

アルミエージ

2014
AUTUMN
No.180
JAPAN
ALUMINIUM
ASSOCIATION

ALUMI-AGE

[特集]

建築とアルミ

Interview

現代美術作家

ヤノベケンジさん

アルミのある風景

モバイルブリッジ

アルミの話

戦後70年の時を経て、
さらなる新しい時代を作る
アルミ合金。

No.180

特集 建築とアルミ

軽くて強いアルミ合金が建築に使われはじめたのは1904年にウィーンに作られたオットー・ワグナー作の郵便貯金局にさかのぼります。
この時は内装や庇、彫像などの装飾的な使用に留まりましたが、
現在では内装や装飾はもちろん、建築構造にまで使用されています。
建築界でアルミ合金が使用されて110年。
アルミ合金と建築の歴史とこれからを探ります。

text by ALUMI AGE

取材協力：金沢市、龍護山 大智寺、株式会社 飯嶋建築事務所
参考文献：『アルミニウムの空間』（石田保夫、畔柳昭雄、飯嶋俊比古編、新建築社刊）、『アルミニウム 建築構造設計』（飯嶋俊比古著、鹿島出版会刊）、『AL建 第40号』（アルミニウム建築構造協議会刊）
画像協力：PIXTA

Aluminium for Architecture

日本最大級のアルミ構造建築。
金沢もてなしドーム



大智寺内部。



『ウィーン郵便貯金局』外観。
写真提供：オーストリア政府観光局/Kneidinger

建築とアルミ Aluminium for Architecture

アルミ合金が変えた 建築の世界

工業化されたアルミ合金が建築に使用されるようになったのは1904年のことです。オーストリアの建築家、オットー・ワグナーの手による『ウィーン郵便貯金局』が建設された際、外壁をとめるポルトキャップ、玄関の庇、温風吹き出し口、手すり、柱カバー、照明器具、屋上など多くの装飾にアルミ合金が使用されました。その後、軽くて丈夫なアルミ合金は飛行船や航空機に使われるようになります。可能性に目をつけ



『ダイヤモンド・ハウス』 写真提供：Michael Barera

ましたが、1957年の落雷によって焼失してしまいました。建て直す際、森深い立地の敷地に大型重機を入れることが不可能でした。そこで考えだされたのが人力で運べるアルミ合金による単管シェル構造です。溝が切られた部品に、パイプをはめ込むために溶接を必要としない『嵌合式集中ジョイント』という接合方法も開発されました。これが後の「嵌め合い接合によるアルミシステムトラス」の仕組みとして広く採用されるようになります。当時、アルミ合金は建築基準法令上、柱や梁などの構



郵便貯金局は現在も使用されている。
写真提供：オーストリア政府観光局/Trumler

たのがアメリカ人のデザイナー、建築家のバックミンスター・フラードです。『ダイヤモンド・ハウス』（1929年）は、外装だけにとどまらず、設備機器にまでジュラルミン（アルミ合金の一種）を使用しました。後にフラードはこのモデルを発展させ、工場で大量生産が可能『ウイチタ・ハウス』（1945年）を完成、後の建築界に大きな影響を与えました。現存する日本最古のアルミ構造建築は、埼玉県坂戸市にある龍護山大智寺です。そもそも大智寺は1200年の歴史を持つ古刹。本堂は木造茅葺屋根の立派な建物で

造部材としての使用が認められておらず実験や協議を重ねて大臣認定を取得するなど、大変な努力の末に本堂が完成しました。「完成以来、多くの人に親しまれています。地域の人もこのアルミのお寺を誇りに思っていたいている様です」と副住職の奥様である大塚哲子さん。本堂の姿は斬新ですが、今もなお「アルミのお寺」として、地域の人たちに愛されています。

話は変わり、2015年に北陸新幹線が開通することで注目が集まるJR金沢駅。東口広場にある



高さ15mもある大智寺の外観。美しいアルミ同士の接合部分。



SUSタイランド工場

アルミ構造材の設計開発を手がけるSUS。タイにある工場の外壁全体がアルミ可動ルーバーにより構成されている。ウォールレス化した工場は、工場内の空気循環が自然に行われる。写真提供：SUS株式会社

