (図1参照) による発電で賄う。余剰電力はバッテリーに蓄電され、発電力以上の電力を必要とする場合に利用される。

実験等で発生した熱は宇宙への輻射 (ラジエータ) で行う。地上と異なり地上への伝熱や空気対流を期待できないため、排熱能力は実験計画上の大きな制約となり得る。

モジュール内は温湿度制御機能を有しており、1年を通じて快適な生活環境を提供している。なお無重力下では空気の対流が生じないため、空気の流れを積極的に作り排熱を促すとともに、宇宙飛行士の呼気に含まれる二酸化炭素を口元に停留させないように配慮している。

3) 船外作業

地上のように気軽に庭 (船外) に出ることはできないため、船外での実験はロボットアームを使う。ロボットアームで無理な作業の場合、宇宙飛行士が船外服に着替えクルー用エアロックから外に出る (図8)。ロボットアームは当初は宇宙飛行士が操作していたが、宇宙飛行士の時間をより重要な業務に充てるため、現在では地上管制官がロボットアームを遠隔操作している。なお無重力環境のため、細く見えるロボットアームでも10t以上の重量物をハンドリング可能である (図4)。



図8 ISSのクルー用エアロック (右が出入口)

4) その他、生活に必要な機能

宇宙に長期間滞在すれば地球 (故郷) が恋しくなるのは当然であろう。「きぼう」には2か所の円形窓があり、船外の状況確認以外に

も、宇宙に浮かぶ地球が見える場所として重要な役割を担っているようである (図9)。



図9 「きぼう」の窓から故郷を想う?

食料は全て地球から輸送するが、近年はISS内での食物栽培実験も行われており、月・火星探査の時代には地産地消が実現しているかもしれない。水も地上からの重要な補給品であるが、打上げ質量を最小化するため (1kgの打上げ費用は数百万円!)、尿を処理して生活用水に利用している。現時点で約7割をリサイクルできている。便については残念ながら丸々廃棄している状況である。

●ISSの補修や機能向上

ISSでは故障時の速やかな対応のため、装置ごと簡単に交換できるよう設計しており、重要な機能を担う装置については交換品も整備済みである。船外に機装される装置については、ロボットアームによる交換が可能よう取付機構の標準化 (共通化) も図られている。

ISSは2011年の完成以降もユーザの利便性向上に向け継続的に機能拡張・新規機能追加を進めている。今後は民間企業が主体的に宇宙で事業を展開するためのプラットフォームとしてISSを更に利用していく世界が期待されており、そのために必要な機能向上を積極的に進める計画である。

■最後に

本原稿をまとめてみて、ISSは究極のエコハウスであり未来の地上建築物の一つの在り方を提示し得る建造物だと改めて感じた。ISSで得られた知見・経験を豊かな地上社会の実現につなげることは自身の重要な責務と認識しているが、ISSの存在自体が地球環境の重要性を世界の人々に再認識させる一助となれば、とても切に願う次第である。

(わだ まさる)

恒常的な 宇宙進出に向けて

～人工重力施設～

鹿島建設関西支店
建築設計部副部長

大野琢也

1968年 大阪府岸和田市出身
1991年 神戸大学工学部建築学科卒業
1993年 神戸大学工学部研究科建築学専攻修了
1993年 鹿島建設入社
2020年 京都大学大学院総合生存学館
(非常勤講師)

宇宙建築関係受賞歴
2008年 JSCA (日本建築構造技術者協会)
アイデアコンペ 入賞
2017年 宇宙建築コンテスト実行委員会
第4回 宇宙建築賞 入賞
2020年 京都大学宇宙総合学術研究ユニット
第13回 シンポジウム
人類は宇宙文明を作れるか
一般の部 優秀賞

■低重力という課題

●生物学的発達

人類が宇宙空間や、月、火星に住む日は目前に迫っている。研究者、旅行者が恒常的に宇宙を往来する時代には、それを支えるメンテナンス・スタッフや、ホテルなどのサービス・スタッフも常駐する必要がせまられるだろう。駐在が長期化すれば、そのご家族も滞在することとなるかもしれない。つまり、近い将来“一般家庭”が宇宙で暮らす時代になっていると考えられる。

ここで、人間やその他の生物が暮らすために必須であるにも関わらず、地球からは決して持って行けないものがある。それは、地球の重力（1 G）環境である。重力がないと、哺乳類はうまく誕生することができない可能性がある。また、誕生できても低重力では正常な発育は望めない。血液を作り出す骨の健康が損なわれ、血液の健全性にも影響する可能性も指摘されている。地球の重力は人間にとって根本的に必須の可能性はある。

●人類の分断

また、かつては国家規模でのみ可能であった宇宙開発も、資本調達の手法が多様化し、企業どころか個人ですら可能となってきた。広大な宇宙空間への各個の進出は、コミュニケーションの希薄さを拡大する危惧がある。さらに、低重力下で成長すると、地球では自力では立てない体になると言われており、脚力の弱い「月面人」、「火星入」を生むことになる。これらが相まって人類は分断され、最悪の場合、紛争の原因になる恐れがある。

千年超の超長期では各地域で分化していくことは避けられないとしても、まず数百年は地球圏としてのコミュニティを強固なものとするべきと考える。反駁、軋轢をできる限り避けられるような、その先の平和裏な進出の礎を構築しておくべきである。そして、それが可能なのは、この宇宙進出の起点である現在のみである。

●人工重力施設による解決

そこで、我々は宇宙空間や月面、火星面において地球環境に近い重力を発生する、回転を利用した「人工重力」施設、さらに天体間

を結ぶ「人工重力」移動施設が有用であると考える。普段はそうした地球近似の重力場で暮らし、仕事や研究、レジャーを行う時にだけ、月や火星ならではの低重力、宇宙空間での微小重力を楽しむようにできれば理想的である。この施設によって、人類は安心して子供を産み、いつでも地球に帰還できる身体の維持が可能となる。“宇宙でも人類には重力1 Gが不可欠”という認識の下、私は人類の宇宙進出を支える、「人工重力ネットワーク」の構築が必要であると考えている。

■人工重力施設

●歴史と構想

人工重力の考案は、ロケットの父と呼ばれるツィオルコフスキー（1857年生）にまでさかのぼる。その後、ヌールドゥング、フォン・ブラウンなどによって提案されているが、映画「2001年宇宙の旅」（1968年公開）によって広く知られるようになった。さらに日本ではアニメの題材とされたことにより、J・オニールによるスペース・コロニー（1969年）が有名である。

オニールのスペース・コロニーは、回転するバケツの水がこぼれ落ちない原理を利用し、回転する巨大な円筒を疑似重力場とし、その中に人を住まわせようという、計画である。直径6.4km、全長32kmの円筒に数百万人が暮らす土地を構築するという提案であった。

この壮大な理想郷は、その壮大さゆえに実現性に懐疑的な意見が多い。しかしながら、人工重力が人類の未来に必須と考える人たちは少なからず存在し、2019年5月9日にブルー・オリジンからスペース・コロニー案が示された。航空宇宙企業ブルー・オリジンの設立者ジェフ・ベソスは、アマゾンの設立者でもあり、J・オニールに師事し、スペース・コロニー建設を目指していると言われる。

●規模による解決

人工重力はバケツを回すだけで再現できるように、その原理と実現は難しいものではない。遊園地の回転ブランコも一種の人工重力施設である。ようは規模の問題であり、都市スケールでは難しくとも、建築スケールなら現代の技術でも実現可能と考える。

■宇宙建築

●円筒建築 タイプⅠ（限定加速度設計）

無重量空間で遠心力1Gの円筒建築の例を下記に示す。床面は円筒形となり、ステージが下にも上にもある。遠心力によって水面も円筒を描く。水面からは太陽光を反射させた自然光を導いている。ここでしか体験できない地球の姿が見える。



図表1 宇宙の劇場 タイプⅠ

●円筒建築 タイプⅡ（許容加速度設計）

完全に1Gにこだわった場合、純粋に円筒となり空間的に変化に乏しい。そこで、次に半径に変化を持たせることを検討する。角速度が同じ場合、半径が小さくなると軽く感じ、大きくなると重く感じるが、ここでは多層階の発想が可能となる。これにより立体的な設計の自由度が大きくなり、観客席に角度を設けたり、楽屋や、ホワイエをステージの下層に設け、下階から演技者が現れるというような、3次元的な演出が可能となる。



図表2 宇宙の劇場 タイプⅡ

●天体上での人工重力施設

遠心力を利用した人工重力は、天体固有の重力が1G以下の惑星、衛星でも可能なことが知られている。少量のワインを入れたグラスを用意し、グラスを回転させるとワインがグラスに沿ってせりあがってくる。回転を上

げていくと星の重力と遠心力の合力が1Gとなるポイントが発生する。天体の重力は一定で、目指す合力が1Gと一定のため、必要な遠心力も一定となる。このため、このポイントでのワイン面と、その天体の地表面のなす角度は必ず一定となる。仮想重力を法線とするラインを結ぶと天体固有のグラス形状が現出する。



図表3 月面居住施設：ルナ・グラス



図表4 火星居住施設：マーズ・グラス



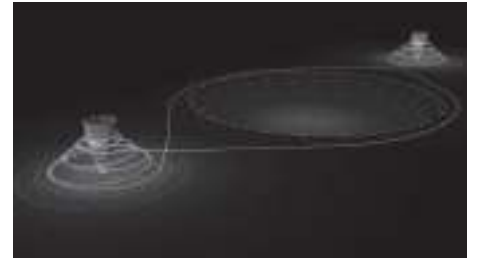
図表5 マーズ・グラス 内観

現代の人には奇抜でも、100年後には子供達にも、この形状が月面、あるいは火星の住居施設であることが理解されるだろう。

また、人間には精神衛生上、自然の木々、水の流れが必要である。無味乾燥な地球外へこのような施設を建設することができたなら、宇宙になんの興味もない家族が月面や火星へ行くことになったとしても、しばらくは飽きることなく、楽しく過ごしていただけるのではないかと考える。

●回転系施設間交通

回転系施設間移動手段については、幹線の有軌道化を提案する。回転系建築の回転力を利用し、有軌道に沿って、回転力を直進方向に変換し、さらに位置エネルギーと運動エネルギーの交換によって、エネルギーロスを最低限とした交通機関が可能である。軌道を介すれば、エネルギーのロス摩擦によるものだけとなり、また人に快適な加速度、および加加速度（躍度）のコントロールが可能となる。



図表6 ルナ・グラス間交通軌道

■遮蔽

●UZUME計画

宇宙建築の大きな課題に、有害な放射線や隕石衝突の危険性が伴うことが挙げられる。幸いにも近年、日本の月周回衛星「かぐや」によって月面に縦孔が発見され、その奥に広がると思われる空間が天然のシェルターとして利用できるのではないかと注目されている。JAXA関係者にご指導いただき、ここにルナ・グラスを設置することを検討した。



図表7 月面空洞内でのルナ・グラス

■時代を牽引する「建築の力」

20世紀初頭建築家の描いた未来像は現代までの世界を牽引するものであった。技術に根差した、あるべき姿の提案が人類の未来を決定づける、そんな力を建築は持っている。建築には夢があり、またそれだけに建築界に携わるものの責任は大きい。

(おおの たくや)

火星を目指す 若者たちへの 教育の試み

閉鎖環境施設 (バイオスフィア 2) を用いた 有人宇宙学実習: SCB2

京都大学大学院総合生存学館教授
施設長

山敷庸亮

1990年京都大学工学部交通土木工学科卒業。サンパウロ大学工科大学院 (EPUSP) 修士課程修了 (1994年)。京都大学博士 (工学) (1999年)。国連環境計画 (UNEP) 協力企画官、京都大学工学研究科助手、日本大学理工学部講師・准教授、東京大学理学部講師、海洋研究開発機構招聘主任研究員、京都大学防災研究所准教授、同大学院総合生存学館准教授などを経て現職。水環境学会技術賞 (2001年)、水文・水資源学会論文賞 (2014年) などを受賞。2015年から2017年まで国連教育文化機関国際水文プログラム国際水質イニシヤティブ (UNESCO-IHP/IIWQ) 専門家会議議長、2015年京都でのUNESCO 水質専門家会議を主催する。2015年より系外惑星データベースExoKyotoを開発 (<http://www.exoplanetkyoto.org>) する。2019年、土井宇宙飛行士、寺田准教授とともに、アリゾナ大学人工隔離生態系Biosphere 2を用いたスペースキャンプ (SCB2) を企画、実践する。現在、テラフォーミングの研究などを行う。

■ 動機

「人類」が火星移住を計画している。この場合の「人類」であるが、これは、イーロン・マスク率いるSpace X社であったり、UAEであったり、とても「人類全体」ではなさそうだ。しかし、真っ当な広報媒体に「火星移住希望者募集」が出たり、国家が真面目に火星での都市開発を語るなど、最近の火星移住への積極的な動きには目を見張るものがある。イーロン・マスクは2020年に、2050年に火星に100万人の自立都市をつくらうと言っている。さて、火星に実際に住む世代は我々だろうか？ もちろん私は、自分の一生が終わる前に火星移住者の募集があれば応募するが、実際に火星に移り住むであろう世代は、今の若者か、あるいはまだ生まれていない未来の世代であろう。彼らが将来火星を目指すために何を準備すれば良いか？ この疑問に答えるため本プロジェクトは始まった。

■ B2-バイオスフィア 2

バイオスフィア 2 (Biosphere 2 - 以下B2) とは、地球の生態系そのものをBiosphere 1と名付けたとき、それと切り離された独自の生態系という意味の、巨大建築物の中に造られた世界初の「人工隔離生態系」であり、その内部に44×44mの広さの熱帯雨林、水深7mの海洋、砂漠・サバンナ環境が再現されている。また、淡水と海水が混在するマングローブ林の汽水環境や、外界と内部の気圧差を吸収する巨大チャンバーも存在する。米国アリゾナ州ツーソン郊外のオラクルに1991年に完成して以来、実際に8人のクルーが2年間閉鎖空間で模擬実験を行い、現在はアリゾナ大学により管理・運営されている。これは「地球以外の惑星」で「地球の生態系を詰め込んだ閉鎖性空間」で人類が生きてゆくことが可



図1 バイオスフィア 2 の外観

能か？ を初めて問いかけた重要な課題実験であり、閉鎖環境での様々な課題の発見があった。例えば、増えた二酸化炭素を植物が光合成に用いる前にコンクリートが吸収し、酸素濃度が危険なレベルにまで下がったり、限られた環境での人間関係で対立が生じたり、食糧生産が非常に緊迫したりなど実験前に想定していなかった様々な困難により、クルーによる隔離生活はわずか2回で終了した。

■ 隔離生態系B2の中での有人宇宙研修 Space Camp at Biosphere 2-SCB2

さて、B2はそれ以来、惑星移住を想定したクルーによる実験は行われていない。しかし、巨大建築物の中の人類初の人工隔離生態系、それが今も動いている！ それだけでも世界中を魅了するものであり、それぞれのコンポーネントでは、今も土壌浸食実験や宇宙農場実験など魅力的な試験が行われ、観光客も受け入れている。しかし、何か足りないと感じていたのは我々だけではないだろう。「他の惑星」を目指すはずではなかったのか？

2018年に私が土井隆雄宇宙飛行士 (京都大学特定教授) とアリゾナ大学を訪問した際に、B2の副所長にB2を用いた有人宇宙キャンプSpace Camp at Biosphere 2 (SCB2) を申し出、京都大学の全学経費予算の採択によってそれが実現した。実現にあたって、宇宙ユニットの寺田昌弘准教授にご尽力いただいた。

B2での実習に至るまで様々な試行錯誤があった。まず、火星環境を地球上で再現できるのか？ という点。地球の約1/3の微小重力の再現は無理である。薄大気も、宇宙放射線環境も無理である。地球上での実験において、これらの要素は諦めざるを得ない。もう一つの問題は、かつてB2で実現された隔離生態系の中での生活の再現であった。しかし、同様の隔離環境を長期間占有することは無理であった。また厳密に言うと、現在のB2は熱帯雨林も海洋モジュールも、大気を通じて外界とつながっている。このような「閉鎖環境」での「短期間の滞在」で何が得られるのか？

しかし、「火星上の地球を模した基地」での訓練であれば、B2はこれ以上最適な空間はないと言える。特に、いずれ人類が構築する



図2 サバンナモジュールと研修中の学生たち

であろう火星基地の中に人工の森林をつくり、人工の海をつくり、それらを維持するためにメンテナンスを行う、そのようなストーリーであれば、まさに火星移住の近未来の姿がそのままB2で実現できる。

アメリカ・日本（2019年は京都大学のみ）で公募を行い、それぞれ42人の申請者の中から5人を選考し、SCB2を実施した。講師陣は、火星研究の拠点であるアリゾナ大学月惑星研究所（LPL）から選定した。さらに、油井亀美也宇宙飛行士とRick Linnehan 宇宙飛行士の参加があり、それぞれの宇宙での経験を講演いただいた。

実施項目は、火星に関する講義、熱帯雨林モジュールでの実習、海洋モジュールでの実習、砂漠・サバンナモジュールでの実習をそれぞれ1日ずつ行った。熱帯雨林モジュールでは、火星基地の閉鎖環境での植物の生長をモニタするための炭素量の推定を行い、これらバイオマスがどれだけの炭素を蓄え、また蒸発散によりB2内がどれだけガス交換しているかを見積もった。海洋モジュールでは、二酸化炭素の溶解量とpHの関係を学び、人工隔離海洋の混合状況の把握、水温・塩分濃度の三次元混合状況の測定、限られたリソースで海洋システムを維持するための仕組みを学んだ。砂漠・サバンナモジュールでは、B2内の空気中の飛砂由来のエアロゾル濃度測定と、砂で太陽電池が隠れた場合の発電効率の減少実験を行った。

また、これらを経験した上で、自らの発想で火星上にBiosphere 3を構築する、という課題を達成した。

また火星を想定した放射線被ばく回避シミュレーションを行った。これは、太陽にX20クラスの大フレアが発生しそれによって高



図3 海洋モジュール

エネルギー粒子が太陽から飛来するという設定で、火星にいるクルーはその到達時間を推定し到達時に基地内のある領域に効率的に隠れることで被ばく量を最小化する、というロールプレイング実習である。フレア到達時間や被ばく量の計算にはPHITS-ExoKyotoを用いた。

■「巨大建築物」の中の「地球のエッセンス」

B2はこれまでの建築物にはない「地球のエッセンス」を包含する、という使命を担っていた。地球とは何か？都会人にとっては都市そのものが地球かもしれないが、他の惑星と比較した場合、地球のエッセンスは「海洋」「森林」「砂漠」である。B2は、地球のエッセンスそれぞれを「建築物」の中に閉じ込めた、まるで動物が乗っていないノアの方舟である。私が理解するに、通常の地球上の建築物は地球という生命居住可能な惑星環境の中に、より人間が暮らしやすい閉鎖環境を「人工的に」作り出している。すなわち建築物は内部に「地球の自然環境にない人間にとって最も快適な空間」をもたらすことを使命としており、その内部にわざわざ「地球自然環境」を再現した例はない。外部との温度差を保つため莫大なエネルギーが必要となるが、B2は化石燃料で発電しており、周りの環境とは二重ガラスによって仕切られ、さらに、建築物内部の気圧と外圧の調整のための独立したエアチャンバー塔によって、完全に閉鎖された空間が実現する。

■不必要な「地球のエッセンス」

他の惑星で生活を営むために最低限必要なものは何かを考えてゆくと、メンテナンスとエネルギーが必要な「地球のエッセンス」を

わざわざ火星に持参するのは無駄である、という考え方も現れている。「何のために熱帯雨林そのものを持ってゆくのか？食糧生産に必要な植物、もっといえば宇宙農場だけで良いではないか？」「なぜ海洋が必要なのか？生活に必要な水があれば良いではないか？」

SCB2に参加した学生たちが設計したB3は、そういった「人間を最高の効率で生活させる施設」となり、無駄な「海洋」は設計から省かれてしまった。飲料水の供給源でもない海