「...は鉄のように塗装し直す必要もないですし、長期のメンテナンスを考えると非常に優れた素材だと感じています。私個人の意見で言えば、もったい로운な場面でアルミを活用していけばいいと思いますね」

比較的新しい構造材料としてのアルミ合金
アルミ合金が建築の構造材料として法的に認可されたのは2002年です。それまで、構造として使用する場合は、『旧建築基準

法38条』による大臣認定を取る必要があり、建築家が使いたいと思っても複雑な作業や申請が必要のために時間やコストがかかり、敬遠されていました。しかし、アルミ合金は強く、軽量、耐食性、施工性、加工性など

多くの利点があります。なかでも押出形材に代表される加工性の良さは建築業界にとっても魅力のひとつです。建築業界でもアルミ合金への期待から、業界全体が動き始めます。2002年、『建築基準法 国土交通省告示408(410号)』が公布されました。この公布により、アルミ合金は建築の構造材料として法的に認可されるようになったのです。

建築におけるアルミの現状とこれからの課題

アルミ合金を使用した数々の建築に構造設計家として関わった飯島建築事務所の飯嶋俊比古さんに、アルミを使った建築の現状と課題についてうかがいました。「建築基準法で建築構造材として認可された2002年以降、伊東豊雄さん、山本理顕さん、難波和彦さんなど著名な建築家たちがアルミ合金を使用した建築を作り、大変盛り上がりしました。当時の建築家にとってアルミ素材は、新しい構想で空間や構造を作ることのできる大変魅力的な素材だったんですね」



上から見ると、三味線のばちのような形のもてなしドーム。写真提供：金沢市



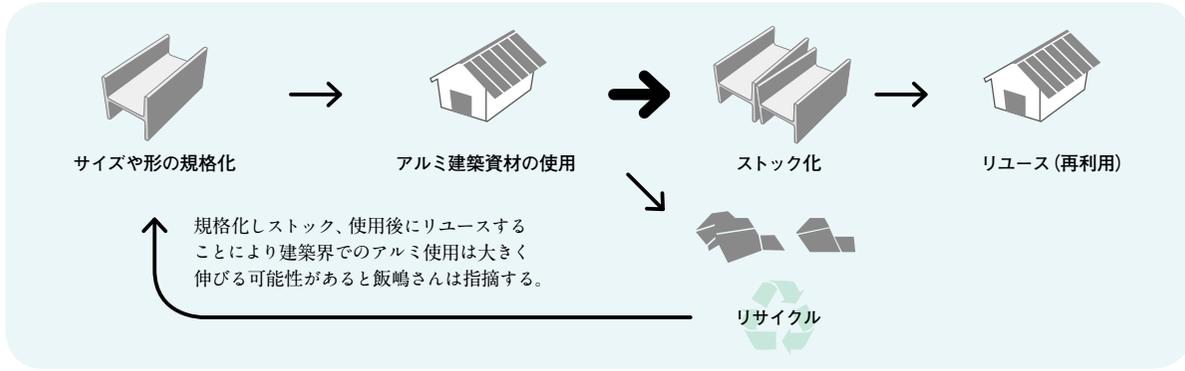
金沢市土木局担当部長、道路管理課長の中川富喜さん

『もてなしドーム』(2005年)は開放感あふれる空間です。ガラスが取り付けられた天井からは、日中は太陽光が降り注ぎ、照明は必要ありません。さらに、周囲にあるバスの乗降車場の屋根の上には太陽電池パネルを置いて発電しているとてもエコロジカルな建物です。もてなしドームの構造形式は「アルミニウム合金立体トラスと高強度引張材との組み合わせからなる複合構造」。幅79メートル、長さ60メートル、高さ30メートルの日本最大級のアルミ構造建築物です。「もはや金沢の顔になっていきます」と、金沢市土木局担当部長、道路管理課長の中川富喜さんは言います。「金沢の玄関口ということで、当初は伝統的なデザインも検討されました。しかし、21世紀という新しい時代の象徴となるようなものを作ろうと、最終的にア