Biosphere 3 外形 ©佐藤啓明

図4 研修学生による火星上でのBiosphere 3 構想
洋が、他の惑星に移住するときの要素として邪魔者として扱われることは、想像はしていたものの、かなり考えさせられた。実際に「水」を人類生存のための「生命維持装置」の一部と考えたとき、環境水は必要ない。必要なのは、蒸留水タンクに蓄えられた飲料水と、植物生育のための水だろう。いずれも「真水」であり、「塩水」にはなり得ない。ましてや、その水の中に「他の生物」が存在してはいけない。しかし、「果たしてそうだろうか」というのが私の一番の疑問であり、提言である。地球という惑星を最もよく表すのは、まぎれもなく「海洋」である。そして、火星での生活を一言でいうなら「海のない惑星」での生活である。海洋というのは、その存在そのものが地球の象徴である。海洋はすべてを包含し、それが我々地球の「生命維持装置」の中核をなしている。そのような「環境水」としての巨大な海洋と、「巨大建築物」に再現された「地球のエッセンス」としての海洋。現実には、生命維持装置として飲料水の確保が最優先されるだろう。だが、これからの惑星移住は、一見無駄にみえ、かつ地球生命の象徴でもある「海洋」や「森林」をどのように維持するかを真剣に考えてはどうかと思う。また、そのミニチュア「海洋」をアミューズメントとして取り込んだり、宇宙放射線の遮蔽に用いる、ダストデビルから建築物を守るための実用的な境界として取り込んだりすることが重要なのではないだろうか？

（やましき ようすけ）

宇宙滞在と食料生産

国際医療福祉大学教授

宮嶋宏行

1969年 福井県生まれ
 1995年 日本大学大学院理工学研究科航空宇宙工学専攻修了
 2005年 生態工学会理事（～現在）
 2013年 Visiting Professor, Aerospace Engineering Sciences, University of Colorado Boulder（～2013年）
 2016年 国際医療福祉大学教授（～現在）
 研究分野は、宇宙惑星居住、および生命維持システム
 主な著書、受賞
 The Mars Society Mars Colony Prize Competition セミファイナリスト
 The Mars Society International Gemini Mars Competition 準優勝
 The Mars Society International Student Design Competition for Inspiration Mars 優勝
 生態工学会学術賞 閉鎖環境生命維持システムに関する研究

■宇宙滞在の歴史

1961年ユーリイ・ガガーリンがボストーク1号で90分間有人宇宙飛行をして人類の宇宙進出が始まった。1969年には、アポロ11号月着陸船でニール・アームストロングとエドウィン・オルドリンが初めて月面に着陸し、21時間36分滞在した。その後1972年のアポロ17号まで計6回の月面着陸がなされた。地球低軌道では、1971年のソ連サリュート1号（23日間、以後1982年からの7号まで続く）、1973年の米国のスカイラブ2号（延べ171日間）、1986年にはソ連ミール（延べ4592日間）で有人宇宙滞が行われた。継続的な長期滞在は、1998年から2011年に建設された国際宇宙ステーションで実現された。地球から補給を受け、水や空気を再生しながら6人が滞する施設として2020年現在も運用されている。このように実際の宇宙滞の歴史を振り返ると規模は決して大きいものではない。

宇宙ステーションによる滞実験が行われていた1970年代には大規模な宇宙滞を目指した研究が行われた。例えば、100万人程が自給自足しながら居住できると言われるジェラルド・オニールのIsland Threeが代表的な事例である。一連の研究は、その後の宇宙居住検討に関するリファレンスモデルになっている。

一般的に宇宙滞ミッションをデザインする際には、場所、期間、人数の3つが重要項目である。図1に示すように場所は、増速度 ΔV によって表される。 ΔV の差が移動に必要な燃料、つまりコストに関係する。場所は、軌道上の場合もあれば、天体表面の場合もある。天体表面の場合には、 ΔV が小さくなる方向（下方向）への移動にも燃料が必要な場合がある。期間に関しては、月のように打ち上げの時期が制限されない目的地もあるが、火星のように打ち上げの時期が大きく限定され、打ち上げ時期の選び方により、 ΔV や期間が大きく異なる場合もある。人数に関しては、単純に人数が多くなるほど、滞に必要な補給物資が増加し、コストの増加要因になる。そこでロシア（当時はソ連）や米国は、1960年代より地上実験施設で長期宇宙滞に必要な資源再生技術の開発を開始した。

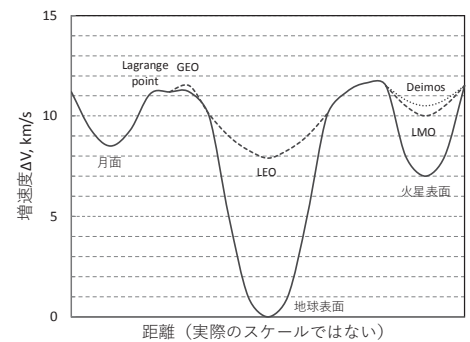


図1 滞在拠点と重力の井戸

■地上実験施設

1960年代後半から1980年代初めに、ロシアのBIOS3で食料を生産しながら3人の人間が閉鎖空間で居住する実験が実施された。このシステムは、制御型生態系生命維持システムCELSS（Controlled Ecological Life Support System）と呼ばれた。空気再生、水再生、廃棄物処理、食料生産のサブシステムからなり、食料生産サブシステムは、空気再生や水再生の機能を補完することも可能である。1990年代には、米国、欧州、日本でも地上実験施設を利用した閉鎖居住と食料生産の実験が行われた。

表1に中国の月宮1号を含めた4つの施設の概要を紹介する。Biosphere 2は民間企業により米国アリゾナ州オラクルに建設された大規模な人工生態系を有する閉鎖居住施設である。1991年から1993年に8名による2年間の閉鎖居住実験が行われた。また日本の閉鎖型生態系実験施設（CEEFF）は、1990年代に青森県六ヶ所村に建設された。植物棟と居住棟からなる実験施設で、2007年には、30種程度の作物栽培により食料を生産しながら、同一2名×2チームによる連続した居住が、1週間1回、2週間2回、4週間1回で行われた。

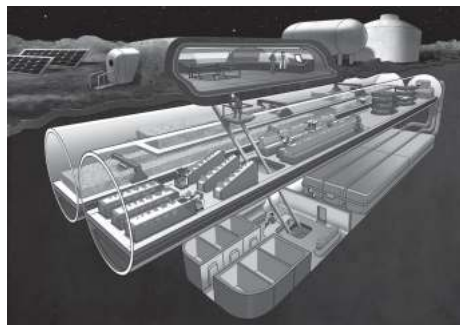
食料生産では、2000年以前は、太陽光や高圧ナトリウムランプを利用した光源が食料生産に使われ、エネルギーや冷却、および設備質量の点から、食料生産は必ずしも効率の良いものではなかった。しかし2000年以降、光源としてLEDの利用が一般的になり、閉鎖空間で効率よく作物を栽培できる可能性が高まった。LEDを利用した最初の本格的な閉鎖居住実験施設としては中国の月宮1号がある。2014年に3人105日間、2017年に4人×2チーム交代による365日間の閉鎖居住実験が行われた。

	BIOS3	Biosphere 2	CEEF	月宮1
国	ロシア	米国	日本	中国
開始時期	1970年代	1990年代	1990年代	2010年代
人数	2-3名	8名	2名	4名
概要	120m ² 植物栽培 60m ² , ク レラ培 養30m ² , 居住区 30m ²	12000m ² 自然生 態区 7000m ² , 農業区 4200m ²	267m ² 植物栽培 区194m ² (栽培 150m ²), 居住区 51m ² , 動 物飼育区 22m ²	160m ² 居住区 42m ² , 植 物栽培区 58m ² ×2
目的	①植物が生 産する 酸素で生 存できる か、②食 料の自給、 ③閉鎖空 間で暮ら せるか	①地上生 態系だけ で生存空 間作成、 ②月・火 星基地を 地上生態 系を使って 構築でき るか	放射性核 種 ¹⁴ Cに 着目した 生態系に おける移 行モデル の精度 向上	有人月 拠点構 築に生 物再生 型生命 維持シ ステム の実験
生態系 による CO ₂ , O ₂ 再生	不完全	不完全	○	不完全
水再生	不完全	不完全	○	○
食物と排 泄物間の 再生	×	不完全	○	不完全

表1 食料生産を伴う地上実験施設の比較

■宇宙滞在施設

著者が関わった月面農場、マリウスヒル月縦孔拠点、マーズコロニー、火星都市国家の4つを表2で紹介する。月面農場は、2017年から2年間宇宙航空研究開発機構（JAXA）イノベーションハブの月面農場WGで検討され、2019年にJAXAより最終報告書が発表された。6人居住家を図2に示す。マリウスヒル月縦孔拠点に関しては、2020年に日本航空宇宙学会（JSASS）宇宙ビジョン2050月面基地WGで議論された。マリウスヒルの縦孔は、JAXA月周回衛星「かぐや」の観測によって日本人により発見された。月の過酷な環境（隕石衝突、放射線・紫外線、温度変化）



実験棟（地上部）、植物栽培棟（地下1階）、居住棟（地下2階）を配置、居住棟を最下層に配置し放射線の影響を最小限に抑える。6人分の食料の92%を8種類（イネ、ジャガイモ、サツマイモ、ダイズ、レタス、トマト、キュウリ、イチゴ）の作物栽培により供給。

図2 月面農場

	月面農場	マリウス ヒル月縦 孔拠点	マーズコ ロニー	火星都市 国家
発表先、 発表年	JAXAイ ンベ ンハ ブ、 2019	JSASS宇 宙ビジ ョン2050、 2020	Mars Colony Design Contest、 2019	Mars City State Design Contest、 2020
イラスト	図2	図3	図4a,b	図5a,b
居住人数	6人	100人	1000人	100万人
面積	-	-	0.2km ²	1,417km ²
体積	1,820m ³	17,232m ³	-	-
構造物	レゴリス 被覆モ ジュール	溶岩洞 内にモ ジュール	半地下膜 型ドーム	3Dプリン ターレゴ リス建築
食料生産	作物8種類	作物3種類、 養殖	作物8種類	作物30種類、 養殖、 培養
エネルギー	太陽光、 原子力	太陽光	原子力	原子力、 太陽光

表2 宇宙滞在施設的设计例

の影響が小さい場所として拠点建設地として注目されている。本WG案とは別に宮嶋により設計された月縦孔拠点（図3）が2020年に発表された。2019年には、宮嶋らによりMars Colony Design Competition（Mars Society主催）応募のために1000人の火星コロニーSelf-Sustainable Smart

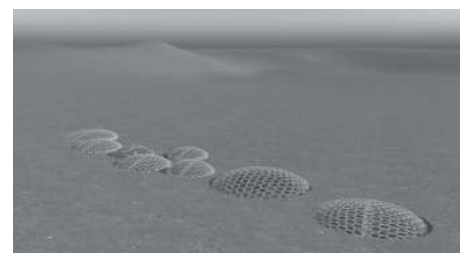
City Design on the Red Planetが提案され（図4a, b）、書籍Mars Colonies: Plans for Settling the Red Planet（Polaris Books, 2019）に掲載された。2020年には、Masr City State Design Competition（Mars Society主催）応募のために平安京を模した火星100万人都市国家Mars Grid Cityが提案された（図5a, b）。一度に大きな施設を建設する方式ではなく、現地資源を利用しながら人口増加に合わせて段階的に施設を拡張していく建設方式を採用している。

今後の宇宙滞在においては、長期滞在（定住）、大規模という観点から、資源再生と現地資源利用が重要なキーワードになる。



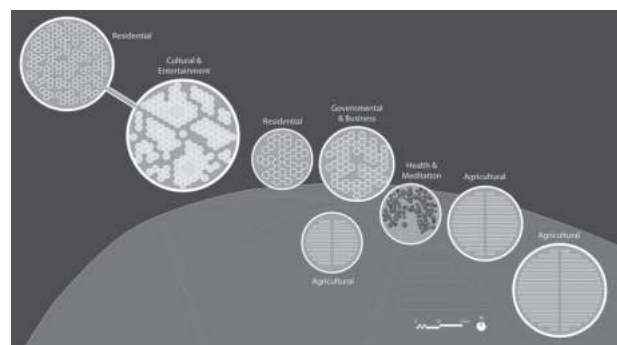
縦孔や溶岩洞は、隕石衝突、放射線・紫外線、温度変化の影響を軽減できるため居住場所として注目されている。食料生産エリアは3つの膜型ドームからなる。8種類の作物で92%の食料を生産し、残りの栄養素（動物性たんぱく質など）を魚の養殖により供給。縦孔には人・物資を運搬するエレベータを配置。

図3 マリウスヒル月縦孔拠点



5階層の8つのドームで1000人のコロニーを構成、地下10万m²の居住エリア、ドーム内地上部10万m²の食料生産・緑地エリアからなる。

図4a Mars Colony鳥瞰図



8つのドームの第3階層の配置を示す。左のドームから居住、文化・娯楽、居住、行政・ビジネス、食料生産、緑地、食料生産、食料生産のフロアー

図4b Mars Colony（第3階層）



火星のPhlegra Dorsa（39N, 172E）に建設された100万人都市国家、5つのGrid City、1つのGlass Townからなる。中央には宇宙港が建設され、空港と都市の間はリニアモーターカーが設置される。

図5a Mars City State



都市国家の行政都市MGC#6、西暦2430年には16万人が暮らす。

図5b Mars Grid City

（みやじま ひろゆき）

展開構造物と 宇宙建築

～宇宙居住を目指して～

株式会社OUTSENSE
代表取締役社長 CEO

高橋鷹山

1994年 愛媛県生まれ
2012年 愛媛県立今治西高等学校卒業
2015年 名城大学工学部建築学科退学
2015年 東海大学工学部建築学科編入
2017年 東海大学工学部建築学科卒業
2017年 JAXA特別利用研究員
2017年 東海大学大学院工学研究科建築土木工学専攻退学
2018年 株式会社OUTSENSE設立
Tech lab paak賞「リクルート」(2018)
INCF技術賞「三菱総合研究所」(2018)
Today to Texas賞「東京大学」(2018)

■宇宙展開構造物

●宇宙展開構造物とは

宇宙展開構造物とは、宇宙飛行士が滞在するISS（国際宇宙ステーション）に搭載されている折り畳み式の「太陽電池パドル（図1）」や、太陽の光を受けて航行する大型の帆船である「ソーラーセイル」、あるいは、ビゲローエアロスペース社がISSにドッキングさせたインフレータブル構造物のモジュール「BEAM（図2）」などのような展開する機構を持つものを指している。



図1 ISSの太陽電池パドル ©JAXA/NASA

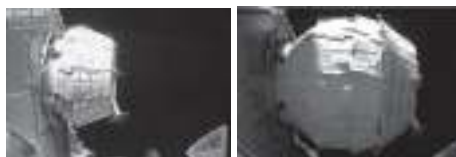


図2 ISSに取り付けられ膨張するBEAM ©NASA

●宇宙開発における展開構造物の位置づけ

古くから大型の宇宙構造物を輸送・建築する際には、輸送ペイロードの制約やコストの観点から、小型化・モジュール化が求められてきた。加えて現地での組み立てコストを想定に入ると、モジュール化したものを現地で人やロボットが組み立てを行うよりも、自動展開する展開構造物の方が安全、かつ安価な場合が多いとされてきた。これまでの宇宙開発では、大型のアンテナや太陽光パドルなど無人利用が主だったため、自立制御できる展開構造物は、課題をクリアするための有効な手段の一つとされてきた。

●展開構造物の分類

展開構造物の分類に関する分かりやすい既往研究として、展開次元と展開後形状による分類手法があり、「展開次元は1、2、3次元に、展開後形状は、線、面、立体状に分けることができる。」と示されている（図3、4参照）。前述の太陽光パネルは、面状の1次元の

展開構造物であるためBに分類され、有名なミウラ折りなどは、面状の2次元の展開構造物であるためDに分類される。

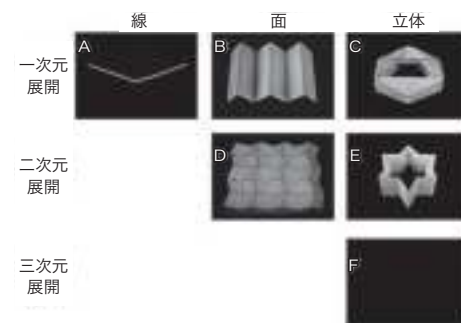


図3 展開構造物の分類（十亀昭人氏 1997）

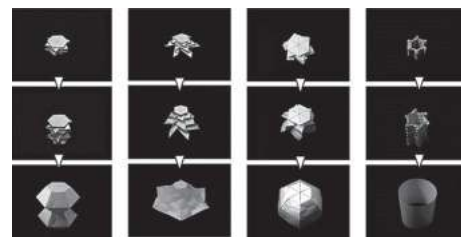


図4 上記F欄に該当する例（十亀昭人氏 1997）

■最新の宇宙展開構造物の動向

●4Dプリンティング

近年広く普及が進んでいる3Dプリンティング。樹脂だけでなく金属や可食なものもみられ、利用されている領域は試作品から産業用の製品まで幅広く、日々研究開発が進められている。宇宙分野でも実際に米国のベンチャー企業Made In Space社によって宇宙空間での3Dプリンティングが行われており、月面での施設構築に3Dプリンティングを用いる計画も数多く検討されている。さらに、この3Dプリンティングに時間による変形を足した4Dプリンティングも着目され始めている。4Dプリンティングとは、時間によって違った形状に変化し、3Dプリンティングでプリント可能な範囲を超えたサイズの構造物を作成することができるものである。ジョージア工科大学の研究チームでは、温度変化によって平らな状態のものをテンセグリティ構造の立体物に変形させることに成功している。

●剛体折り紙を用いた立体状展開構造物

前述のような3次元的に展開する立体状の折り方に「ソガメ折り（図5）」が挙げられる。しかしながら、これらの手法では、厚みのある剛体パネルとヒンジを用いて製作することは困難であったため、2019年より、弊

社で開発を進めているものが「イシマツ折り(図6)」である。

厚みのある材料を折り畳みの技術を用いて3次元的に展開を行い、立体状のものが形成できるということは、居住空間を作る上で非常に有益である。剛体折り紙は、折り紙の面が変形しない剛体パネルと折り線のヒンジ部で構成された構造物が主となっている。このような剛体折り紙を用いることによって、厚みのある剛体のパネルとヒンジを組み合わせで様々な構造物を設計することができる。これによってパネルを蛇腹状に折り畳むだけでなく、収納形状の設計と展開時形状の設計を自由に行うことができ、複雑な変形も可能となってくる。



図5 ソガメ折り(十亀昭人氏 1997)



図6 イシマツ折り

●インフレータブル構造物

宇宙開発における展開構造物で、当面の主流となるものはインフレータブル構造物であると思われる。この形態は、風船のような膜面で構成された躯体に空気を注入することで構造物としての利用をするものである。前述したビゲローエアロスペース社のBEAMが実証例として挙げられ、現在宇宙での耐久試験を行っている。実際に宇宙飛行士が構造物内部に入った最初の宇宙インフレータブル構造物であり、今後安全性が確認できれば、軌道上の宇宙ホテルとしての利用や、将来は月面での使用も検討されるであろう。

■宇宙展開構造物の開発

●宇宙機器開発の流れ

一度の打ち上げで多額の費用を必要とする宇宙開発では、多くの試作と試験工程をクリ

アしつつ、段階的な製品開発を行う。フライトモデルの製造には宇宙での温度や振動、真空状態などに耐えられるような高付加価値の材料が用いられるため1機製造するために非常に高額なコストを必要とする。そのため、安価に手に入る材料での試作開発を行いつつ全体の設計を確認し、環境試験(熱、振動、衝撃、真空などの試験)、機能性能試験(電気的、機械的、光学的な機能性能の試験)、物理パラメータ試験(機器システム、サブシステムおよびコンポーネントの物理的特性を評価)などを経て最終的なフライトモデルを製作するというのが通例である。

●宇宙展開構造物の設計指標

展開構造物の開発において、大きな設計指標となるのが、展開効率、構造物の自由度、展開機構、ヒンジの数量、重量、形状などである。輸送時の省スペース化、重量の削減はコストカットの大きな要因であり重要な要求条件となってくる。また、基本的には遠隔での操作、自動展開(使用用途に応じては収納)が考えられるため、機構をできる限りシンプルにし、安定したロバスト性が得られるようにしなければならない。ヒンジ数量はロバスト性、重量、製造コストなどからもできるだけ少なくするのが望ましいと考えられる。

●宇宙展開構造物の設計要求

前述したように、宇宙開発では非常に多くの制約があり、展開構造物の設計においても考慮すべき点が多い。展開構造物は、形状を変化させる構造物であるため、形状変化を伴わない構造物よりも満たすべき要求が煩雑となる。以下に試験内容と満たすべき要求に関して、いくつか例示しておきたい。

まずはコンポーネントとして、利用される部品が宇宙空間で利用できるものなのかを検討する必要がある。真空空間ではプラスチックや接着剤等、製品を構成する有機材料からアウトガスと呼ばれるガスが揮発し、他の機器の性能を下げることや、機器故障に繋がる可能性がある。宇宙環境で使用する際には、事前に試験をする等注意が必要である。また、重要な項目の一つとして、展開構造物は展開するために稼働を要するが、意図しないタイ

ミングでの展開を防ぐ手法の検討も大切である。このようなものは例を挙げればきりが無いが、ロケットの打ち上げ時の振動、衝撃、音響や、ランダーの切り離し、着陸といったイベントごとに求められる強度、性能は多種多様である。このような要求に一つ一つ真摯に向き合っていくことが求められる(JAXA「宇宙機一般試験標準」(2019)参照)。

■展開構造物と宇宙建築

●今後の展開構造物の開発

今後更なる宇宙開発の発展に伴って、有人の居住施設、大型発電施設、インフラ整備などの需要が出てくると予想される。その中でルナコンクリート(レゴリスを凝結したもの)や3Dプリンティングなどの現地材料利用の需要が高まってくると考えられる。また、初期の有人宇宙開発においては、失敗リスクの少ない地球上で開発された機器を輸送し利用することとなるであろう。その際には、コンパクトに収納したものを輸送し現地で展開する大型構造物の利用が有利であると考えられるため、今後の宇宙開発においても更なる研究開発が進んでくると考えられる。

いずれにしても、将来を見据えた宇宙建築の研究開発においては、人が居住するための3次元空間を構築する以上何らかの3次元展開構造物に関する研究開発は避けて通れないものであり、今後益々その重要性が増してくると考えられる。弊社においても、他の様々な新規技術を組み合わせながら、独自の研究開発を進めていければと考えている。

(たかはし ようざん)

参考文献

- ・十亀昭人:「シェル状形態を形成する三次元展開構造物の概念と幾何特性」(東京工業大学博士学位論文、2000年3月)
- ・石松慎太郎:「材料厚さを考慮した筒状剛体展開構造物の概念とその実証」(東海大学大学院修士論文、2019年9月)
- ・名取通弘:「宇宙構造物工学の概要」(土木学会論文集、1989年10月)
- ・宇宙航空研究開発機構(JAXA):「宇宙機一般試験標準」(2019年12月改訂)

3Dプリントによる 月面基地

～フォスター・アンド・
パートナーズと
ESAによる計画～

ヘザウィックスタジオ
アソシエイト・シニアデザイナー

鶴巻 崇

1995年 東洋大学工学部建築学科卒業
1995年 西松建設本社建築設計部勤務
2005年 ロンドン大学バートレット
建築校修士課程修了
2006年 HKR Architects勤務
2007年 Sheppard Robson勤務
2008年 Foster and Partners勤務
2014年 Heatherwick Studio勤務
フォスター事務所などにおける英国での設計活動を通して、世界の多くのビッグプロジェクトに「シェイク・ザード国立博物館」「アップル・パーク」「垂直公園〈ヴェッセル〉」「ガーデン・ブリッジ」「虎ノ門・麻布台プロジェクト」などがある。

■フォスターとシステム構築

ノーマン・フォスターは、工業技術を空間表現の美しさに昇華した巨匠として知られている。同時に私が2008年から2014年まで彼の事務所に勤務した際に感じたのは、システムを構築することに非常に秀でた人物だということだった。ここで言うシステムには二つの側面がある。一つは建築プロジェクトの中に設計されるシステムである。プロジェクトの中で局所的に異なる性能や機能の要求が出てくる際に、それらを満たしつつ、プロジェクト全体に適用できるシステムを空間美として提示するのが彼の持ち味である。そして、もう一つのシステムは彼の率いるフォスター・アンド・パートナーズという事務所の組織構造の中に見出せる。そこでは、プロジェクトチームとは別に、専門性を持ったチームが構成され、外部組織との交流で先端知識を得ながら、それが的確に進行中の各プロジェクトへと応用されるように、デザインレビューのシステムが構築されていた。最新の材料工学や建築技術のプロジェクトへの反映はこうしたシステムを通じて行われ、中でもコンピューテーションにはいち早く着目しており、2000年代初頭には、外壁の環境性能と複雑な幾何学形態をコンピューターで制御しながら設計する手法が確立されていた。宇宙開発に建築家としていち早く着目し、月面基地計画が遂行できたことの背景には、こうしたシステムの恩恵がある。私に関わったある中東地域のプロジェクトを例にコンピューテーションについて少し説明を加えたい。それはアブダビの砂漠の真ん中に、新規に計画された複合施設である。歴史的コンテキストのない文字通りまっさらな敷地の上に、

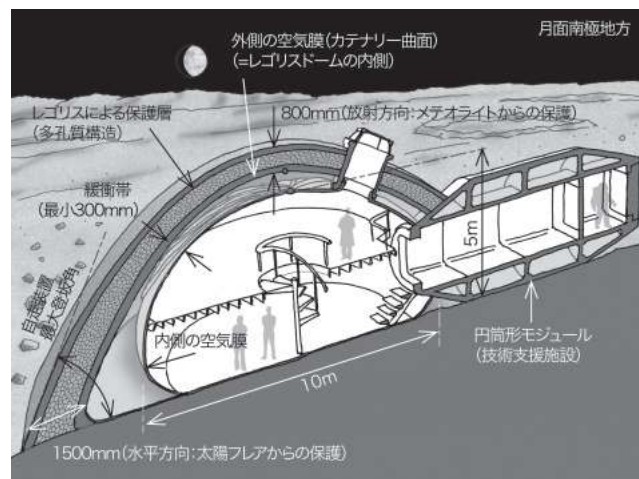
純粋に環境工学による係数と機能的要求に応じて空間の美を考えるとどのような建築が作れるであろうかというのが中心コンセプトであった。ここでの環境工学係数は、アブダビ特有の強力な太陽放射、名物ともいえる砂嵐の流体力学解析などであった。これにクライアントから求められる建築

用途と規模を加味し、合理的な構造フレームと共に一つの3Dモデルの中に統合した。その結果、3次元曲面で構成された有機的形態の建物が姿を現した。この建物の3Dモデルにはそれぞれの係数をコントロールするダッシュボードが設定されており、設計者とクライアントの合意のもと、ダッシュボードを通して用途、規模、環境に関する係数が最適化され、最終的な建築の形状が導き出された。このように、事務所には砂漠のような極地での建築の設計手法がコンピューテーション技術の元に確立しており、2014年にESA (European Space Agency)と協働した月面基地は、極論するとこれらの環境係数が月面環境に置き換わっただけのことであるとも言える。

■フォスターの月面居住ユニット

●円筒形モジュールの設置と空気膜展開

ロケットにより地球から打ち上げられる月着陸船は、水分の存在の可能性が指摘されている月の南極にほど近い計画地を目指す。着陸後、円筒形モジュールが着陸船の大型アームにより月表面に横たえられる。この円筒形モジュールの端部から空気膜ドームを展開させ、月の重力と内部の空気圧力のバランスにより、直径10mの円形の投影平面と最大天井高5mの内部空間を形成したところで膨張を止める。ドームの内部は上下階二層に分けられ、技術支援施設である円筒形モジュールとドームは連結されたまま、内部通行も可能となる。空気膜自体も二層構造になっており、内部の膜はインテリアの壁となる。一方、外部の膜は仮設構造体兼、建設型枠として使われ、月の砂をつかった保護層がここに施工さ



月基地断面図 (スケッチ: 鶴巻崇)

れる。この膜はカタナリー曲線によって構成される3次元曲面（カタナリー曲面とここでは呼ぶ）となっているのが構造上重要な点である。そして、外部と内部の膜の間には、断熱と防湿の観点から、直接接合を避ける為に最低300mmの緩衝帯が設けられる。

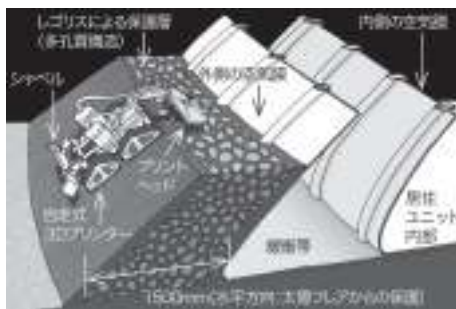
●レゴリスの活用と環境的要因の分析

大気も磁場もない月面では、隕石（メテオライト）、太陽風、太陽フレア、宇宙線、大きな昼夜の温度差という厳しい環境から人体を守る外壁の形成が必須である。一方で、ロケットによって地球から搬送可能な資材の量は限られている。そこで月の表面に満遍なく存在する砂、レゴリスを建設材料に使う計画としている。ここでは、「最も厳しい要因である太陽フレアを遮断するのに、1500mmの厚さが必要である」という研究者の指摘に基づき計画されている。この計画では、秒速18kmで地表に降り注ぐメテオライトの衝撃に耐えるために必要とされる800mmの厚さも同時にクリアしている。ちなみに800mmという厚さは10年間の建物の存続確率を99.98%と設定して得たものである。

●3Dプリントされる多孔質構造のレゴリス

レゴリスの保護層をドームとして空気膜の周囲に施工するには3Dプリント技術が用いられる。施工には3ヶ月の期間を想定しており、遠隔制御の自走式小型3Dプリンターが設計データに基づきこの作業を行う。この自走装置の前にはシャベルとプリントヘッドが装備されている。装置はまず、シャベルを使ってレゴリスを地表面から収集し、空気膜の外周に沿って壁を形成したい範囲に5mm程度の厚さでレゴリスを敷き詰める。そしてプリントヘッドのノズルを使い、敷き詰められたレゴリスの上から液体凝固剤を正確な位置に染み込ませる。この時、レゴリスの一部のみを固め、必要最小限の構造体を作る。これを繰り返し最終的には、全高約6200mmのドーム状の外壁を完成させる。ここで、強調したいのは、太陽フレアとメテオライトから人体を保護するためには、レゴリスの量（かさ）が必要なのであって、堆積させたレゴリスの全量を固める必要はないという点である。コンピューターで制御されるレゴリスの凝固プロセスは、鳥類の骨、または、細胞壁のよう

な多孔質の立体構造となる。凝固していないサラサラのレゴリスは細胞壁の内側に残って閉じ込められ、凝固部分と未凝固部分の総量により必要な壁の厚さが確保されていく。この工夫には、地球から搬送する凝固剤の量を最小限に抑えるという意味もある。そして多孔質の構造には、軽量であるという利点の他にメテオライトが衝突した場合、その幾何学的な性質から衝撃を広範囲に分散させる効果もある。この効果が、局所的に大きな破損が起きても、レゴリスドームが全体の構造的バランスを失うリスクを軽減してくれるのである。交通事故による衝撃を吸収する利点から車に多孔質構造を持つ材料を使うのと同じ原理ともいえる。また、多孔質の構造は自然光を採光する開口部を任意の場所に設ける上でも適した構造でもある。



3Dプリントされるレゴリス保護層（スケッチ：鶴巻崇）

●レゴリスドーム全体のジオメトリー

ところで、3Dプリントで加工されたレゴリスは圧縮力に強いが、引張力に対して脆弱となる。これはアーチ構造に用いられる部材に求められる条件に酷似している。20世紀初頭に活躍したスペインの建築家ガウディは二つの固定点から垂れ下がるロープが重力によって作る曲線、カタナリー曲線を彼の石造建築に多用した。カタナリー曲線を形成するロープの部材内部には引張力しか存在しない。これを上下反転してアーチにして石造に応用すると石の部材間には圧縮力のみが働くようになる。レゴリスが構造部材として外壁を支えられるようにするには、このことを応用してドームの内側をカタナリー曲面として形成する必要がある。前述したレゴリスの型枠となる空気膜の外部層をカタナリー曲面にする理由がここにある。ドーム内側のジオメトリーが定義できたところで、次にドームの肉厚を考える。太陽放射に対する遮蔽性能を得るた

めに1500mmの壁厚が必要であることはすでに言及した。しかし、これをドームの全面に適用するとドーム全体の自重はかなり大きくなる。ここに、水分の存在以外にも敷地が南極付近に設定される利点が出てくる。南極地域では、地球の極地と同じく、太陽は常に地平線近くに常時留まり続ける。つまり、太陽フレアはほぼ水平に近い角度を保って月面基地のドームに照射され続けるということである。よってこれに抗するために取られる、1500mmの厚さは、断面図上の平行線ではなく、平面図上の平行線とできる。つまり曲面が水平に近づくドームの天頂付近では、太陽放射に対して必要な肉厚は限りなくゼロに近づき厚さを軽減する。一方で、メテオライトは全方位から飛来する可能性があるため800mmの壁厚は放射状に全方位に取られなければならない。ドームの天頂付近ではこれが優生条件になり800mmの厚さが最低必要になる。結果として、この二つの曲線の最小公倍数がレゴリスドームの厚さを決定する。最後にドームの各所において自走装置が登坂可能な斜面の角度を超えないことを確認してドームの形状は決定される。こうして得られた形状に多孔質の構造をシミュレートして3Dプリントの設計データが完成させられた。

■次代を切り開く巨匠建築家

本計画は、月面南極地域の環境を基準にカスタマイズした第一世代の月面居住ユニットを最小のリソースで建設することに注力したものである。当時の3Dプリントとコンピューターの技術を駆使して解決策を明示した点で非常に先駆的であった。インテリアの詳細や自然光の採光システムなど、本計画ではまだ着手されていない点も多く、これからの展開も楽しみである。月への入植が本格化し、さらに高い安全性と居住性のもとで商業活動を開始する段階が来たなら、本計画とはまったく異なる係数が働き、新たな建築のデザインが形成されることになるだろう。

今後、設計における諸般の条件は異なるものになるかも知れないが、何より、次なる時代へとつながる第一歩を、英国の巨匠建築家自らが牽引している点は注目に値する。

（つるまき たかし）

ルナコンクリート ～月の砂から生まれる 建設材料～

有人宇宙システム株式会社

畑中菜穂子

東京生まれ。
2002年、東京大学工学部・社会基盤工学科卒業。2004年、東京大学大学院工学系研究科・社会基盤工学科専攻・修士課程修了。2006年、International Space University, Master of Space Science修了。2008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。
2008年、有人宇宙システム株式会社入社。国際宇宙ステーションに搭乗する宇宙飛行士の訓練インストラクターや、宇宙機を運用する管制要員として働く。
研究テーマは、宇宙建築および現地資源を利用した材料製造など。

■現地材料利用（ISRU）とは

●現地材料利用（ISRU）の定義

月や火星の地表面は、地球と似た組成の鉱物で覆われており（表1）、これらの鉱物を現地で加工することにより、ガラス・金属・セラミックスなど様々な材料が製造可能である。

月・火星の材料を利用し、現地で加工して利用するコンセプトはIn-Situ Resource Utilization（ISRU：現地材料利用）と呼ばれており、Apollo計画で得られた鉱物のデータやサンプル分析を基に1980年にアメリカで研究が始まった。ISRUの本質的な目的とは、月・火星ミッションのコスト削減である。ミッションにおけるロケット打ち上げ費用は莫大で、打ち上げ重量に比例して増加し、月面までは1kgあたり120万ドルかかってしまう。例えば月面基地の場合、地球で組み立てられた重い居住モジュールを打ち上げる代わりに、小さく軽い工場を打ち上げ月面で材料を製造すれば、建設コストを格段に抑えられる。一度工場さえ打ち上げてしまえば、材料の製造は半永久的に続けることが出来るためである。

	月の海	月の高地
SiO ₂	45.4	45.5
Al ₂ O ₃	14.9	24.0
CaO	11.8	15.9
MgO	9.2	7.5
FeO	14.1	5.9
TiO ₂	3.9	0.6
Na ₂ O	0.6	0.6
Total	99.9	100.0

表1 平均的な月表面の砂の化学組成（%）

●月面での構造物の建設

月面での有人宇宙活動に関しては、2024年の米国による有人月面着陸、2023年から国際協力により開始予定の月周回有人拠点Gateway建設の他、各国で様々なミッションが検討されている。United Launch Alliance（ULA）の発表したCisLunar-1000 visionでは、月面での現地材料利用を含めた開発を行うことで、2045年までに月面に1,000人が常時滞在し、年間10,000人が旅行に訪れるような世界が構想されている。

月面構造物の建設は、月面へ滞在する人数

の増加や長期化に伴って、より大きな居住面積を確保するため、以下の3段階で発展すると考えられている。CisLunar-1000のような世界では、活動に必要なリソースや物資を、都度地球から補給することは膨大なコストを要するため、持続的な月面社会の構築に際しては、現地材料利用が重要なカギとなる。

第1段階：プレハブ構造物

国際宇宙ステーションのモジュールやアポロ計画の月着陸船のように、地上で完全に組み立てられた状態で輸送され、月面での居住施設になるものである。初期の少人数・数日間の月面滞在で用いられると考えられている。

第2段階：組み立て・展開構造物

耐火性のある丈夫な布製の膜に内圧をかけて膨らませる展開構造物や、数種類の部材を月面で組み上げる組み立て構造物（図1）など、ロケットで輸送可能な重量やサイズから、より大きな居住空間を作り出すための建設方法である。これらの建設の際には、ロボットによる遠隔や自動組み立てが必要となる。

第3段階：現地材料利用による構造物

現地材料利用による構造物は、図1のような組み立て構造物や、月の溶岩チューブ（縦孔）やクレーターなどの自然地形を補強する構造物、3Dプリンターによる構造物など（図2）、地上の建設と同様に自由度のある建築が可能となる。現地材料利用の工程としては原料の掘削に始まり、選鉱、材料への加工、部材製造・運搬・組み立てなどが必要となり、さらに建設に当たっては整地・掘削等の作業も要すると考えられるため、遠隔・自動運転機能を備えた様々なロボットが必要となる。

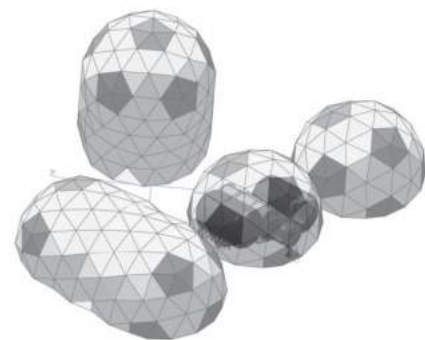


図1 ジオデシックドームを応用した組み立て構造物の例：住居を保護する遮蔽ドーム（五角形と六角形になる2種類の三角形パネルを組んだ構造物）



図2 NASAの3Dプリント建造物の例 (Contour Crafting : NASA)

■ルナコンクリートとは

●ルナコンクリートの特徴と用途

ルナコンクリートは、月面の砂から製造できる建設材料の1つである。コンクリートは、他の建設材料と比較し、以下の特徴を持つ。

- ✓ 宇宙放射線・高温度差・微小重力・隕石の衝突などの厳しい月面環境下に耐え得る材料であること。
- ✓ 鉄やアルミニウムに比べ少ないエネルギーで製造でき、低コストな建設材料であること（表2に示す通り、構成材料の大部分は未処理の砂や砂利が占める）
- ✓ 成形が容易で圧縮強度が高く、大構造物の建設が可能であること。

材料	セメント	水	砂/砂利
重量比	17%	5% (O ₂ 4.5%, H ₂ 0.5%)	78%

表2 ルナコンクリートの材料比

またルナコンクリートは、建設材料として下記の用途への利用が期待されている。

- ✓ 住居などの構造物
- ✓ 宇宙放射線や隕石から人間・住居・宇宙機を保護する遮蔽壁（図1）
- ✓ ロケットの離発着に伴う大量のレゴリス巻き上げ、飛散を防ぐための離着陸場
- ✓ 月面車両の転倒、車輪のスタックを防ぐための道路舗装