木材とアルミ合金の融和が美しいもてなしドーム。写真提供：金沢市

ルミ構造建築の斬新なデザインに決まりました」しかし、デザインのインパクトだけではありません。公共交通機関を利用する人たちが、金沢の多雨多雪の気象環境でも快適に空間利用できるように配慮し、ガラスとアルミ部材を用いた大屋根と壁で開放的な空間を誕生させました。アメリカの旅行雑誌が「世界で最も美しい駅」のひとつに数えるなど、今やもてなしドームは世界中から注目を集めています。「アルミは腐食に強いし、軽くて丈夫という特性がありますね。メンテナンスという意味でも大変優れていると思います。アルミにつ



環境変化に対応していく居住ユニット『ゼ』を用いたSUS静岡事業所実験棟。
新しいアルミ建築の可能性を秘めている。
写真提供：SUS株式会社

現在、多くの建築家がアルミの可能性を広げ、アルミ合金は建築の現場で幅広く使用されるようになりました。しかし、飯嶋さんは「新たな環境作りが必要と言います。今後、アルミ建築をさらに普及させるには、アルミ資材を利用しやすい環境作りが最優先です。実は、建築で使えるアルミの押出形材に関する情報は非常に乏しいのが現状なんです。日常的に入手可能な標準形材の情報、新規に押出

形材を制作するコストや納期などの情報が揃えば、建築家も使いやすい。鉄はJIS規格鋼材で規格化され、建築家が非常に選びやすい環境にあります。鉄鋼材のような環境作りをアルミ業界全体でやれば、さらにいろんな建築家が参入して、ユニークな建築が生まれるでしょうね」
アルミを用いて、建築向けの部材、建材などを製作しているSUS株式会社では、自社で生産

ることが可能です。このように、これまでの建築概念を飛び越えた新しい建築がアルミを使用することによって誕生しています。
建築の世界でアルミはどのように使われていくべきか
鉄や木材と比較して、アルミ合金の利点の一つにリサイクル（資源化）とリユース（再利用）できることが挙げられます。飯嶋さんは「リユースにはさらに可能性がある」と言います。
「リサイクルをするためにはアルミを溶かし、またアルミを作るためにコストがかかる。しかし、建物を解体し、アルミ資材をストックして再利用すればコストはそれほどかからない。たとえば古民家で使われている立派な梁はデータベース化して再利用されています。アルミは長く置いておいても、さびたり、傷んだりしません。リユースでも使えるような環境を整えたいですね。再利用が普及すれば価格面でも木や鉄よりも優位に立てるのではないかと考えます」
今後、アルミは建築界でどのよ



株式会社飯島建築事務所
飯嶋俊比古さん

したアルミ資材を用い、積極的にアルミ建築を送り出しています。タイにある自社工場（P7参照）は、巨大電動アルミルーバーを用いた世界初の「ウォールレス（壁ナシ）工場」です。工場内で発生した熱を外へ放出し、外気を取り入れられるよう、工場の側面壁に電気制御で可動するアルミ製ルーバーを取り付けています。これにより外気や太陽光の照射をコントロールし、暑いタイの工場内でも1年を通して快適な室内環境を保つことができるエコロジカルな工場です。また、同社では部屋数や構成を考えながら、環境変化に対応していく居住ユニット『ゼ』も開発しました。これは「動く、変化する」という新しい建築概念を実現する試みです。単独での使用はもちろん、集合させることで戸建て住宅から集合住宅まで展開す