●材料と製造方法

月面の材料から製造可能なコンクリートには、水硬性コンクリートと熱可塑性のサルファーコンクリートの2種類が考えられている。それぞれ、以下の特徴や長所短所を有する。

水硬性コンクリート

水硬性コンクリートは、水と反応して水和物を生成し、硬化する性質を持つ材料である。

表2に示すように、材料は水とセメントであり、かつ大部分は未処理の砂や砂利である。月面で貴重な水素を原料に含むものの、水素が占める重量比は全体の0.5%程度である。

月のセメント製造は、表1に示すような月の砂を高温で熱し、より揮発性の高いSiO₂やFeOを蒸発させ、CaOやAl₂O₃を濃縮し、細かいパウダー状に砕くことで出来上がる。セメントには多くの種類が存在するが、速硬化の高いアルミナセメントに類似したセメントとなる。

サルファー（硫黄）コンクリート

水を用いずに製造可能なコンクリートとして研究されているのがサルファーコンクリートである。サルファーコンクリートは型枠を炉の中に入れ、その中で硫黄を150度まで熱して何度も掻き混ぜながら溶かし、ここに骨材を混ぜ、ゆっくりと冷却して固化させるものである。ただし、サルファーコンクリートの欠点は、温度が96度以上で軟化を始め、114度以上で体積が変化してしまう点にある。月面上では、場所により地表温度が114度を上回るため、建設場所の選定が必要である。

月面材料からの硫黄の抽出は、硫黄を含む鉱物を1000～1200度に熱して行うが、月面での存在比が非常に少ないため、多くの原料を熱しなければならない。筆者の試算では、結果的に同じ量のコンクリートを製造するために必要なエネルギーや工場設備規模は、水硬性コンクリートの場合よりも大きくなる。

●コンクリートの施工方法

水硬性コンクリートは、真空や過激な温度環境下では水の蒸発や過剰な水和反応が起こり、水和硬化反応が阻害されてしまう。そのため、水和による硬化反応が終了するまでは、温度管理可能な気密性のある工場や型枠内部にて、養生することが必要となる。地上における一般的なコンクリート部材を製造する場合には、常温の水とセメント、骨材をミキサーで混合して型枠に流し固める方法が一般的であるが、月面ではDry-Mix Steam Injection (DMSI) 法が適していると考えられる。

DMSI法とは、T.D.Linによって開発された方法で、セメントと骨材を混合して型枠に詰め、100度の水蒸気を注入することで、少な

い水量でセメントと非常に強い水和反応を起こし、高強度なコンクリートを得る方法である。月面では水が貴重であることから、水量を減らすことができる手法はまさに理想的である。筆者が2008年に行った、月の模擬砂からのセメント製造実験や、そのセメントを使用した水和物生成と強度測定実験によっても、高温で養生することで、安定で高密度な水和物C₃AH₆が初期から生成し、長期的な強度や耐久性を示すコンクリートが得られることが明らかになっている。

また、月面でコンクリート構造物を施工するにあたっては、遠隔や自動施工を可能にするような、構造物のデザイン、施工方法、ロボットの開発が必要となる。

■おわりに

現地材料利用は、今後の宇宙開発の発展に欠かせない技術であり、建設材料だけでなく、食糧やロケット燃料、酸素や水といった様々な物資の製造について、世界中で様々な研究が行われている。コンクリート関連だけでも、2019年の国際宇宙ステーションにおけるセメント水和実験や、NASAの3D Printed Habitat Challengeによる、火星に存在する原料のみを使用した構造物建設成功が記憶に新しい（図3）。こうした月や火星に長期滞在する時代の実現に向けた研究開発は、材料製造・建設・ロボットだけでなく、それを支える電気・通信や、衣食住・医学系まで幅広い分野に渡るものであり、今まで宇宙開発に参加してこなかった企業にとっても、技術を生かし、様々な新しいビジネスに挑戦する場になり得るのではないだろうか。



図3 火星に存在する材料で製造された3Dプリント住居 (AI Space Factory)

宇宙における 樹木・木材利用 の探求

京都大学大学院総合生存学館
特定教授

土井隆雄

1954年、東京生まれ
1983年、東京大学大学院工学系研究科博士課程修了
2004年、ライス大学大学院博士課程修了
工学・理学博士。
1997年、スペースシャトル「コロンビア号」に搭乗し、日本人として初めての船外活動を行う。2008年、スペースシャトル「エンデバー号」に搭乗。ロボットアームを操作し、日本初の有人宇宙施設「きぼう」日本実験棟船内保管室を国際宇宙ステーションに取り付ける。2009年から2016年にかけて、国連宇宙部で国連宇宙応用専門官として宇宙科学技術の啓蒙普及活動に取り組む。2016年4月より京都大学宇宙総合学術ユニット特定教授に就任。2020年4月より京都大学大学院総合生存学館（思修館）特任教授、2020年7月より特定教授。2002年と2007年には超新星を発見する。

1. はじめに

1961年のガガーリンによる人類初の有人宇宙飛行以来、有人宇宙活動は欧米諸国の主導で行われてきた。現在まで宇宙用に開発・使用されてきた材料は、金属・プラスチック（無機的素材）であり、木材（有機的素材）が使われることは無かった。将来的に人類が宇宙に永続的に展開することを考えると、人類が作り出すことのできる資源である樹木・木材を宇宙で利用することができれば、人類の宇宙への発展に必要な材料資源をどこから調達するかという課題を解決することが可能となる。石と金属の文化である西欧主導の宇宙開発に、日本は木の文化で大きな貢献をすることができるだろう。

樹木・木材は、人類文明の発展に大きく寄与してきた。樹木は光合成によって二酸化炭素を酸素に変えるにとどまらず、セルロース結晶とリグニンなどの複合構造を発達させることによって、地表重力に逆らって数十メートル以上生育できる能力を獲得した。そのため、人類は木材を建築資材として使うことができた。太古のシダ類の化石が石炭に変わり、人類は石炭からいろいろな化学物質を作ることができる。即ち、人類が宇宙で樹木を育てることができるならば、樹木・木材が人類の宇宙での社会基盤の構築に大きな役割を果たすことができることを暗示している。

2. 宇宙における樹木の育成

私の大学時代の恩師である長友信人先生は、長期の宇宙生活が要求される月基地や火星基地では、人は木の内装の居室に住み、木の光

合成を利用した閉鎖生態系に住む必要が出てくると予想し、地球外森林を提案した。火星の大気圧は地球の約100分の1でありほぼ全てが二酸化炭素である。二酸化炭素量だけを比べれば、火星大気は地球大気よりも多量の二酸化炭素を含んでいる。火星の平均気温は -63°C で非常に寒いが、夏の赤道付近では約 30°C まで上昇する。火星の重力は地球の約3分の1であり、一日の長さは、24時間37分で地球の1日とほぼ同じ長さである。気温の低さを克服できれば、火星で樹木を育て森林を作ることができるかもしれない。

人ひとりに必要な酸素量は1日約500リットルと言われている。これから人ひとりが排出する二酸化炭素量が計算できて1日約982グラム、1年で約358kgになる。杉の木1本は1年間に約8.8kgの二酸化炭素を吸収し酸素に変えることができる。このことから、人ひとりが生きるために必要な杉の木の数が計算でき、約40本となる。火星に直径120メートル（ほぼ甲子園球場の大きさ）のドームを造り、10平方メートル毎に杉の木を植えるとなると約30人の人間が呼吸できる酸素を供給できる。

植物の低圧下での実験は、宇宙での食物供給を目指して行われてきており、シロイヌナズナが0.1気圧まで正常に育つことが確認されている。植物は、気圧が低くなるにつれて光合成速度が増加して葉の成長が大きくなる。これは、低圧になるほど分子拡散が促進されるために、葉の気孔を通しての空気中と植物体内との間での二酸化炭素及び酸素の交換速度が速くなるためである。しかしながら、これまで低圧下での樹木育成実験は行われていない。

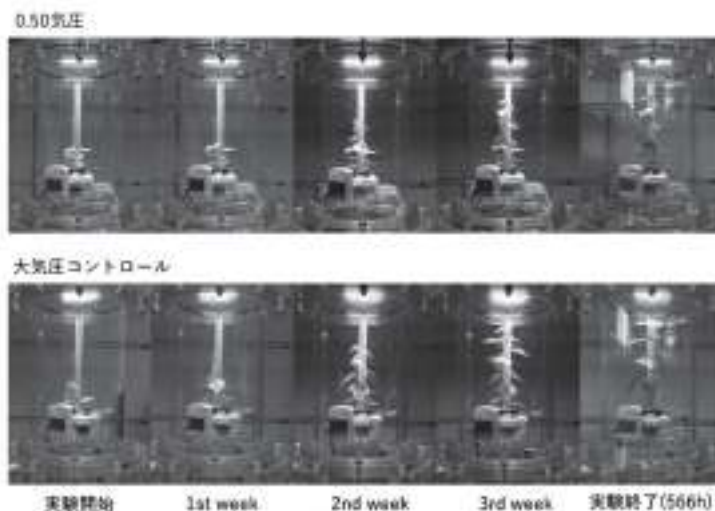


図1 雰囲気圧0.5気圧下でのポプラの育成実験
（出展：京都大学宇宙木材研究室レポートNo.2020-2）

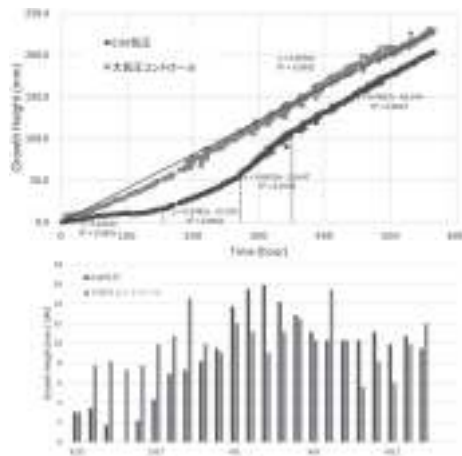


図2 雰囲気圧0.50気圧下及びコントロールのポプラの成長量変化（出展：京都大学宇宙木材研究室レポートNo.2020-2）

私たち京都大学宇宙木材研究室は、火星における樹木育成をめざして、低圧下における樹木育成実験を1年前から開始した。現在までの大気圧、0.75気圧、0.5気圧、0.25気圧下でのポプラの育成実験を行った。実験条件は、気温は24～25℃、湿度は大気圧湿度50%に相当する水蒸気密度、二酸化炭素濃度は約500ppmを維持した。0.75気圧は高度2500メートル、0.5気圧は地表高度6000メートル、0.25気圧は高度12000メートルに相当する。樹木育成チャンバは、直径30センチ、高さ50センチのアクリル製で、外部からポプラの成長を観察することが可能である。図1に雰囲気圧0.5気圧下及び大気圧下（コントロール）のポプラ苗木の成長の様子を示す。図2は、それぞれの苗木の毎日の成長量を図示したものである。

大気圧閉鎖環境及びコントロールの成長速度は、約0.3～0.4mm/hであり、全実験期間においてほぼ一定である。0.75気圧における平均成長速度は、コントロールの成長速度よりもやや早く、減圧の影響はむしろ成長を促進しているような印象を受ける。0.5気圧の実験では、ポプラ苗木は成長速度が小さい期間が約11日間続いた。この期間は、ポプラの0.5気圧への馴化期間と考えることができよう。この馴化期間の後で、成長速度は大気圧下の成長速度とほぼ同じ速度に達した。ポプラは、0.5気圧でも成長できることがわかる。0.25気圧の実験では、ポプラ苗木は平均成長速度がコントロールの約1/3で成長を続けたが、実験開始20日後に成長を停止した。現在、さらに精

密に環境条件を制御し、雰囲気圧0.25気圧以下でポプラが成長できる条件を調べるための実験準備を進めている。

3. 宇宙における木材の利用

宇宙空間での樹木による循環的資源活用のためには、宇宙での木材利用技術の確立が必要である。そのため、本研究室では宇宙の高真空環境での木材の物理化学特性を調べる実験研究を行っている。

3-1. 真空暴露実験

木材を真空中に暴露する実験は、木材の乾燥効率向上の研究の過程で行われてきたが、これらの雰囲気圧力は、宇宙空間の極高真空（ $10^{-7} \sim 10^{-10}$ Pa）にくらべて極めて高い。高真空の条件では水分子の蒸発や抽出成分の揮発の状態は異なり、これまでに確認されていない現象が現れる可能性もある。高真空環境の木材細胞内部構造に与える影響まで明らかにした研究はない。

本研究室は、木材の真空下での物理化学特性をしらべるために、2018年8月より木材の真空暴露実験を続けてきた。実験樹種として、針葉樹：スギ、ヒノキ、広葉樹：センダン、ホオノキ、ヤマザクラ、ブナ、ケヤキ、キリ、ヤマザクラを使っている。各樹種から厚さ5mm×幅10mm×長さ100mmの実験試験体を作製し、105℃で1日間乾燥したのち 10^{-5} 気圧以下（1Pa以下）の真空環境に静置した。試験体は、ひと月毎に真空チャンバから取り出し、寸法、質量、及び破壊荷重の10%程度負荷を掛け、曲げ弾性率を測定した。

図3に真空チャンバ及び真空チャンバ内の実験試験体の様子を示す。図4はスギ・センダン・ホオノキの20か月間の真空暴露実験結果である。木目平行は、試験体の長手方向に木繊維が走っている。木目直交は、試験体の長手方向が木繊維と直交していることを意味する。どの樹種の試験体も真空暴露期間が増すにつれて、相対ヤング率が徐々に増えていくことがわかる。また、樹種及び木繊維の方向によって、試験体間のばらつきも暴露期間が長くなるにつれて大きくなる。しかし、ホオノキのように試験体間のばらつきが一定で小さい樹種があることもわかってきた。真空中に長期間暴露するということは、木材の含水



図3 真空チャンバ（上）及び真空チャンバ内の実験試験体（下）

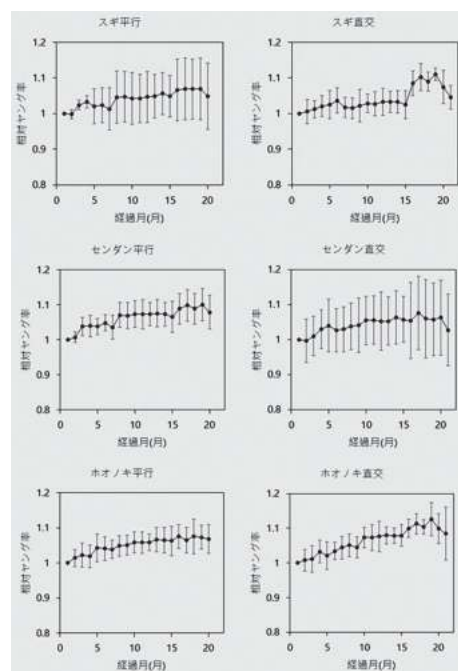


図4 真空暴露実験結果 相対ヤング率の変化（出展：京都大学宇宙木材研究室レポートNo.2020-1）

率が完全にゼロになっていることを意味しているが、どの試験体も変形はほとんどなく、表面はきれいなままである。真空暴露実験の結果から、約1年半ではあるが、真空環境で木材の物性は安定していることが確認された。

3-2. 木造人工衛星

木材の宇宙利用の可能性を証明するために、本研究室は、木造人工衛星キューブサットの

開発にも着手している。人工衛星の構体系（搭載機器を固定する骨組み）の部分を木造化することを想定している。従来の人工衛星の構造素材がアルミニウムであるのに対し、木造キューブサットではそれらを木造化するため、各種機器の固定方法や運用に関して大きく変更する必要がある。とりわけ、木造人工衛星においては、電磁場を遮蔽しないという木材の物理的性質から、各種通信アンテナ及び地磁気を利用した姿勢・軌道制御装置を本体に内蔵することができる。さらに木材の優れた断熱性により、特別な装置を用いなくても衛星内部の熱環境を一定に保持することができる」と期待される。

図5に、日本伝統木工技術を受け継ぐ建具工房が製作した木造構体試作機を示す。外寸法は各辺 $100\pm 0.5\text{mm}$ であり、総質量は約190gである。立方体を構成する6枚の木板は、接着剤や金物を一切用いずに互いに接合され、非常に優れた引っ張り強度が実現されている。内部には2枚の電子基板（厚さ約2.0mm）がスリットに挿し込まれて固定されている。今後、このような木造構体に対する種々の性能試験を実施し、使用すべき樹種の選定や、接合強度向上のための接着剤の検討などを行っていく予定である。なお、今回の構体の素材にはホオノキを用いたが、これはホオノキが真空中での変形が少なく、繊細な組継ぎ加工が容易であるためである。

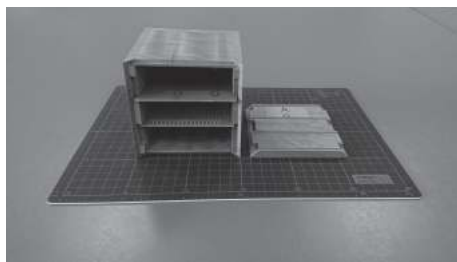


図5 キューブサットホオノキ構体

木造人工衛星は、また、地球環境にやさしい人工衛星でもある。現在、地球低軌道に打ち上げられている金属製人工衛星は、運用を終えると宇宙ゴミの発生源にならないように大気圏に再突入させられる。この時、衛星は地表に落下する前に燃え尽きるように設計されるが、たとえ破片が残っても海洋へ落下させることが求められる。しかし、大気圏内で燃え尽きた人工衛星は微細なアルミナ粒子を

発生させ、結果的に中層大気汚染を引き起こす可能性があることが示唆されている。それに反し、木造人工衛星の主成分は炭素・水素・酸素を構成元素とする天然系高分子であり、燃焼時における生成物はおおよそ水と二酸化炭素のみである。また、長期的に宇宙空間に暴露されても紫外線により炭素・水素・酸素原子に分解されるだけである。これらのことから、人工衛星のような宇宙機を木材で製作することで、有害な微細粒子の発生を防ぎ、大気圏、海洋、宇宙空間の環境汚染を防止することにつながると期待される。

4. 宇宙社会の形成

約500万年前、アフリカの森の中で暮らしていた霊長類の祖先のうち、何故か人類の祖先だけが森からサバンナに降りた。サバンナに降りた彼らは、2足歩行を獲得し、火を使い道具を使うことを覚えて世界に広がり、今の人類に進化した。走ることも速くなく、鋭い牙もない人類は、安全な森から出てどうやって生き延びることができたのだろうか。

人類が生き延びることができたのは、彼らがグループを作り、お互いに助け合い、分業を発達させ、社会を創り上げたからに他ならない。今、私たち人類は、地球から宇宙に進出できる技術を獲得した。私たちはちょうど500万年前に森からサバンナに降りた人類の祖先が経験したように、目の前に広がる遙かな空間を見つめている。私たちは、これからどうやって宇宙に進出して行けばよいのだろうか。答えは、すでに私たちの祖先が示してくれた。私たち人類が恒久的に宇宙に発展して行くためには、宇宙に社会を作らなければならない。

宇宙に作る人類の社会とはどんな社会なのだろう。イギリス人の霊長類学者ロビン・ダンバーは、サルやチンパンジーなどの霊長類の群れの平均的大きさを調べ、安定した群れの大きさは、その霊長類の脳の容積の増加とともに大きくなることを発見した。この関係を人類に当てはめると、その人数は約150人になり、この数はダンパー数と呼ばれている。この人数は、いわば、社会の構成者一人一人がお互いを認知でき、かつ安定な関係を維持できる人数と理解される。

宇宙にできる人間社会がこのダンパーの発見に従うとすれば、150人の社会で分業が成立し、自給自足が可能であれば、人間社会として安定に存在できることになる。火星にできる150人の社会を考えてみるのは楽しい。直径120メートルのドームの中に生える樹木で、約30人の人間が暮らせる。そうすると、150人の社会では5つのドームがお互いに繋がっている。中央には、集会場となるもうひとつのドームがあるだろう。ドームの地下には、貯水場があり、野菜工場もある。

地球の樹木は、地球の重力に逆らって水を樹頭まで運ぶ圧力差を作りあげることができよう。火星でも同じ圧力差を樹木が作ることができるだろう。火星の重力は地球の約3分の1なので、樹木は火星では地球の3倍高いところまで水を持ち上げることができる。地球で10メートルの高さまで伸びる木は火星では30メートルに、20メートルの木は60メートルに、30メートルの木は90メートルまで伸びることができることになる。火星ドームの中は、巨大な樹木が生える森林となるだろう。