うな使われ方をしていくのでしょうか。
「アルミだけで高層ビルを建てようとか、オールアルミの家を作るという方向ではなく、アルミの特性に合った用途を開拓すればいいと思います。たとえばサッシやカーポート、手すりなどは木や鉄よりもアルミの方が普及している。これらがなぜ鉄から置き換えられたかという点、軽くて丈夫だという点もあるけれど、それらが『工業製品』だからなんです。アルミは大量に生産すれば、低価格で提供できる。これもアルミの特性のひとつだと思います。そもそも日本の木造建築は、モジュール化（一定の基準に則して作られた規格部品やサブシステム）されている。すでに、そういう文化があるのだから、そこにアルミ資材が入り込めば、建築におけるアルミの可能性は大いにあると思いますね」
アルミ合金が建築に使われはじめて110年。当時は装飾の一部に使われたに過ぎませんが、もはや身近な素材になりつつあります。今後もアルミの普及に目が離せま

stadium



©Kobe Wing Stadium

アルミニウム折板開閉式ドーム屋根を備えたスタジアム。局面屋根にもアルミを使用。屋根は低光沢処理し、周辺環境にも配慮。

building



©Abenoharukas

全面に「ACW（アルミカーテンウォール）」を採用。高い耐風圧性能、水密性能、面内・面外変形性能を実現している。

building



©shiseido

建物全体を覆うアルミシェードは、未来へ向かう伸びゆく形をオリジナルデザインの「未来唐草」で構成。

station



©JR EAST

南北ドームのエントランス大庇の屋根材としてアルミハニカムパネルを採用。また駅舎窓枠も着色したアルミを使用している。

tower



©TOKYO SKYTREE

エレベーターシャフト、カーテンウォール、展望デッキ、展望回廊上部外壁にアルミ接着ハニカムパネルを採用。

日本のアルミ
名作建築
アルミ合金が使われている
身近な建築を集めました。



京都造形芸術大学にある
ジャイアント・トラヤンの前で。

現代美術作家 Artist

ヤノベケンジさん

ヤノベケンジさんの作品の根底には子供の頃に遊んだ万博公園の廃墟が横たわっていた。「未来の廃墟」をどうやって生き抜くか。やがて新世紀を迎えテーマが「リバイバル」に変化したとき、傍らにはアルミニウムがありました。

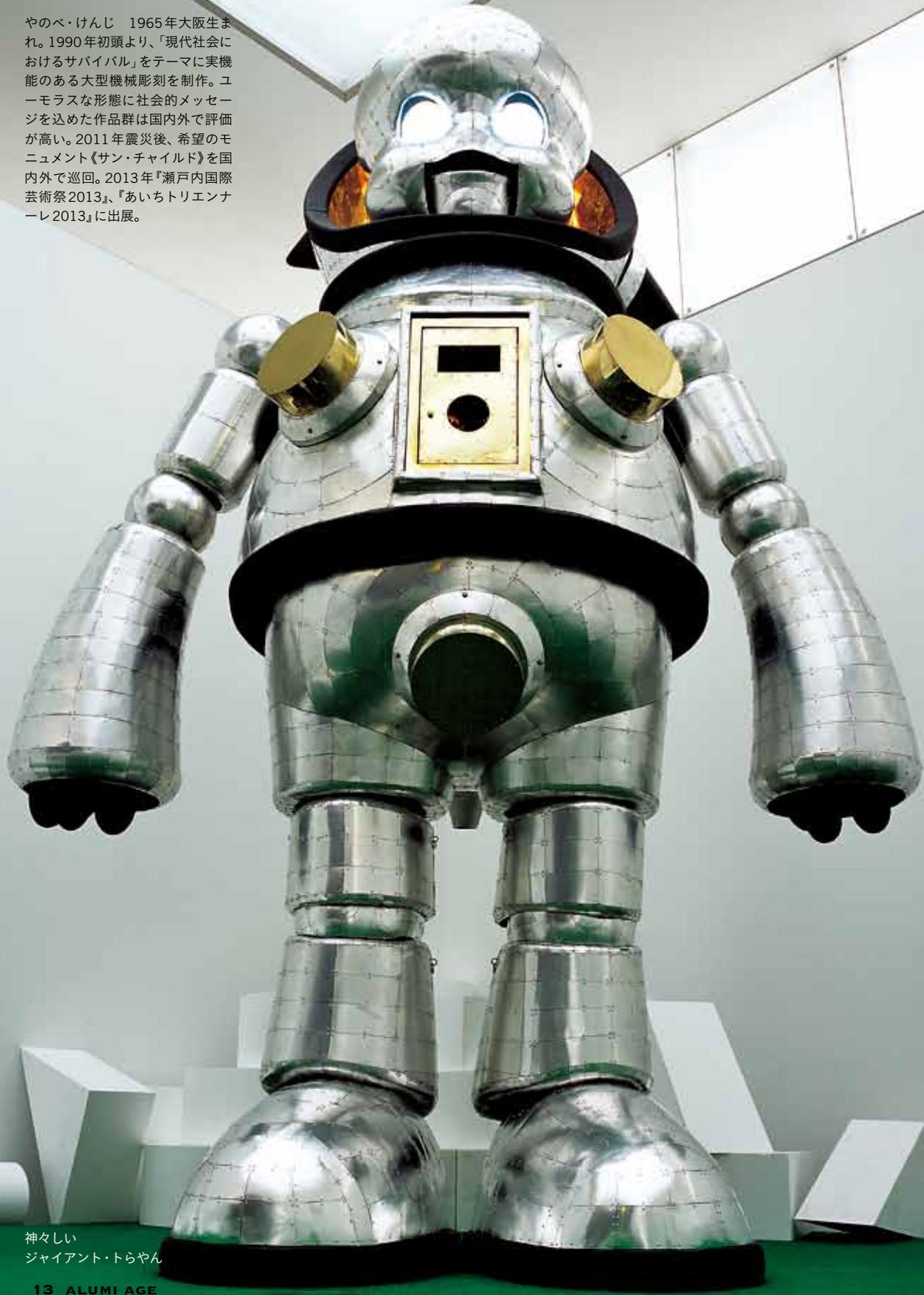
text by ALUMI AGE
photographs by Narita Naoshige