5. おわりに

私は、仕事の合間に奈良や京都の古い神社・仏閣を廻るのが好きである。そこでは、日本の文化が古代からの木造建造物によって象徴的に具現化されている。それらの木造建造物を見ていると、木の存在がどれだけ人類の発展に寄与したのかということに感動を覚える。同時に、私たち人類は木と共に生きてきたのだという事実気づかされる。今、私たちは地球を離れて宇宙に飛び出そうとしている。私たち人類は、本当にひとりだけで地球を離れて宇宙に出て行けるのだろうか。否、人類は、ひとりだけで宇宙を生き延びることはできないだろう。私たちが宇宙に出ていくためには、地球の全ての生命体の協力が必要なのだ。それならば、今まで人類の進化と発展を助けてくれた木に、まず、応援を仰ぐのではないか。木の文化を育ててきた日本人だからこそ、宇宙で樹木を育て、木を使うことに世界で一番適している。人類が宇宙に初めての社会を作る時、宇宙林業や宇宙木材産業もまた生まれていることだろう。

（どい たかお）

コロナ禍の閉塞感の感じられる状況のなか、少しでも夢のあるテーマとして、宇宙を取り上げました。アポロ計画やスペースシャトルの頃のようにニュースで大々的に取り上げられることは少ないですが、この特集で夢の実現に向けて確実に進んでいる状況について感じていただければと思います。

快く執筆を行っていただいた十亀先生をはじめ、執筆者の皆様に感謝いたします。

(藤丸啓一)

人間にとって宇宙の存在がより身近になり、簡単に行き来できるようになることを想像すると、恥ずかしながら初めて海外へ行った時のことを思い出します。新しい世界とはこういうことを言うのだなと、大げさですが、そう思いました。同じ感覚を、また味わえる日がくるのが楽しみです。何年後かには、会社の出勤ボードに「出張：火星」と、書くことも出てくるのでしょうか。

(秋竹教行)

小説や映画の中の出来事が現実になる、もしくはそれをしのぐ技術が実現することを私たちは目の当たりにしてきた。今回の「宇宙と建築」という夢のあるテーマにおいても、各分野において宇宙に滞在するための様々な技術の研究開発がなされていることを知りました。人間の想像力と飽くなき探究心が新しい分野の道を切り開いていると感じ、その重要性にあらためて気づかされました。

(岡田淑子)

宇宙に関するニュースを耳にするたび、実現に向けて着実に進んでいるのだと、他人事だった小生にとって、今回の特集は衝撃的でした。生業にしている建築が関係していることを今更認識した次第です。重力や空気がなく地球から遠く離れた場所での建設方法や、快適な宇宙生活を過ごすための工夫など、普段意識しない分野に触れ、新鮮に感じる事ができました。

(門野 陽)

本号の特集である『宇宙と建築』の各論を拝読し、様々な視点と多様な分野に触れる事ができました。枚挙に暇が無いですが、国際宇宙ステーション、月面でのコンクリート、各国での宇宙開発事情、建設材料だけでなく食料や燃料、酸素や水などの物資製造の研究など、どれも有望な可能性を秘めており、今後の進展が楽しみになりました。貴重な原稿を執筆いただきました皆様に感謝いたします。

(河合智寛)

30年ほど前、技術研究所勤務で「月の石の焼結」を手伝いました。月基地は現地に穴倉を掘り、現地の材料から高強度ブロックを製造して構築するというコンセプトでした。月の石の主成分である玄武岩を高温焼結し物性を確認していました。あの頃も「宇宙と建築」で各社盛り上がっていましたが、今も取り組み続けられているとは思ひもよりませんでした。夢を紡ぎ続けることも大切ですね。

(桜井和男)

子供の頃、アニメ等で観て憧れていた宇宙空間での生活、空想の世界だと思っていましたが実現に向けて様々な研究がなされていることに驚きと興奮を覚えた今月号の特集でした。コロナ禍の中、寄稿頂いた方々に厚く御礼申し上げますとともに、まだまだ様々な困難があるとは思いますが、私たちが普通に宇宙を往来し、居住できる時代が到来することを願っています。

(山口紀宏)

幼少期、宇宙は果てしない神秘的な世界であった。大学生の頃、大阪万博でアポロ11号が持ち帰った月の石を目の当たりにし、近い将来、宇宙生活が実現するのではないかとふと思った。今回の特集を拝読し、多様な分野の技術を駆使し、私達の新たな居住環境を宇宙に創造しようとする取り組みが着々と進んでいることに驚かされた。だが、私の心から宇宙に対する畏怖の念は今後とも消えないだろう。

(吉田正友)

編集後記

施工材料分科会

建築物における電気設備の浸水対策ガイドラインについて

森田由佳

国土交通省住宅局建築指導課動力・設備係長

令和元年東日本台風（台風第19号）による大雨に伴う内水氾濫により、高層マンションの地下に設置されていた高圧受変電設備が冠水し、停電が発生したため、エレベーター、給水設備等のライフラインが一定期間使用不能となる被害が発生した。

このような洪水等の発生時においても建築物の機能継続（居住継続及び使用継続）を確保するためには、洪水等による浸水被害に備え、建築物における電気設備の浸水対策の充実に努めることが重要である。

このことから、国土交通省及び経済産業省が設置した学識経験者、関連業界団体等からなる「建築物における電気設備の浸水対策のあり方に関する検討会」（座長：中埜良昭・東京大学教授）での議論を踏まえ、令和2年6月19日に「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」（以下「ガイドライン」という。）を策定した。

ガイドラインの詳しい内容や、浸水対策事例等を掲載している参考事例集をHPで公開しており、解説動画も含めご覧いただきたい。



図1 国土交通省HPのQRコード

ガイドラインの概要

ガイドラインは、建築主や所有者・管理者をはじめ、建築物や電気設備の企画、設計、施工、管理・運用に携わる主体が、新築・既存の建築物について、洪水等の発生時に機能継続に向けて浸水対策を講じる際の参考となるよう、電気設備の浸水対策をとりまとめたものである。また、一定の浸水対策を講じた場合でも、想定を超える規模の洪水等が発生した場合には、電気設備の浸水被害が発生しうることから、浸水発生時にとりうる早期復旧対策等についても盛り込んでいる。

適用範囲

特別高圧受変電設備又は高圧受変電設備の

設置が必要となる建築物を対象として想定しているが、その他の建築物についても、参考になるものと考えられる。

目標水準の設定

建築主や所有者・管理者は、専門技術者のサポートを受け、「設定浸水規模」及び「目標水準」を設定する。

「設定浸水規模」は浸水対策を講じる際に設定する浸水規模（設定浸水深及び設定浸水継続時間）であり、国、地方公共団体が指定・公表する浸水想定区域等を調査し、想定される浸水深や浸水継続時間等を踏まえつつ、建築物の機能継続の必要性を勘案して設定する（例：〇〇cmの浸水深）。

次に、設定浸水規模に対し、機能継続に必要な浸水対策の「目標水準」を設定する（建築物内における浸水を防止する部分（例：居住エリア）の選定等）。

浸水リスクを低減するための具体的な取組

設定した目標水準と個々の建築物の状況を踏まえ、以下の対策を総合的に講じることが重要である。なお、ガイドラインには、対策それぞれの概要や特徴・留意点等をまとめているので、対策を検討する際にはそちらも参照したい。

①浸水リスクの低い場所への電気設備の設置

設定浸水深を踏まえ、電気設備を上階に設置する対策である。設置場所を選定する際は、浸水対策だけでなく地震や火災等に対する総合的な安全性を考慮する必要がある。

②建築物内への浸水を防止する対策

建築物の外周等に「水防ライン」（建築物への浸水を防止することを目標として設定するライン。水防ラインで囲まれた部分（水防ライン内）への浸水を防止することが重要）を設定し、ライン上の全ての浸水経路に一体的に以下の対策を講じることで、建築物内への浸水を防止するものである。

なお、脱着式の止水板の設置など、洪水等の発生時における対応が必要となる対策については、物的・人的資源の活用方策について、あらかじめ関係者間での調整を行い、対応方針を共有する等、十分な準備を講じておく必要がある。

③水防ライン内において電気設備への浸水を防止する対策

水防ライン内で浸水が発生した場合を想定し、以下の対策を講じることで、電気設備への浸水を防止するものである。なお、本対策単独では浸水リスクの低減効果に一定の限界があると考えられ、上述の①、②の対策と併せて講じることが効果的と考えられる。

■電気設備が浸水した場合の具体的な取組

①電気設備の早期復旧のための対策

想定以上の洪水等の発生により電気設備が浸水した場合に備え、建築物の所有者・管理者、電気設備関係者は、電気設備の早期復旧のため、平時や発災時・発災後についてあらかじめ検討しておくことが重要である。

②その他の対策

非常用電源を活用する場合には、平時の適切な維持管理及び備蓄が必要である。また、建築物被害の把握、在館者の安否確認や支援を迅速に行うためには、あらかじめ役割分担等を協議し、平時から準備を行っておく必要がある。

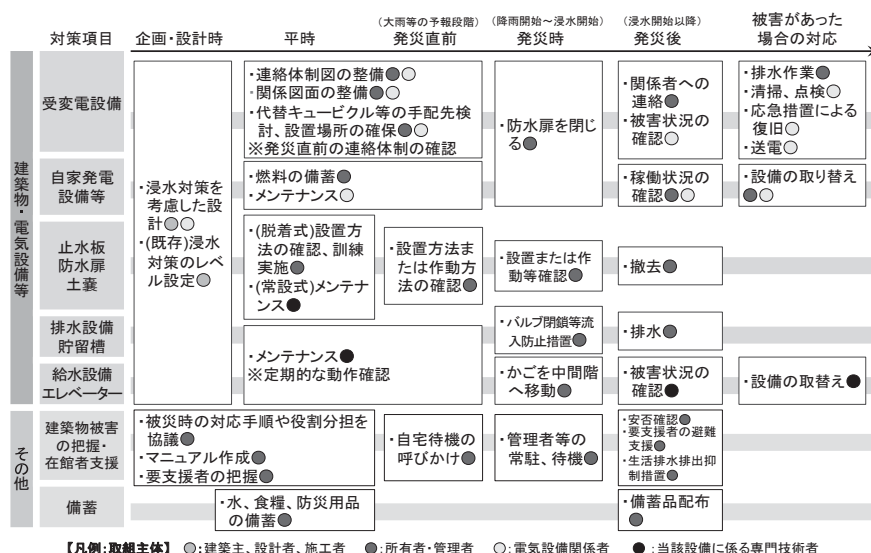
■タイムラインの作成

浸水対策の取り組みに必要な機材・人員・時間等を踏まえ、時系列で対応内容を記載したタイムライン（図2）を作成し、関係者間で事前に確認しておくことが望ましい。

（もりた ゆか）

●森田由佳

平成2年生まれ。東京工業大学大学院修了。平成28年国土交通省入省。



【凡例：取組主体】 ●：建築主、設計者、施工者 ●：所有者・管理者 ○：電気設備関係者 ●：当該設備に係る専門技術者

図2 浸水対策のタイムライン

高精度な湿度制御が可能な 気化式加湿システム ＜WIT WET＞

間宮啓介・有村哲郎

ダイダン株式会社

はじめに

滴下浸透気化式加湿器（以下、気化式加湿器）は、蒸気式加湿器と比較して消費エネルギーが小さく、水道水が利用できるため水処理が不要である等の利点から、様々な建物で採用されている。一方で、加湿制御性が低く、室内を常に一定の湿度に維持することが困難という課題がある。そのため、病院の手術室や、精密機械工場のクリーンルーム等、高精度な加湿制御が求められる施設ではあまり採用されてこなかった。

この問題を解決するために開発したのが、可動型気化式加湿システム「WIT WET」である。本稿では、WIT WETの概要について紹介する。

従来の気化式加湿器の課題

気化式加湿器は、水道水により湿らせた加湿エレメントに通風させ、水の気化を促すことで加湿するというシンプルなものである。この加湿エレメントは、空調機内に気流に直交するように固定される。そのため、通過する空気の水湿度、風量が一定であれば、加湿量は一定となり、調節することができない。また、蒸発残留物の析出により目詰まりを起こして能力の低下を招く可能性があるため、給水量により加湿量を調節することも避けるべきである。

このような理由から、従来の気化式加湿器は加湿量の調節が困難であり、高精度な加湿制御が求められる施設では利用できないという課題があった。

システム概要

可動型気化式加湿システム「WIT WET」は、従来の気化式加湿器にモーター駆動部を追加した加湿ユニットと、制御盤内に設置した指示調節計と、空調対象室内の湿度センサーからなる。図1にシステム例を示す。加

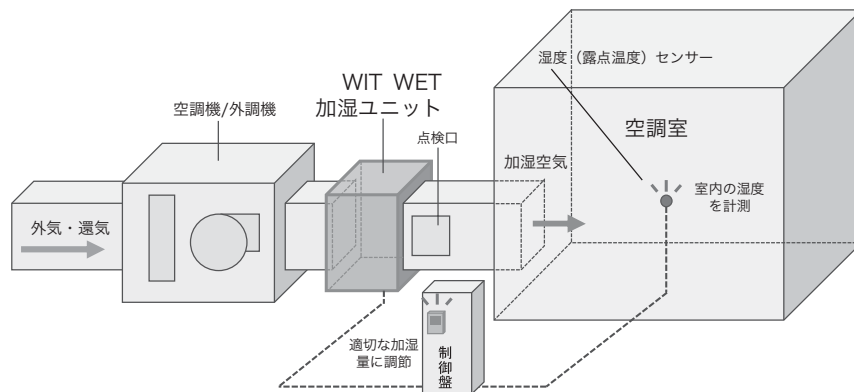


図1 WIT WETのシステム例

湿ユニットはダクト接続型であり、空調機とは別置となる。この加湿ユニット内は、図2のような仕組みとなっている。空調対象室のセンサーの値に応じて、鉛直の軸を中心に加湿エレメントを回転させることで、気流の一部を加湿エレメントのない部分に逃すことができ、加湿量を調節する。加湿エレメントはサイズの変更や増設が可能で、様々な風量・加湿量に対応できる。さらに、オフシーズンは加湿エレメントを90°回転させておけば気流の障害にならないため、空調機の消費電力の削減を期待できる。

制御精度

図3に、従来の気化式加湿器とWIT WETの制御精度の比較を示す。従来品では、加湿負荷が小さい時にも100%の能力で加湿してしまうため、加湿がONの時には相対湿度が設定値を大幅に上回り、ON/OFFを繰り返す。一方で、WIT WETは一旦設定値付近まで加湿すると、加湿エレメントの回転により加湿量を調節するため、相対湿度±2%以内という高精度で制御できる。

おわりに

病院、半導体工場、製薬工場、データセンターなど、高精度な湿度制御が求められる施設は多く、WIT WETの活躍の場は多いと考える。特に、年間を通じて冷房が必要なデータセンターでは、水加湿が冷房に寄与するため、大きな効果を発揮する。

本製品はオーダーメイドで様々なダクトサイズに対応できるが、今後は加湿能力を向上し、さらに導入しやすくなるよう改善を図っていききたい。

（まみや けいすけ、ありむら てつろう）

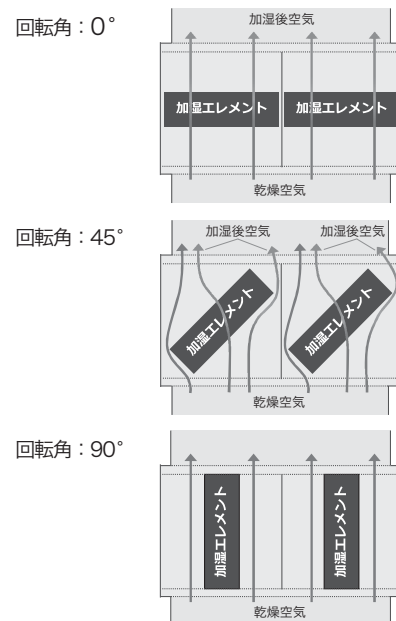
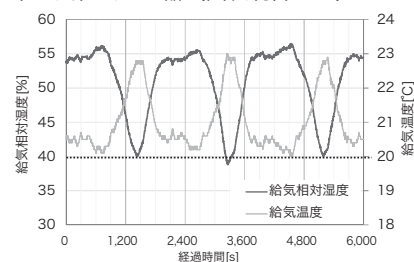


図2 加湿ユニットの仕組み

従来型気化式加湿器（回転制御なし）



WIT WET（回転制御あり）

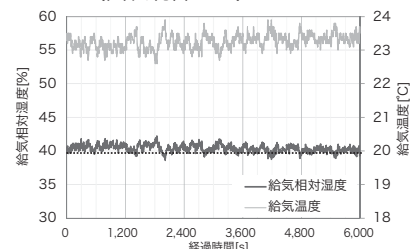


図3 従来品との制御精度の比較

●間宮啓介

2010年4月にダイダン株式会社入社。現在は技術研究所にて産業施設向け空調システムの開発に従事。

●有村哲郎

1996年4月にダイダン株式会社入社。現在はエンジニアリング本部にて産業・医療施設関連プロジェクトに従事。

出版図書一覧

当協会会員の方で、当会でのご購入を希望される方には、特価：本体価格の1割引＋税にて販売しております。
詳しくは（一社）日本建築協会事務局（TEL 06-6946-6981、FAX 06-6946-6984、E-mail soumu@aaj.or.jp）まで。

最新刊 平成31年4月発行

図解 間取りの処方箋 暮らしから考える住宅設計・改修のポイント

玄関・トイレ・LDK・寝室など住まいの8つの空間について、人が暮らしていく上で不都合が生じる「お困り間取り」と改善ポイントを分かりやすいイラストで解説。

著者 堀野和人・小山幸子
A5判 184ページ
定価 本体2,600円＋税

近刊 平成30年10月発行

図解 建築と設備の接点 トラブル予防のツボ

騒音・振動・漏水・結露…など問題につながりやすい建築と設備の接点（取り合い）を部位別に一覧し、トラブル予防法を設備別にイラストで詳細に図解。

著者 仲本尚志・馬渡勝昭・赤澤正治
A5判 232ページ
定価 本体2,800円＋税

近刊 平成30年3月発行

直感で理解する！構造力学の基本

手描きイラストをもとに構造力学の基本をやさしく解説。力学とその先にある構造設計の魅力が見えてくる一冊。

著者 山浦晋弘
A5判 216ページ
定価 本体2,400円＋税

近刊 平成30年1月発行

原因調査と対策のポイント 図解 雨漏り事件簿

雨漏りの原因調査と対策にプロ集団「雨漏り110番」が、多数の生の事例をもとに実務に役立つポイントを解説。

著者 玉水新吾・唐鎌謙二
A5判 216ページ
定価 本体2,500円＋税

図解 住まいの寸法

堀野和人・黒田史香 著
A5判 200ページ 定価 本体2,600円＋税

図解 一発で通す！確認申請

野口元・平沢隆志・仲本尚志 著
B5判 192ページ 定価 本体3,200円＋税

直感で理解する！構造設計の基本

山浦晋弘 著
A5判 216ページ 定価 本体2,400円＋税

設計・監理・施工者のための 建築品質トラブル予防のツボ

仲本尚志・馬渡勝昭 著
A5判 248ページ 定価 本体2,800円＋税

改訂版 イラストでわかる 消防設備の技術

中井多喜雄 著 石田芳子 イラスト
赤澤正治・岩田雅之・西博康 改訂監修
B5判 216ページ 定価 本体3,000円＋税

写真マンガでわかる 住宅メンテナンスのツボ

玉水新吾・都甲栄充 著
A5判 248ページ 定価 本体2,800円＋税

主婦建築家と考える 住まいづくりのウソ？ホント？

井上まるみ 著
四六判 184ページ 定価 本体1,800円＋税

プロが教える 住宅の植栽

藤山宏 著
B5判 176ページ 定価 2,800円＋税

〈プロのノウハウ〉シリーズ

建築現場のコンクリート技術

柿崎正義・玉水新吾 著
四六判 220ページ 定価 本体2,000円＋税

写真マンガでわかる 工務店のクレーム対応術

玉水新吾・青山秀雄 著
四六判 220ページ 定価 本体2,000円＋税

現場直伝！躯体工事の100ポイント

中川徹 著
四六判 220ページ 定価 本体2,200円＋税

写真マンガでわかる 建築現場管理100ポイント

玉水新吾 著
四六判 224ページ 定価 本体1,900円＋税

建築主が納得する住まいづくり Q&Aでわかる技術的ポイント

玉水新吾 著
四六判 224ページ 定価 本体1,900円＋税

大江ビルディング

設計：葛野建築事務所
施工：直営

(1921年10月号)

山形政昭

大阪芸術大学名誉教授

所在地：大阪市北区西天満2丁目

敷地：306.96坪

建坪：228.61坪

起工：1920年3月

竣工：1921年9月

延床坪：1,156坪

高さ：78尺

階数：地階、地上5階、塔屋

構造：鉄筋コンクリート造

■はじめに

1921年9月に竣工した^(※1) 大江ビルディング(以下、大江ビルと記す)は大正期における業務ビルとしての歴史を歩みつつけて間もなく100年を迎える。

堂島川に架かる大江橋の北東には大江ビルの2年後に建った堂島ビルディングがある。その1つ東の筋を北に入ると道はY字形に分岐する。その角の位置に大江ビルが建つ。凡そ65度をなす鋭角の角面を正面(ファサード)にした5階建てで、正面頂部の意匠、玄関から突出する鑄鉄製の大庇に特色があり、一目で脳裏に刻まれる外観を有している。頂部の棟を飾るアンティフィクスは鬼瓦のようにも見えるが、古典様式の表徴でもある。

大江ビルの位置する絹笠町は江戸期以来の「堂島」の東端に在り、明治末まで堂島の北辺りを流れていた蜷川(曾根崎川)が埋め立てられた後に、北に曾根崎新地、南に絹笠町が拓かれた所といわれている^(※2)。古来の大江橋は木橋であり、明治に入り淀屋橋とともに鉄橋となり近代化が進行した。現在ある鉄筋コンクリートのアーチ橋には1935年に付け替えられたものだ。堂島ビルが建った1923年

頃の大阪が描かれた「大阪市パノラマ地図」(1924年1月発行、図2参照)で付近を見ると、鉄橋時代の大江橋で東に赤煉瓦の大阪控訴院(大阪裁判所、1916年)があり、その西には大阪回生病院(宗兵蔵、1915年)が一角を占めている。中之島では大阪市中央公会堂(1918年)、大阪市庁舎(1921年)をはじめ近代建築が並び建つが、北に目をやると梅田新道の交差点、露天神の南に豊国火災保険(1915年)があり、東に北区役所、西に第三百三十銀行曾根崎支店(辰野片岡建築事務所、1913年)が認められるくらいで、めばしい近代建築はそれほど多くない。この時期は世界大戦後の経済不況が我国にも波及し、物価も地価も著しく高騰し、1923年9月に東京、横浜が大震災に見舞われた。

つまり、1925年の市域拡張による大大阪の発足とビルディング時代の到来といわれる直前の時代であった。

■大江ビルディング株式会社

そうした1919年8月28日に弁護士の奥戸善之助、栗山寛一が中心となり大江ビルディング株式会社が設立され、弁護士事務所の入室を



①大江ビルディング全景 2020年8月



②「大阪市パノラマ地図」(1924年)に描かれた本ビル付近。
図の中央辺りに大江ビル、その南に9階建ての堂島ビルが1923年に建った。

想定した貸ビルの建設が目指された。創立時の記録によると「当会社創立の由来は大正八年七月式拾日奥戸善之助が木村伊太郎より大阪市北区絹笠町九番地の宅地三百八坪九合四勺を買い受くべき契約をなしたるに始まり知己友人間に勧誘して四十七人の共同出資をなし金拾萬圓を得て同年拾月八日売買登記を了えた後更に此の四十七人を発起人として資本金百萬圓の大江ビルディング株式会社を組織」(*3)された。株主諸氏には2代目社長となった栗山寛一ほか、奥戸の親しい弁護士が多かったとされるが、「株主の中に葛野壯一郎という建築家がいて、この方が設計者です。北区安治川上通一丁目三で建築事務所を

開いていて」(*3)とあるように葛野は大江ビルディング株式会社の株主であり、初代社長となる奥戸善之助の縁者であったらしい(*4)。

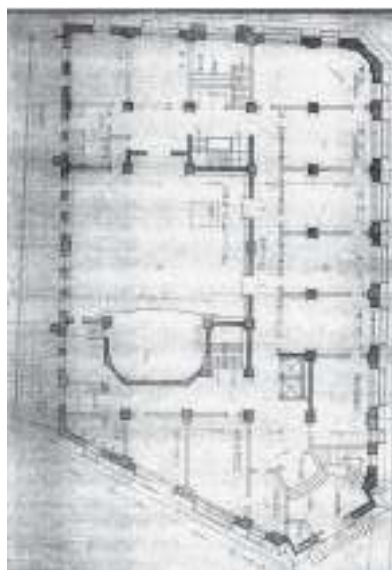
■葛野壯一郎

葛野壯一郎(1880~1944)については、『日本建築協会80年史』において創立期の理事の一人として、植松清志氏の調査があり詳しく記されている(*5)。概要を記すと氏は1880年に大阪府豊島郡池田町に生まれ、東大建築学科を1905年に卒業し、横河工務所、神奈川県技師、大阪府技師を経て、1919年に大阪工務所(後の葛野建築事務所)を開設している。

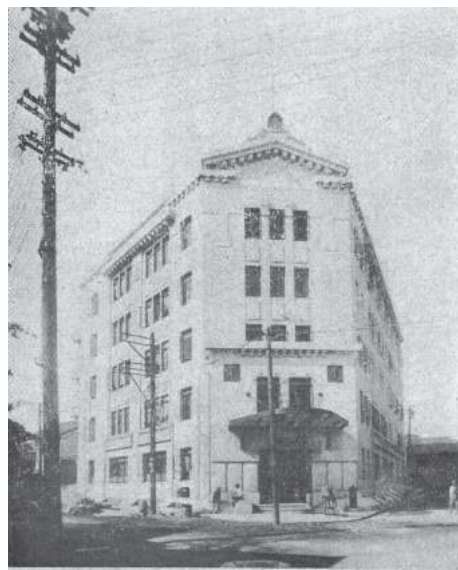
当時大阪における民間建築事務所では1903

年に始まる辰野片岡建築事務所、宗建築事務所(1913年)、渡辺節建築事務所(1916年)などあるが、未だ民間建築事務所の黎明期であった。葛野の設計作品には旧大阪府庁舎増築、偕行社付属小学校本館など様々あるが、現存するものには大江ビル、堂島中2丁目の中央電気倶楽部(1930年)が良く知られている。氏は住宅への関心も高く『建築と社会』誌上では「住宅研究(1)~(7)」(1921年1月~1922年1月)、「住宅改善の要諦」(1922年12月)を記すほか、1922年の「桜ヶ丘住宅改造博覧会」に向けては片岡会長の下で幹事を務めるなど活躍した。都市の環境と生活が変化してゆく中で、氏の視点は生活者としての市民の住宅、労働者住宅に目を向けて、多くの論考を残した建築家でもあった(*6)。

また氏の性格を伝えるものに、植松氏も着目されていた伊達俊光の『大大阪と文化(長春庵随想録)』(1942年)における紹介がある。著者は大阪毎日新聞記者で美術文芸への造詣が深い論客で、本書は大阪の文化、人士について記された興味深い随想録である。そこで、葛野について科学出身の芸術家の一人として次のように記されている。「建築科^{マツ}の方面を見ると職業柄画技の巧みな人が多い。工学士葛野壯一郎君の如き油も水彩もやり、又昔三高時代には「くれなる」の号で明星派の歌に熱中した時代もあったが昨今は如何であろう。……葛野君等と東大の同窓である京都高等工藝の耆宿本野精吾教授こそ寔に多方面に亘る藝術人である。」といい、絵画に加えて文芸にも素養を発揮していたことが分かる。また、本書では1918年に創設された「楽友會」の設立発起人として活躍したことも伝えられてい



③大江ビルディング1階平面図(昭日株式会社蔵)、西側にステージをもつ集会室があった。



④竣工頃の大江ビル(『建築と社会』1921年10月号)



⑤正面玄関と大底には個性的な意匠が光る。底はチャンネル鋼材をラチスに組んだ構造で、ブロンズの凝ったブラケットで支持されている。

る。本会は「西洋音楽同好の人々相集り清新、雄大なる樂趣を味ひ、傍ら至醇なる芸術上の趣味を涵養する会合」という有志によるサロンで、発起人には著者の伊達俊光はじめ、増田信一、稲畑勝太郎、上野精一、小林一三ら実業家名士が名を連ねていた。葛野の音楽への傾倒とサロンのあったことが分かる。

■大江ビルの建築

表記のように1921年9月に竣工した大江ビルは、翌月号の『建築と社会』誌（1921年10月、*7）の口絵頁に1、2階平面図と写真が掲載され報じられた。ビルの前に関係者らしき2人の人物、右手にポスト、道沿いには木の電柱が立つ静かな風景で、北側背後には目立った建物はなく空が広がっている。この協会誌には末尾に「建築事務所案内」があり、葛野建築事務所の所在地が大江ビル第4階44号室とある。北区安治川より事務所は竣工と

同時に本ビルに移転したことが分かる。

その他、竣工時の記録は他に見当たらないのであるが、『近代建築畫譜』（1936年）及び『建築と社会』誌において、本ビルに関連する4つの論考記事がある。一つは『ビルディング号』（1926年1月）で、葛野壯一郎「高層建築の美観」、古塚正治「阪神地方に於ける所謂ビルヂングの概評」、そして栗山寛一「オフィス・ビルディング経営に就いて経験の二三」で、もう一編は1930年11月号の葛野壯一郎「小貸事務所の経営一大江ビルを実例として一」がある。

建築様式について、『近代建築畫譜』では近世式とあり、古塚は先の論考で「英国風のフラット」と記している。その内容はなかなか理解しがたいが、様式建築が未だ一般的であった時代にあり、外壁に付柱（ピラスター）を付し、軒蛇腹（コーニス）を回すことからルネサンス様式といえよう。一方で、軒蛇腹

を途中で大きくずらし、蛇腹下のデンティルもユニークな表現で、和風建築の肘木を想わせる形態をとっている。また正面頂部の切妻壁のような壁面意匠、玄関左右の繭（まゆ）のような石積みの腰壁表現など様々あり、マニエリズムの表現に満ち溢れている。また当時において浸透していたセセッション式意匠は内部において顕著で階段回り、天井レリーフなどに散見される。つまり、相当に折衷式なのである。

近代大阪のビルディングの建築様式について、古塚は1926年の先の論考で「大正十年頃を一区画として、その前後によって大きな意匠上に変遷のあったのが認められる」とし、それ以前の建築が日本海上保険ビルのように「純然たるオーダーの割付から出発した（古典様式の）ビルヂング以前の建築が如きは、とうてい今後のオフィスビルヂングとしての完全なる使命を全うしえないだろう……。大正十年頃以降のビルヂングの外観は大体において重米利加風にトリートせられて来ている如くである」とし、ビル建築の変容を1921年頃と指摘しつつ、1924年の大ビルを例に米国式高層ビルの経済性を論じていた。葛野は「高層建築の美観」において、「高層建築の如きも其一面に於いては千姿萬態、各設計者の自由なる意匠力になって居る事は、勿論であります。是れを一步進みて他の反面から観察するときは、そこに否み難き共通性が在って、……是れを高層建築の最発達したる米国の実例に徴して、その實際を研究して見度いと考えます」と記して、様々な実例を示して「建物の全高を横に頂部、軸部、底部の三層に区分し、最頂には建物の高さに準ずる大きさの軒蛇腹を周らし、壁面の取扱方は全然平面的で少しも技巧を加えず、凡て一樣の大きさの窓を縦横に配列し、底部に於いて……多少の建築的手法を加えたものであります」と述べている。つまり、1926年の『ビルディング号』では、その時代を古典様式から米国式を範とする高層ビルへの移行期と捉えていたことが分かる。

葛野は当時の外壁材について「化粧煉瓦あり、化粧タイル有り、石材ありテラコッタ有り、モルタル有る人造石有りで、是亦其材料特有の表現が千差萬様であります。……更に簡素とか堅実とか、秀麗とか華美とか、軽快とか莊重といったやうな、其表す美の内容に就ては事実多種多様で有って、是を一定の規範に律して論ずるは不可能のことであります。」と述べるのであるが、大江ビルの外壁は玄関回りを御影石とした他は、全て擬石洗い出しで仕上げている。また、窓においても小窓を除いて、大半が同形態のスティール・



⑥ 3階廊下、左側窓は屋上光庭に面している。



⑧ 南側階段3階



⑦ 玄関ホール



⑨ 北側階段1階

サッシを用いている。外観の意匠表現にこだわりつつ、一方における合理的で明快な選択には、設計者の建築観が表れている。

■貸業務ビルの計画と経営

当時〇〇ビルディングと称された建築は、堂島ビルが橋本汽船、大ビルが大阪商船、船場ビルが桃井商事、山口ビル、住友ビル、大同生命ビルなど有力企業、財閥にして銀行が建築主という時代であった。そうした1919年に大江ビルは弁護士との奥戸善之助らが、裁判所の近くに300坪ほどの空地を目にしたことで貸事務所事業を発意し、土地の取得、株主の募集、事業計画の立案によって具体化したもので、貸業務ビルとしての新規性が認められる。そこで株主に加わった葛野の設計による大江ビルのプランと各階諸室は次のようであった。

建坪228坪、南北にやや長い変形の矩形平面で、一階南東コーナーと北側に玄関を開いている。上階部の中央西寄りに光庭を設け、その空間を囲むコの字形平面となっている。15尺を基準寸法に計画され、壁芯15×22.5尺(約9.3坪)広さの貸室を主とし、1～5階にわたり大小60数室の貸事務所としていた。加えて、1階中央西寄り部にはステージを備える大集会場があり、地階には食堂、喫茶室、理髪室など共用施設を置き、さらに5階には大江クラブがあり、社交と憩いの空間も備えていた。

加えて、当時の貸ビルらしい興味深い設備が二つあり、本ビルの株主であった栗山の「オフィス・ビルディング経営に就いて経験の二三」(※8)に記されている。一つは地階下足室で「日本人は複雑なる生活を為して居るので、例えば靴を履く人もあれば、下駄を履く者もある。下駄のまゝ上げられるかといふと、……非常にごみをして、廊下を不潔にすると云う憂いがあるために、……一応地下室に行って貰って履替場所で草履と履き替へて上がって貰ふ」設備だったという。そして一つは炊事の問題で「(貸室内に)煮炊きの場所を

拵えると、非常に不潔であるから各階へ一定の場所を造って、水は自由勝手に水栓で出し、そして瓦斯も自由勝手に使用することに致した」もので貸室の各階に備えられた湯沸場の走りだったのである。また、玄関に詰める守衛やエレベーターの運転士にも「親切第一」を求めていることが記されており、当時における貸ビル経営者の苦心と心得が分かる。

葛野は設計について、後年の「小貸事務所の経営」(1930年11月、※4)で次のように記している。「ここで貸事務所というのは専ら営利的に他に賃貸する場合のもので、……比較的小規模の階数にすれば四五階建、延面積にして千坪内外程度のものについて考えてみたいと思ふ」とし、「経営としての土地の相当価格に関して、土地の面積と街路幅員の関係、建築総面積と貸室面積即ち、レントブル・エリアとの比率、即ち貸室1坪に対して負担し得る地価」を論じている。そして「大江ビルの事例では、地所と建築面積の比率七割四分、建築総面積と貸室面積の比率七割三分で一般の例からは非常に割合の良い事になって居る。是は敷地が三方道路で採光通風の関係が頗る都合良く出来て居るからである」と貸ビル計画の基本として、本ビルの事例を取り上げている。なお、経営的観点から地階に設けた食堂と、一階の舞台付集会室(広間)について「賃貸率が頗る低く、每期甚だ低い配当率で我慢しなければならぬ原因の一部」と記していた。さらに、貸ビル経営について、維持運営にかかる人件費、電力、水道など設備費に関する見解を述べて、「一千坪内外のものでも、

経営宜しきを得れば営利的に計画し得ることは明らかで貸事務所として最小限度のものと見て良いかと思われる」と結論づけ、こうした規模の貸ビルの続出を予見し、期待していたのである。

■現在に至る大江ビル

今回の取材で館内を拝見し、玄関ホール、階段回りの意匠、欄間付き両開きのサッシ窓、型硝子を入れた木製扉、床タイル、リグノイト(リノリウム?)床、いくつかの灯具等々が、実に丁寧に保持されており驚くばかりであった。ただ、1階にあったステージを備えた2階吹き抜けの集会室は1969年頃に閉じられ貸室に改められていた。その屋上、3階の光庭に出ると、当時の採光窓跡?が建ち上がっていて、天窗のあったことが分かる。

歴史を拝聴するため、地階の事務所を訪ねると、昭日株式会社とあった。当初の大江ビルディング株式会社の頃から、ご関係のあった古川浩氏が1960年頃に事業を継がれたという。世代が変わり、伝承されている創建時代の資料は多くないとのことであったが、数葉の建築図面を拝見した。地階平面図にある「当ビル事務室」がそのまま今の管理事務所であり、当初のインテリア、家具も良く残されているように拝見した。

葛野が記したように、大阪における殆ど最初の貸事務所ビルとして誕生した大江ビルは、1920年代の大阪を伝える殆ど唯一の業務ビルとなっている。

注記

- (1) 他の記録もあるが、ここでは『近代建築畫譜』(1936年)の記録によった。また注記(※8)に大江ビル「株式会社として大正8年12月成立致し、翌9年3月より起工して、10年9月には開業した」とある。
- (2) 宮本又次『キター風土記大阪』1964年、による。
- (3) 「わが街大阪 歴史を語るブルー大江ビル」『BUILDING No.81』(社)大阪ビルディング協会、1988年3月。引用部分ではカタカナをひらがなに改めている。
- (4) 葛野壯一郎「小貸事務所の経営―大江ビルを事例として―」『建築と社会』第13輯11号、1930年11月号所収。なかに「是は一寸した縁故で創立の当初から自分が関係した物」とある。
- (5) 植松清志「葛野壯一郎」『日本建築協会80年史』1999年
- (6) 牧田知子「近代住空間の理念―葛野壯一郎の活動を通して―」『日本建築学会大会学術講演梗概集』1994年9月
- (7) 『建築と社会』第4輯10号、1921年10月号、口絵頁
- (8) 『建築と社会』第9輯1号、1926年1月号所収。

☆今回の取材に際しては昭日株式会社代表取締役社長古川航氏をはじめご関係者に種々お世話になりました。記してお礼を申し上げます。



⑩地階、本ビル事務室



⑪本ビルに伝わるアーム・チェア

チラシ封入サービスのご案内

会員限定

貴社の広告チラシを「建築と社会」発送と“同封”しませんか。
チラシをご提供下さい。

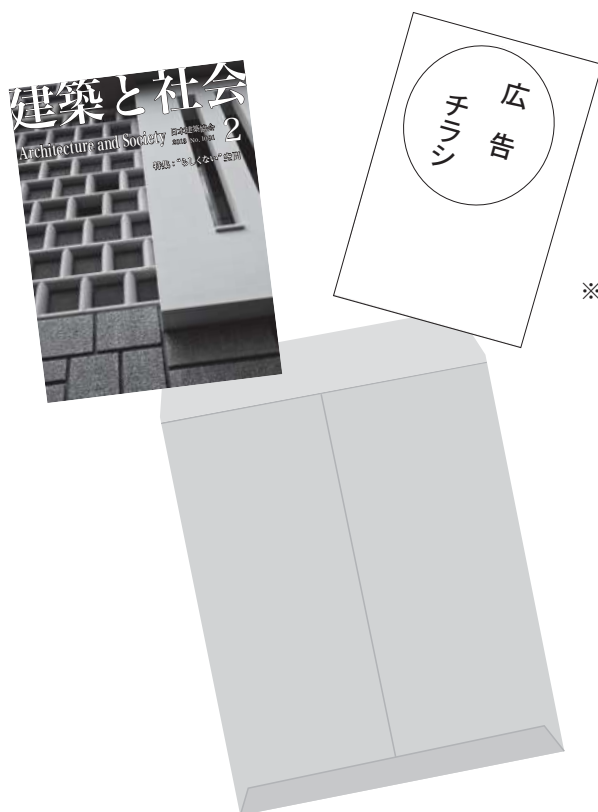
料金 1回につき **20,000円** (税別)