ユーモアとシニカル。その両方の視線で、時代を見つめ壮大なスケールで作品を発表する現代美術作家・ヤノベケンジさん。作品の根底には、幼少期に遊び場として過ごした大阪万博跡地から得た「未来の廃墟」が流れているといえます。新世紀に入り、ヤノベさんの作品テーマが「サバイバル」から「リバイバル」へと大きく変わった時、新しい素材としてアルミニウムを使い始めたといいます。ヤノベさんに作品と素材についてお伺いしました。

「わびさび」のある金属

僕たちの世代の多くには、世紀末思想がありました。1990年初頭から「次の未来をどう見守っていくか」という「サバイバル」をテーマに作品を作ってきました。でも1999年に世界は滅びず、それまでのテーマが無効になりました。2000年に子供が生まれ、その子がかまり立ちをするくらいの年齢に『ピバ・リバ・プロジエクト・スタнда』（P12、右上）という作品を作り始めました。これがアルミニウムを使った最初の作品ですね。21世紀を迎えるにあ

やのべ・けんじ 1965年大阪生まれ。1990年初頭より、「現代社会におけるサバイバル」をテーマに実機能のある大型機械彫刻を制作。ユーモラスな形態に社会的メッセージを込めた作品群は国内外で評価が高い。2011年震災後、希望のモニュメント《サン・チャイルド》を国内外で巡回。2013年『瀬戸内国際芸術祭2013』、『あいちトリエンナーレ2013』に出展。



神々しい
ジャイアント・トラヤン

たって作った、僕の記念碑的な作品です。アルミ合金製ボディの『スタンダ』は、油圧でゆっくりと立ち上がります。2本足で立ち上がることは、人間の成長段階で大きなステップでありますし、生物の進化の過程でも2本足歩行はとても大切です。そういう意味を組み合わせ、新しい時代をポジティブに捉えるということで、テーマも「サバイバル」から「リバイバル」に変化しました。しかし、設計段階で3メートルもある大きな人形を立ち上がらせるのは構造的に難しいと言われました。空気で風船を膨らませて立ち上げる構造であれば可能だと言われたので

すけれど、やはり「新しい世紀の幕開け」となる作品ならば、きちんと関節構造で立ち上がらせたい。最終的に油圧を使って立ち上がらせることができました。これには「強度を保ちながら、軽量化が必要」ということもあって、アルミニウムを使う以外には考えられませんでしたね。FRP（繊維強化プラスチック）だと、遊園地の遊具のような安っぽさが出てしまう。僕の中にはアルミニウムとは材質的にも「新しい時代の素材」という認識がありました。実際に使うと、金属なのに柔らかく温かい肌合いを持たせることができた。彫刻的な発想で言えば、アルミニ