当協会でチラシをプリント（カラー片面）した場合20円／枚必要です。

申し込み方法：申込用紙にご記入いただきFAXまたはE-mailでお送り下さい。

お問合せは（一社）日本建築協会（担当／内山）まで

TEL.06-6946-6981 FAX.06-6946-6984 E-mail:jigyoka@aaj.or.jp



※チラシサイズ：A4版
パンフレット：20頁程度迄

申込用紙 きりとり

会社名		
ご連絡先 (住所・担当者名・部署名)	住所 担当者名	部署名
ご連絡先 電話番号・E-mail	電話番号 E-mail：	

建築と社会の関係を生活から見直す

青山学院大学教授

黒石いずみ

専門は都市建築理論と歴史、生活デザイン論、東京大学工学部建築学科卒業、同大学院工学研究科建築学専攻修了。株式会社大谷幸夫研究所で設計業務後、ペンシルバニア大学芸術学部建築理論Ph.D.修了。青山学院女子短期大学教授を経て青山学院大学総合文化政策学部教授現職。カナディアン・センター・オブ・アーキテクチャー招聘研究員、ペンシルバニア大学大学院、バージニア工科大学大学院、ロンドン大学バートレット校、デルフト工科大学大学院などで客員講師。前日本生活学会副会長。単著として『建築外の思考：今和次郎論』（ドメス出版）、『東北震災復興と今和次郎：ものづくり・くらしづくりの知恵』（平凡社）、編著にConstructing the Colonized Land (Ashgate) 今和次郎賞、共著に『時間の中のまちづくり』（鹿島出版）、『「住む」ための事典』（彰国社）、“Archaic Water: role of a legend in sustaining water heritages of Sanbonkihara, Japan”, Adaptive Strategies for Water Heritage, edited by Carola Hein, Springerなど。

■コロナ禍で気づく生活環境の価値観の偏り

今年の初めから続くコロナ禍は、我々の生活に大きな影響を与え、そのあり方を考え直す機会となった。連日のようにニュースで流れる感染防止の方策の要請、福祉・教育・文化施設の閉鎖、医療機関の逼迫、倒産や失業問題に直面する人々の様子、多くのエッセンシャルワーカーの存在の話は、経済的な効率を求めて過度な都市集中を進めたことの問題や、豊かな社会の不安定さを感じさせる。その一方で、自粛期間中の生活環境の見直しとリモートワークの普及に伴い、地方の生活環境の再評価が始まっている。コロナ禍によって、都市・建築の開発や制度が内包してきた構造的で複合的な問題が明らかになったように思う。このような状況で、「建築と社会の関係」というテーマに対して船橋先生が提示された「社会をどう捉えるか、建築は建てることを前提にしがちだがそれはどうか」という問題を考えることは、改めて重要な意味を持っている。

そこで、著者はその問題を誰が何のために、何を基準に生活の現状を捉え建築のあり方を考えるのかという視点から考えてみたい。なぜならば人々の生活環境の質を考えることはコロナ禍で最も重要であると同時に、それを社会と建築の関係から考え直す事が、建築研究の世界でまだ十分になされてこなかったように思うからである。

●コロナ考現学

今年の3月から7月にかけての4ヶ月間、コロナへの危機感から外出自粛や大学閉鎖が連続して起きたときに、研究室の学生たちとオンラインで議論して、現状の問題がどのような社会的背景に由来し、どのような構造で起きているかを分析した。また今和次郎の考現学の手法を応用し、各自で日常生活の場を観察して、地域社会や自分の家がどう影響を受けているのかを記録した。そして海外の大学の学生たちと情報交流を行った。そこで特に印象的だったのは、海外の学生の状況と比較して日本の学生の住宅環境の質の問題や、周辺の自然環境や近隣社会との関係の閉塞度が高いことだった。日本の学生たちが外出自粛中の生活空間をスケッチすると、それが如実に表現されたのである。また、都心部の大

学と長い時間をかけて通学する郊外の生活圏の分離や、生活習慣を変えられない人々に対する負の印象、マスクを強いる圧力、すなわち個人が生活の質を自由に追求することを許さない暗黙の規範圧力を彼らは強く感じていた。ある心理学者は、世界的に見てもこれらの特徴は日本の現代社会に顕著な事象だと説いている。それに対して、スイスの大学の学生たちは農村地帯の実家に帰郷してのんびり暮らし、郊外の戸建て住宅地に住んで庭を楽しみ、集合住宅に住んでも豊かな自然や景観にふれていた。部屋の空間は十分ゆとりがあり、そこに自由に工夫を凝らしベランダ空間を活用して、個人がそれぞれに判断して生活を楽しむ工夫をしていた。

この違いはもちろん住宅と自然環境の条件の違いによるが、それだけでなく、日本では生活環境や近隣社会との関係の考え方が比較的均質である事や、振る舞いについての規範圧力がかなり浸透していることに疑問を抱いた。歴史的に日本では20世紀の初頭から戦後にかけての近代化と復興の過程で、都市と地域の計画と開発、住宅問題は政治的に重要なテーマであり、諸制度により社会的規範力を伴って形成され、戦後にはアメリカ的な消費経済や生活スタイルを積極的に受け入れて豊かになったと言われる。だがその生活の質の視点は、どのような仕組みで何を基準に作られ変わってきたのか？それは社会と建築の関係としてどう位置付けられるのか？そこで本論考ではその歴史的背景を検証し、地域や住人の日常生活に対する建築的な論理の変化を次の3つの角度：1. 戦前からの都市・建築の論理と生活研究 2. 戦後復興期の占領政策と建築家運動 3. 災害公営住宅制度と地域社会基盤から考察する。

1. 都市・建築の論理と生活研究

日本の生活環境や住まいの基準に関する考え方は、大正期から戦後にかけて形成された公営住宅制度に大きく影響されている。それは地方や都市の近代化の中で明治末から行われた大都市を中心とした交通機関整備と共に進み、衛生的観点からの不良住宅の除去や、用途地域制や建築規制による住環境の水準維持政策によって誕生した。大正期には急激な工業化、都市化が進んで都市貧困層が増大し

社会不安が増したために、内務省の社会政策に基づく都市・住宅施策として推進された。関東大震災後には同潤会がモデル事業として発足し、戦時期の農村住宅や都市の貧困層の生活改善対策、戦後の住宅問題対策としての労働者住居と戦争被災者住居供給に貢献した。そして都市部や地域の郊外住宅地開発として展開する中で制度や計画手法が発展した。この国家的に生活様式や住居の基準を形成する過程で、地域独自の環境的・歴史的文化の均質化の問題や、都市化に伴う生活文化の転換の問題も提示され、また戦争や経済的な状況の変化に伴い公共住宅理念も大きく変化した。生活調査から公共住宅の計画を構想する視点の時代変化を描くために、今和次郎と石原憲治、西山卯三の理論を簡単に振り返る。

●今和次郎の住生活研究

今和次郎は、新渡戸稲造らが唱えた郷土主義に立ち、近代化・欧米化によって日本の農山漁村地域の自然環境や文化的独自性が失われる状況を調査し、人々の生活の実態を把握してその適切な合理化の方法を探ろうと、1910年代から農村調査や民家研究、生活・住宅改善事業を行った。建築家の佐藤功一や農政学者、地理学者、柳田國男らと共に各地の民家を訪れ、地域産業と自然、住まいと近隣社会が形成する有機的関係を分析して多くのスケッチに記録した。1923年の関東大震災後には、考現学と名付けた銀座、本所深川、郊外の地域比較に基づく生活風俗調査を社会学的調査の手法を用いて行い、消費経済に移行する都市生活の状況を分析した。またセツルメント活動に参加して農村や都市の困窮する人々の支援を行った。1930年代半ばからは、それまでの研究を生かして同潤会や内務省の地方局と協力し、三陸津波後の東北漁村や冷害で疲弊する東北農村の復興事業に参加して、気候や産業分布と生活様式、村落形態と住まいの調査で地域の多様な型式を分析し改善案を提示した。日本の農山漁村の実態や社会構造に根ざした地域主義的な視点と住民の主体的関与を重視する計画理念を提示したが、戦時中の主流とはならなかった。

●石原憲治の住生活研究

石原憲治もまた1910年代から今和次郎らによる民家調査よりも「組織的・学問的な方法」を目指して、数多くの農家の実測・聞き取り

調査を行った。同潤会を引き継いで1941年に設立された営団の技師としてその調査を継続し、農家の発達系統を農家、商家、住家の三系統にわけて、間取りの型分析と空間機能性の分析を行った。石原はジョン・カーペンターの「生活そのものが芸術である」という思想を信奉し、地域の住まいの調査と改善を目指した。だが営団は日中戦争後の厳しい住宅事情の緩和のために一般庶民の住宅を建設供給することを目的とし、太平洋戦争の進展に伴い軍関係、軍需労働者、戦時要員のための住宅供給機関となった。そして同潤会の流れを引き住宅計画を「住習俗の転換」に重点を置く石原の立場に対して、全国で普遍的に応用できる「生活体系・価値の転換」に重点を置いた立場が派生した。

●西山卯三の住生活研究

西山卯三は営団技師としてこの後者の立場を推進し、1941年から1944年まで住宅局で都市部の低所得者住宅を対象に調査を行い、空間の質や性質を統計で分析する科学的なアプローチを提案した。そして前者の住宅調査や農村と東京を中心とする姿勢を批判した。彼の生活や住まいに対する科学的アプローチとは、大河内一男の標準生計費研究に参加して得たマルクス主義経済論に基づく社会政策論に立ち、経済合理性と科学的根拠を重視する視点だった。彼は住宅の規格化を徹底し、住まいと近隣社会の関係を論理化して住宅計画の方法論を示す事で、大量供給する事。また誰もが納得する科学的方法論の確立や住生活様式の規範、住空間の基準寸法の論理の必要を訴え、戦後の住宅計画論の基準となる「型計画」の理論的方法を提示した。戦況が進んで国が提示した住宅規格は極限まで規模を縮小し、さらに効率的な住宅生産が追求された。その傾向は敗戦後も続き、応急越冬住宅という国庫補助の地方公共団体運営の低家賃賃貸住宅が提供された。西山は戦後の建築デザイナーや学者の最も重要な役割は、建築の社会的な意味や状況を科学的に検証しそれに基づいて改善することであると主張し、住宅政策や建築思潮に影響力を発揮した。

住田昌二は、西山の「システム社会」論が全体性を常に規範とした計画主義と、機械論的社会像を前提としたものであり、供給者の

論理が貫徹して居住者の主体性が不在だったと指摘する。そして西山が合理的な間取り、健康な住まいの標準住宅を国民住居として提示する事で、住居の封建遺制を一挙に打破し日本の近代化を急進的にすすめ、同じ起居の様式で統一された住み方と共通した生活行事、一致した生活時間配分による全国的に均質化された住宅像を追求したと説く。

1910年代から戦後にかけての都市・地域と住宅計画の意識は、今和次郎から石原憲治、西山へと、実際の生活調査で歴史的・地域的な住宅形式・習俗の持続と住民の主体性を尊重する多品種少量型の住宅供給を求める立場から、生活空間を科学的に分析し、全国的な住宅の標準化、大量生産による生活の均質化と規範化を求める立場へと変換したのだった。

2. 戦後の占領政策と建築家運動

戦後の住宅難や生活の極度の困窮の中で、戦時中のシステム論理による合理的な住宅生産や生活の規範化が進行したのは、国民の生活の質や人間性の回復にどのような影響を与えたのだろうか？それは占領軍によるアメリカ消費文化やデモクラシーの価値観の導入によって人々が精神的に救済され、合理的な生産論理や規律のある均質的な生活姿勢は、経済活動にそのまま生かされて生活の豊かさを享受する経済的繁栄の道に接続されたのだろうか？それが矛盾に満ちた論理であることは、戦後復興のための内需拡大政策による持ち家主義が通用しなくなった1980年代から明らかになっている。戦後の住宅の消費財化が政治的に進められたことは、むしろ戦時中から戦後に継続した経済的合理性のための生活の規範化や均質化、過度な合理化の根拠にある問題を覆い隠したのではないだろうか。

●占領軍の日本の住生活への姿勢

確かに占領軍政府は基本的に日本人の住宅問題に無関心だった。第二次世界大戦で敗戦した日本に対する占領政策は、戦後直後と冷戦期の二段階に分かれている。占領軍は戦後の日本人の住宅問題や生活物資の問題を「敗戦国の責任」とみなした。さらに大規模な占領軍キャンプや居留地の建設、朝鮮復興の巨額な経済的負担を要求して資材を没収した。それによって、420万戸以上とされた日本の住

宅不足への対応はさらに困難となった。だが占領軍も日本政府も、生活環境の改善による人々の精神的復興を重視せず、住宅問題を扱う住宅営団を占領軍は1946年に突然解体させ、住宅行政は深刻な空白状態に陥った。一方でドイツでは、社会的安定のためにマーシャルプランが実行され、東ドイツの社会主義的生活像に比べて西ドイツの生活がより豊かであることを具体的に示し、資本主義社会の対抗軸を明確化するために、住宅供給が優先され、生活向上に投資された。

その後冷戦が始まると、日米関係の文化交流が強化されて日本人のアメリカに対する姿勢を変換させる政策が開始した。そして日米両国の共通する関心や目的が強調され、米国の豊かさを紹介すると同時に日本文化への敬意が表現された。だが基本的には、1949年に日本に導入されたドッジラインで明確に「生産と生産性の上昇に直接寄与する投資に最重点がおかれるべきであり、住宅・教育・福祉などへの資金投入は間接的にしか寄与しない」と述べられたように、日本経済の自立と安定のために、インフレ・国内消費抑制と輸出振興が行われ、日本の経済復興による米国からの支援金の早期返還が促された。つまり、戦後の家電製品や米国式のライフスタイル、消費経済社会の価値観の伝搬は、このような一連の政治的意図に基づくものであり、本質的に日本の住宅や生活環境の精神的な質の向上を意図してはいなかった。

●建築運動の問題意識

消費経済と生活の質に関する戦時中から戦後にかけての政治的背景を、西山を含む日本の建築家は十分自覚していなかったように思われる。日本では戦前から戦後にかけて、建築家や関連する技術者たちが多くの団体を結成して建築運動を盛んに行った。戦後建築運動の歴史を建築評論家の濱口隆一は1. 建築家が仕事を通じて社会の幸福に貢献できると信じていた「バラ色の希望」の時代（1945－1948年） 2. 思想的混迷の時代（1948－1952） 3. 細分化と共存の時代（1952－1955年）と説明した。建築理論家の布野修司は、建築家たちは機能主義思想を軸にして、人々の生活理解、文化的アイデンティティ、デザインの創造性、工業化、住宅の合理化を

議論したと説く。1947年に結成されたNAU（新日本建築家集団）は700名以上のメンバーを集め、欧米の近代建築論を日本の建築家社会に根付かせ、1951年には社会主義的な思想のために解散させられたと言われる。そのスローガンには、国民のための建築を創るために建築制度の民主化、建築技術者の保護、国民の民族文化の保存、教育の民主化、国際的な建築運動との連携を行い、国民の生活水準を確保しなければならないと述べられている。

しかし1949年に会長に就任した今和次郎は、建築家は派閥争いに終止符を打ちイデオロギー闘争をやめて、人々の生活の現実を理解して知識を実践に生かすNAUの本来の目的を再確認しようと問題提起した。それでも解散後に建築家たちは建築設計の主観性の問題を議論する「礼の会」、設計・著作権制度を変えて建築家の創造性を解放する「五期会」を結成した。建築評論家の宮内康が指摘したように、日本の建築運動に参加した建築家たちは、結局建築と社会の関係を、戦後の近代資本主義社会で目の前の人々の生活に密着して考える視点を形成することはできなかったのである。それに対して、ヨーロッパの建築家たちはどうだったか？ル・コルビュジエやギーディオンらによるCIAMの運動は1920年代に普遍主義に立つ機能主義を唱えたが、戦後にはさらに若い世代の建築家も参加してそれを批判的に見直した。彼らは近代化運動の原点を検証し、地域性、歴史性、生活の現実、文化的多様性を取り戻そうと議論し、機能主義や都市の理念を問い直したのだった。

●都市縮小論に見る差異

このようなヨーロッパと日本の建築家の建築と社会の関係に対する視点の差が現在も続いていることを示すのが、都市と地方の関係を問う都市縮小論である。ヨーロッパでは既に80年代から、都市の縮小論が東ドイツなど社会主義国の解放から始まった人口移動に対処するために議論された。人々を社会主義的な相互扶助から資本主義経済の仕組みにどう移行適応させ、人間的な生活環境を守るかという問題であり、単純な経済的合理性のために都市を再計画するものではなかった。一方日本では90年代から少子高齢化による住宅資産価値の世代継承の困難化、人口減少による公

共サービスの合理化が説かれ、ドイツの議論を参考に検討された。だが結局は経済合理性に基づく再開発、都市中心部を焦点とするネットワーク効率を重視し、都市への集中や機能主義への問題提起は十分でなく、各地方の歴史的特徴や市民の現実的な生活の質に対する価値観の多様性を重視する議論に至っていない。

3. 災害公営住宅制度と社会基盤

これまで述べたような建築と社会の関係、現実の人々の生活をどう把握するかという問題が、建築創造に最も明確に現れるのが公営住宅である。ドイツやイギリスの社会住宅制度は、戦前から一貫して、住宅や地域開発だけでなく、多様な民族や階層が共存して地域コミュニティを形成し、社会の共通基盤として経済的にも運営可能な方法を目指したのに対して、前述のように日本では主に危機対応の手法として政府による住宅供給の数的側面が重視された。その結果、地域社会や文化的環境との関係、消費活動との関係など、暮らし全般からとらえる視点が、戦後の行政と建築家には不足した。そしてそのような公営住宅制度が長期的に持続した結果、皮肉にもその原点である災害復興での住宅支援の仕組みとして、柔軟性を欠く事態が派生した。つまり災害時に大きく損なわれる地域社会や周辺環境との関係、家族関係や生活様式、居住者心理や経済的な状況の変化に、十分対応できない硬直的な部分が生まれた。

著者が調査した東日本大震災後の復興公営住宅でもそれは明らかだった。例えば津波で被害を受けた地域の復興公営住宅の住民の多くは、元の住居の隣人とのつながりを失って移動することの大変さを訴え、また原発事故被害を受けた福島県の災害公営住宅の住民は、故郷に



図1 住人が手を加えられない災害公営住宅は疎外感を感じさせる

帰れない不安定さと急激な少子高齢化の中での地域の維持を不安に感じていた。ほとんどの被災者が孤立と経済的問題に悩み、復興公営住宅に住み続けることが困難になっている一方、地方自治体は維持運営に行き詰まっていた。

●公営住宅と住民の主体性

仮設住宅や復興公営住宅で共通して言えることは、被災者の復興のためには住宅そのものの機能や設備だけでなく、その精神的な安定のために被災前の生活様式をできるだけ持続し、安定的な人間関係とコミュニティを形成することの重要性だった。新たな環境への移動でその都度新たに関係性を形成維持することは大きな負担であり、それを容易にするために、住居の玄関や開口部などの中間領域の計画と、近隣の人々と交流する日常的な共有空間の計画、全体をプライバシーと公共性のバランスをとりながら配置する敷地計画が重要だろう。そしてそのコミュニティの運営を担う適切な人が存在し、外部のサービスの導入を支援する総合的な仕組みが必要である。

特に現在の復興公営住宅は、公共の資産として住人が手を加えることを禁じているが、安定的な領域感を育成するためには、その環境への関与を管理や規則で締め付けるのではなく、むしろ責任を持って自分の生活基盤を形成することを支援する方法を考案する必要がある。制度に従って共有施設も設けられてはいるが、実際は地域の行政が指導管理しており、住民の自主的な使用を許さない事例が多いことも検討が必要である。建築物としての機能だけでなく場としての機能が、居住習慣や地域との関係の持続が、また住民の個性の表現や主体的な関与が公営住宅制度に取り戻されるべきではないだろうか。