ウムは素材感が読み取りにくい点がおもしろい。（作者の）手の痕や作品としての風合いを残しながら作品を作ることができました。2005年に発表した7・2メートルもある『ジャイアント・トラヤン』もアルミニウムできています。子供の命令にのみ従い、歌って踊り、火を噴く子供の夢の最終兵器です。金沢21世紀美術館に半年間滞在して、地元の人と共に制作しました。そのため、職人的な難しさを省いた制作プロセスを考えたと、扱いやすい素材としてアルミニウムを選択しました。まず発泡スチロールで形を作り、FRPで成型し、その上にアルミ

ニウムの板を叩いて形を作り、最後に飛行機の機体を作るようにリベット止めを施しました。僕の幼少の頃に見ていた『鉄人28号』の無骨な工業製品のイメージです。ロボットなんだけど、どこか神々しい。ある種大仏を作るような気持ちで、子供のためのロボットを作った。これ、火も吹くんですよ（笑）。今は京都造形芸術大学に置いてあるんですが、10年近く経ち、表面が酸化していい感じになっている。アルミニウムは金属なのに、どこか「わびさび」があるおもしろい金属なんですよ。



1/《ピバ・リバ・プロジェクト：スタンダ》
2/火を吹く《ジャイアント・トラヤン》
3/ヤノベさんの制作風景
4/《ラッキードラゴン》



アルミのある風景 モバイルブリッジ

災害時のインフラ復旧や被災者救助に期待が高まるモバイルブリッジ。写真提供 施工技術総合研究所

橋になる アルミ

日本にはおよそ70万の橋がある。日本は地震、台風、集中豪雨など自然災害が多い国だ。大きな台風が過ぎ去った後、あちこちで氾濫した河川や山崩れの痛々しい様子が映し出される。集中豪雨などで橋が流されてしまうと、救助活動の妨げや復旧にも多くの時間が必要となる。地球温暖化の影響で、これまでにないほどの集中豪雨が日本各地で降るようになり、今後も自然災害は増えていくことが懸念されている。

災害現場の風景を一変させる予感があるのが、アルミ合金製の折りたためる橋「モバイルブリッジ(MB2)」だ。開発したのは広島大学大学院工学研究院・土木構造工学研究室の有尾一郎助教(共同実験と製作は一般社団法人日本建設機械施工協会施工技術総合研究所、星軽金属工業株式会社、株式会社アカシン、三協立山株式会社、三協マテリアル社と産学共同開発)。モノが壊れる基礎研究から

宇宙空間で必須の展開構造物を研究していた有尾さんは、子供が遊ぶマジックハンドを見て、主要な構造部材をX形で連鎖させ、伸縮機能と強度を確保した新しいタイプの橋を思いついた。

「橋梁そのものを折りたたんで現場に運搬し、展開すると全長は約20メートル。アルミなので軽く、架橋に必要な作業員は2名程度で10〜15分ほどで架けることができ、車両の通行が可能です。MB2は油圧で稼働しますが、将来的にはバッテリーで動かせるようにできたら」と有尾さんは語る。

この橋を各自治体に設置すれば、これまでの復旧と比べ大幅に時間短縮が期待できるだろう。「災害時はスピードが命です。この橋で救える命があるんです」と有尾さんはモバイルブリッジへの期待を寄せる。この橋は日本だけではなく、世界中で求められる設備であり、知恵ではないだろうか。

アルミエージ No. 180
平成26年9月26日
発行…一般社団法人
日本アルミニウム協会
http://www.aluminum.or.jp
〒104-0061 東京都中央区銀座4-2-15
(塚本素山ビル) tel 03-3538-0221
大阪支部
〒541-0055 大阪府中央区船場中央
2-1-4-301 (船場センタービル)
tel 06-6268-0558
企画・制作…株式会社放送映画製作所
本誌の掲載記事・写真などの無断複写、複製、
転載を禁じます。
©Japan Aluminium Association