●公営住宅の経済的制度改革

また被災者の社会復帰を支援し地域活性化に資するためには、それぞれの生活や経済状況に柔軟に対応できるような経済的な制度改革が必要に思われた。現在は、被災者を対象とする家賃補助の傾斜式の仕組みで自立を促し、いずれは一般の低額所得者向け公営住宅に転用する計画を被災各県では立てているが、公営住宅の住民と被災者の間の不平等という理由で、制度は明確に区分されている。だが高齢者世帯の多い災害公営住宅では、家賃が

市場価格に近くなると同時に生活保護世帯が増え、退去しても受け入れ先が不足し、新たな高齢者支援が必要となる。災害公営住宅という資源を有効に利用し、被災者を地域社会全体で柔軟に支え、その立ち直りを地域の力とするためには、復興支援制度と高齢者福祉制度、公営住宅制度全体を融合的に再構築する必要がある。例えば復興公営住宅を被災者に低価で分譲する、あるいは定期借地する方法も考慮すべきだろう。地方や被災地の経済力の問題が明らかな現在、公営住宅制度の見直しは、住宅の性能の問題や中央官庁の役割区分や管理の効率性だけでなく、より広い社会基盤としての検討が望まれる。

誰もが被災者になる可能性のある現在、戦後からの理念による公営住宅制度の硬直性は、被災地の事例でみた幾つかの方法で改めることが可能に思われる。社会基盤として地域空間と住まいを捉え、社会の多様な担い手を尊重し、人々の居住や生存の権利を経済的な論理を超えて幅広く見直すことである。つまり、市民の日常的な生活空間や自然環境や文化、地域社会の持続性や習慣を大事にして、均質性や規範による管理よりも市民が主体的に働きかけられる場として見直すことである。戦時中から戦後にかけて提案されたシステム社会の価値観を現在は脱却する必要があるになっている。

結：建築と社会の関係を見直す

1990年に著者は作品として建築を作ることへの疑問を抱いて、建築理論家のジョセフ・リクワートに出会い、幅広い社会思想や歴史学、文化人類学などの視点から建築概念を見直す機会を得た。リクワートが行っていた人類史、文化的事象全体の中に建築を位置付ける議論は、建築の身体性や宗教・芸術との関係を読み直し、その空間を経験する人々の多様な論理から建築創造を考え直すものだった。このような視点からの建築と社会、人間の関係への問いは、恐らく戦後のモダニズム再検討の運動に影響を受けたものだろうが、90年代の思想潮流にとどまらない普遍性を持っていると感じた。それは彼の講義でL.B.アルベルティの建築論を学んだ時に、アルベルティが人々の生活の中での身体的・心理的な動きを前提に、社会

に対して市民がその人らしさを表現する媒体として建築を創造すると語っている事が、腑に落ちたからである。日本の建築教育でそれは十分伝えられているだろうか？勿論リクワートとは全く違う次元の知識しか持たないが、日常的空間から建築と人と社会の関係の意味を考えることの重要性に共感したのだった。

本論考では戦前から戦後にかけてのいくつかの事例で、建築と社会の関係を生活環境への向き合い方の変化から考察した。誰が何のために、何を基準に生活の現状を捉え建築のあり方を考えたのか、合理性や科学的原理、規範、地域性や歴史的習慣、個人の価値観や生き方の多様性の位置付け、さらに消費経済の意味や住まいの公共性の問題は、時代の要請により意味を変えた。したがって、それぞれの視点の現代における妥当性ではなく、ここで見過ごされてきた問題と提案を見直すことが重要であろう。例えば西山は今和次郎の農村住宅計画はロマンティックすぎると批判し、清家清の新日本様式は美学にこだわりすぎて切迫した社会状況を無視していると批判したが、今和次郎の土間のダイニングキッチン化は、地域の生活の合理性を活かして新たな近代化を提示し、清家清によるしつらえの再評価は、戦後の小規模住宅に文化的な価値を与えるものとして評価された。コロナ禍を乗り越えて日本の都市や建築の社会的な意味を再生する作業は、我々自身の建築家としてのあり方を再考し人々の生活の日常を理解し尊重する事から始まるのではないだろうか。（くろいし いずみ）



図2 今和次郎が提案した土間のダイニングキッチン化

1

六甲ミーツ・アート 芸術散歩2020

「六甲ミーツ・アート 芸術散歩」は、現代アートの魅力と共に、六甲山をより多くの人々に知っていただくことを目指して、2010年に始まった。

これまでに通算350組を超えるアーティストが出演し、毎年、多くの人々が斬新な作品や、作品によって変化する風景を楽しんできた。

11回目の開催となる本年もアートと出会う発見や驚きとともに“新しい六甲山の魅力”を感じられるだろう。

六甲山は明治時代、居留外国人によってレジャーの山として開発が始まった。その素晴らしい眺望や豊かな自然は、時代が移り変わった今もなお多くの人々に愛され続けている。

アートファンはもちろん、観光やレジャーで六甲山を訪れる人々も自然の移ろいを五感で感じながら、豊かな時間を過ごすことができるほか、アートと六甲山のコラボレーションを通してさまざまな出会いの場になるだろう。



Art Work : Fumieda
《The scenery I sew》
Model : Aoi Shimazawa
Photographer : Hideaki Hamada
Place : 自然体感展望台
六甲枝垂れ

期 間 11月23日(月・祝)まで

10:00~17:00

※会場により営業時間が異なる

※17時以降も鑑賞できる作品あり(下記URL参照)

https://www.rokkosan.com/art2020/news/cat_event/5319

休業日 会期中無休(「六甲山サイレンスリゾート」のみ10月の毎週月曜は休業)

会場 六甲ケーブル(六甲ケーブル下駅・山上駅)・天覧台・六甲山サイレンスリゾート(旧六甲山ホテル)・記念碑台(六甲山ビジターセンター)・六甲オルゴールミュージアム・六甲高山植物園・六甲山カンツリーハウス・六甲ガーデンテラスエリア・自然体感展望台六甲枝垂れ・六甲有馬ロープウェー 六甲山頂駅・グランドホテル六甲スカイヴィラ・風の教会エリア

[サテライト会場] 有馬温泉エリア

[サテライト展示] JR新神戸駅

[関連展示] TENRAN CAFE

TEL.078-891-0048

観覧料 ●鑑賞パスポート代金

大人2,500円 小人(4歳~小学生)1,000円

2

特別展 埋忠〈UMETADA〉桃山刀剣界の雄

埋忠^{うめただ}とは、桃山時代から江戸時代にかけて活躍した一門の名前である。中でも、刀剣、刀身彫刻、鐔^{つば}に長じた埋忠明寿^{みょうじゅ}の作品は刀剣界で高く評価されてきた。

しかし埋忠一門は刀剣や鐔の制作だけでなくとどまらず、古い名刀の仕立て直しや金象嵌^{きんぞうがんめい}銘^{かんにゅう}の嵌入作業、あるいは金具(釧^{はばき})の制作や名刀の記録作業など、名刀をめぐる幅広い彫金加工にも従事していた。これらの作業は明寿を含む埋忠工房全体で行われていたと考えられる。

今回の展覧会では、従来から高く評価されている埋忠一門の刀剣・刀装具を紹介すると同時に、埋忠一門が手がけた、仕立て直しや金具制作、名刀の記録といった「それ以外」の活動に着目し、当時の時代背景からその実像を探るものである。桃山時代の京都で新しくみずみずしい造形を刀剣・刀装具

にもたらした、埋忠一門の多彩な活動をふりかえることで、それらが現在に残した影響の大きさを改めて評価する。



【重要文化財】短刀
銘 山城国西陣住人埋忠明寿
慶長十三年三月日/
所持埋忠彦八郎重代
慶長13年(1608)個人蔵

期 間 10月31日(土)~12月14日(月)

9:30~17:00(会期中の金曜日は20:00まで)

※入館は閉館の30分前まで

休館日 火曜日(ただし11/3は開館)、11/4

会場 大阪歴史博物館 6階 特別展示室

大阪市中央区大手前4-1-32

TEL.06-6946-5728

観覧料 日時指定券 一般1,900円、高大生1,200円

*中学生以下無料

*障がい者手帳等をお持ちの方とその介助者1名は無料

※観覧料無料の方、招待券をお持ちの方も、事前に必ず「日時指定券」をお求めください。(発券に手数料がかかる場合あり)
詳細は大阪歴史博物館にお問い合わせいただくか、本展公式WEBサイト(下記URL)をご参照ください。

<https://umetada2020-2021.jp/>

3 光一呼吸 時をすくう5人



佐藤時啓 光-呼吸 ビグメントプリント2020
©Tokihito Sato

手に余る世界の情勢に翻弄され、日々のささやかな出来事や感情を記憶する間もなく過ぎ去ってしまいそうな2020年。慌たしさの中で視界から外れてしまうものに眼差しを注ぎ、心に留め置くことはできないか——そのような想いから企画された本展には、今井智己、城戸保、佐藤時啓の写真を中心とする表現に加え、原美術館のコレクションから佐藤雅晴のアニメーションとリー・キットのインスタレーションが出品される。表れ方は異なるものの、そこにある時間や空間に光をあて、自身を取り巻く社会の息遣いをかたちにし続けている5人。彼らの作品を通して、意識されぬまま過ぎ去る時をすくい、見過ごされてしまいそうな光景を救って、2020年のディテールを記憶に残していくことができるだろう。

- 期 間 2021年1月11日(月・祝)まで
平 日: 11:00~16:00
土日祝: 11:00~17:00
- 休 館 日 月曜日(ただし11/23、1/11は開館)、
11/24、年末年始(12/28~1/4)
- 会 場 原美術館
東京都品川区北品川4-7-25
TEL.03-3445-0651
- 観 覧 料 一般1,100円、高大生700円、小中生500円
*障がい者手帳等をお持ちの方は半額、
その介助者1名は無料
*70歳以上の方は550円(要証明)
*原美術館メンバーは無料
*学期中の土曜日は小中高生無料

※入館には原美術館ウェブサイトでの予約が必要になります。

詳細は下記URLをご参照ください。

<https://www.haramuseum.or.jp/>

4 安野光雅のふしぎな絵本展

画家、絵本作家、装丁家など、半世紀以上にわたり多彩な活動を続ける安野光雅。知的で独創性あふれる作品は、国境を越えて子供から大人をも魅了し、1984年に絵本のノーベル賞とも言われる「国際アンデルセン賞」を受賞。2012年には文化功労者にも選ばれた。



絵: 津和野町立安野光雅美術館 所蔵

「ふしぎ」をテーマとする本展では、想像力に満ちた絵本原画を中心に展示。デビュー作である『ふしぎなえ』をはじめ、『さかさま』『ふしぎなさーかす』又、数学が楽しくなるような『10人のゆかいなひっこし』や風景画『西洋古都』などの原画からは、綿密な描写による美しさとともに、仕組まれた楽しい仕掛けを発見することができるだろう。

- 期 間 12月7日(月)まで
9:30~17:00
※入館は16:30まで
- 休 館 日 火曜日(ただし11/3は開館)、11/4
- 会 場 森の中の家 安野光雅館
京都府京丹後市久美浜町谷764 和久傳ノ森
TEL.0772-84-9901
- 観 覧 料 一般1,000円、中高生600円、小学生400円

本欄掲載の1~4の美術館等の招待券ご希望の方は、電話等で申し込み後、招待券送付用の切手(84円)を日本建築協会事務局までお送りください。

*事情により開催内容が変更、もしくは中止となる場合もございますのでご注意願います。

令和3年経済センサス - 活動調査を実施します。

○令和3年6月1日現在で経済センサス-活動調査を実施します。

○経済センサス-活動調査は、我が国における産業構造を包括的に明らかにすることを目的とする政府の重要な調査で、「統計法」という法律に基づいた報告義務のある基幹統計調査です。

本調査実施にあたり、支社等を有する企業の本社あてに、令和2年10月下旬から順次「企業構造の事前確認票」を送付しますので、内容のご確認・ご回答よろしくお願いたします。

総務省・経済産業省

編集委員会

第3回広告企画・編集合同委員会

8月20日（木）18：00～19：00

WEB会議

出席者 勝山委員長ほか8名

議 事（1）9月号特集 都市を鳥瞰する

（2）10月号特集 宇宙と建築（仮）

（3）11月号特集 構造家日記2020ー構造設計者が今感じていること（仮）

（4）12月号特集「バーチャルリアリティとダイレクトコミュニケーションがリンクする社会へアフターコロナの新しい体験の価値観を考えるー」（仮）

（5）1月号特集

・「コロナ禍から見えてきたこと（仮）」or「社会的危機を超える（仮）」

・佐野正一生誕100周年記念特集

（6）その他

・「建築と社会を考える」の執筆候補者（案）

・「建築と社会」活性化の動き

第2回インテリア・住宅系分科会

8月17日（月）19：00～20：00

WEB会議

出席者 黒柳幹事ほか4名

議 事（1）2020年特集の企画

第3回インテリア・住宅系分科会

8月21日（金）19：30～20：15

WEB会議

出席者 黒柳幹事ほか3名

議 事（1）2020年特集の企画

第3回設備分科会

8月5日（水）18：00～19：00

WEB会議

出席者 橋本幹事ほか7名

議 事（1）「設備の頁」の企画

第3回作品作風小委員会

8月27日（木）19：00～20：00

日本建築協会会議室&WEB会議

出席者 太田小委員長ほか6名

議 事（1）作品の選定

（2）作品の掲載状況、予定

（3）gallery掲載報告、予定

（4）その他

教育委員会

第5回大阪府住まい・まちづくり普及協議会

8月21日（金）10：30～12：00

WEB会議

報告・議題

（1）出前講座

（2）クラウドファンディングの検討

第1回史料研究会

8月18日（火）18：00～19：10

WEB会議

出席者 設案会長、中尾事業委員長、橋寺委員長ほか7名

議 事（1）新委員紹介

（2）イケフェスイベント

（3）連載「再読」

未来創生プロジェクト

第4回建築次世代委員会

8月25日（火）18：30～19：40

WEB会議

出席者 菅原委員長ほか6名

議 事（1）本年度の活動計画の検討

（2）その他

第2回2040委員会

8月3日（月）19：30～

PARK Lab.&WEB会議

出席者 駒井リーダーほか6名

議 事（1）企画内容

（2）今後の委員会活動

第5回U-35委員会

8月27日（木）19：30～22：00

WEB会議

出席者 高畑リーダーほか12名

議 事（1）活動／予定

（2）次回予定／その他

編集委員会（2020年度）

■副会長

川合 智明

■編集担当理事

○勝山 太郎

佐藤 栄一

橋寺 知子

西 博康

菅野 忠司

山田 淳

吉村 英祐

■副委員長

○戸川 勝之

■編集委員

中原 岳夫

■特集小委員会

■計画分科会

★計画系

飯田 匡

鈴木 克彦

△田中 直人

林 雄太

松田奈緒子

守井 辰

吉村 英祐

★建築計画系

奥田 英雄

桑原 悠樹

下坂 浩和

△東 拓郎

樋口 展寛

三谷 帯介

米山 剛史

渡部 剛

★インテリア・住宅系

赤川貴世友

東 奈生子

今井 充彦

高橋 伸明

川合 隆之

河西 孝平

△黒柳 亮

塚口 洋之

ペリー史子

■構造分科会

宇野 綾真

岡田 健

△岸本 光平

古島 正博

正野 和司

瀧野 敦夫

竹本 孝輔

萩原 学

宮久保秀樹

向井 洋一

■設備分科会

有尾清二郎

木谷 晃之

北野 勝也

寺井 千佳

仲村 憲一

夏井 重行

△橋本 直樹

梶井 貴廣

宮崎ひろ志

森山 正和

山本 雅洋

■施工材料分科会

門野 陽

桜井 和男

秋竹 教行

△藤丸 啓一

山口 紀宏

河合 智寛

吉田 正友

岡田 淑子

■法令分科会

△岡田 耕介

垣内 明

河野 学

西 雅昭

福岡 誉顕

■作品作風小委員会

居内 章夫

池上 明

石井眞由美

稲垣 和江

▲太田 栄治

加嶋 章博

菊池 浩輔

倉瀬奈千子

澤田 純一

高木 秀晃

鞆野 淳司

西田 佳代

藤原 寛

平野 尉仁

増田 敬彦

■広告企画小委員会

小川 雄介

金築 雄

小山 昭

野山 将男

藤田 昌宏

▲前田 衛

山辻 直樹

△幹事

(順不同)

◎委員長

○副委員長

▲小委員会委員長

△幹事

印刷 2020年9月28日

発行 2020年10月1日

発行人 一般社団法人日本建築協会

大阪市中央区大手前1-7-31

電話 06-6946-6981

印刷所 ㈱中島弘文堂印刷所

定価 1254円(税込)

©「建築と社会」誌の記事の無断転載を禁じます

**お客様の抱える問題やニーズに
より速やかに、より丁寧に対応できるように**

企画・デザイン、制作、製版、印刷

株式会社 中島弘文堂印刷所

本 社 〒537-0002 大阪市東成区深江南2丁目6番8号
TEL.06-6976-8761 / FAX.06-6976-8765

東京支社 〒101-0052 東京都千代田区神田小川町1丁目4-2 風雲堂別館ビル2階
TEL.03-3526-5580 / FAX.03-3526-5582

<http://www.n-kobundo.co.jp/>

地球環境を守り、100年建築に貢献する

NACL のアルミ表面処理

株式会社 日本電気化学工業所

<http://nacl.jp> E-mail: sc@nacl.co.jp

本部営業部 〒560-0036 大阪府豊中市蛍池西町2丁目7番26号 NACLビル2階

TEL (06)6843-1235(代) FAX (06)6853-1632

東京事務所 〒111-0051 東京都台東区蔵前2丁目6-7

TEL (03)3862-0978(代) FAX (03)3862-7098

年間広告のご案内

会誌「建築と社会」では、後付部分に
広告スペースを設けております。

1年を通じて、社名広告を掲載されませんか？

掲載期間：4月号～翌年3月号までの1年間

掲 載 料：48,000円（消費税込み）

サ イ ズ：1/12頁（タテ40mm×ヨコ90mm）

※毎月掲載誌をご送付します。

※原稿は1年間同じ原稿を使用します。

お問い合わせ先

一般社団法人 日本建築協会 内山・井筒

TEL：06-6946-6981 FAX：06-6946-6984 E-mail：koukoku@aj.or.jp

『建築と社会』 令和3年2月号

「第27回 会員作品 “私の空間作法”」

作品募集

掲載無料

モノクロ

『建築と社会』2月号では、会員作品発表の場として、「第27回 会員作品特集号 “私の空間作法”」を企画しています。

対象は、建築・ランドスケープデザイン・インテリアデザイン・まちづくり・アート等、空間に関わるすべてとし、完成作品、計画案を問いません。また表現方法は、写真、CG等の別を問いません。



■掲載内容

1. 写真：外観、内観、ディテール、模型写真等。(プリントの場合、サイズはキャビネ判程度。電子データの場合、解像度300dpi以上) CGやパース、コンセプト図等でも可。
2. 説明文：①ページタイトル(作品名称とは別に検討してください)、②作品についての考えを300字程度にまとめた文章。
3. 概要：作品名称、所在地、設計者、施工者、建築面積、延床面積、構造規模、工期など。

※イラストレーター用の原稿作成フォーマットを用意しています。必要な方は、右記の担当までご一報ください。

■掲載について

1. 応募は、本会会員に限ります。入会は本会のホームページから可能です。<http://www.aaj.or.jp/>
2. 写真の撮影者名は必ず付記願います。写真に著作権等が生じる場合は、応募者にて処理願います。
3. 掲載ページ数は、原則として1社(1人)1頁とします。また、竣工予定の作品を掲載希望の場合、写真等の原稿期日は配慮いたしますので、ご連絡ください。
4. 建物の特徴や特殊な事柄については、簡単な補足説明をお願いする場合があります。
5. 作品の掲載順の決定および誌面レイアウトを含む特集全体の編集は、本会の作品作風小委員会で行います。
6. カラー掲載をご希望の方はご相談ください。(掲載料が必要となります)

■掲載申込締切日および原稿送付先

1. 掲載申込締切日：**2020年10月15日(木)**
2. 送付先：(一社)日本建築協会「会員作品特集号」係
〒540-6591
大阪市中央区大手前1-7-31
OMMビル7階
TEL.06-6946-6981
FAX.06-6946-6984
E-mail: hensyu@aaj.or.jp
担当：井筒

会員のみなさまの
個性あふれる作品を
お待ちしております