The story of aluminium

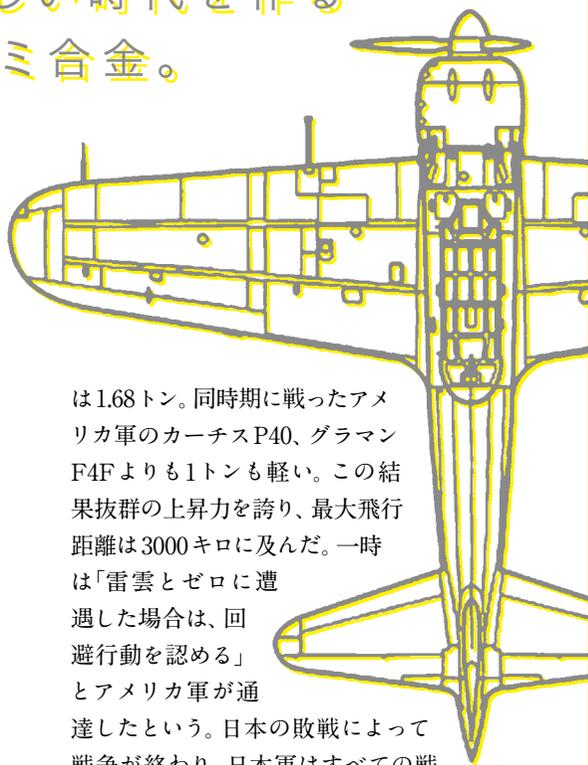
アルミの話

戦後70年の時を経て、
さらなる新しい時代を作る
アルミ合金。

宮 崎駿監督の長編アニメーション『風立ちぬ』（2013年公開）は、零式艦上戦闘機（零戦）の設計主務者・堀越二郎の挑戦と苦悩を描いた物語だ。『風立ちぬ』にはジュラルミンボディの戦闘機が登場する。堀越二郎は、技術者であることと、戦争で人を殺す事になる兵器を作ることの中、葛藤を抱く。しかし、ただ純粹に技術者として高性能戦闘機を作り続けた。

映画の中で、部品が木箱に大切に梱包されて届くシーンがある。この部品に使われたのが、当時のジュラルミン強度を凌駕した「超超ジュラルミン（ESD）」だ。ESDは1936年に住友金属工業株式会社の軽金属研究陣に所属していた五十嵐勇博士らが海軍航空技術廠の要請で開発したジュラルミン。負荷がかかる主翼主桁の材料として使用するため「軽くて強い」という矛盾した金属素材を求めていた堀越にとって、ESDは零戦の完成に必要なものだった。堀越は翼の中央部にESDの押出型材を使用し、機体の軽量化と強度確保を実現した。

零戦は、連合軍にとって非常に厄介な存在だったようだ。「ゼロファイター」の名で恐れられた。なぜ零戦は恐れられたのか。それは速さと飛行距離だ。ジュラルミンを採用した結果、大幅な軽量化に成功した零戦の自重



は1.68トン。同時期に戦ったアメリカ軍のカーチスP40、グラマンF4Fよりも1トンも軽い。この結果抜群の上昇力を誇り、最大飛行距離は3000キロに及んだ。一時は「雷雲とゼロに遭遇した場合は、回避行動を認める」とアメリカ軍が通達したという。日本の敗戦によって戦争が終わり、日本軍はすべての戦闘機を手放すこととなった。しかし、今もなお五十嵐博士が開発したESDは世界中の航空宇宙分野に貢献している。

現在、経済産業省は輸送機器の抜本的な軽量化に向け、ESDよりも強度特性を飛躍的に向上させた「超超超ジュラルミン」を開発するプロジェクトを官民一体となって発足させた。ESDは戦争という哀しい歴史から生まれた背景を持つが、「超超超ジュラルミン」は、さらなる新しい時代を作るアルミ合金となるだろう。現代の五十嵐勇が日々研究を重ね、その完成を現代の堀越二郎が待っているはずだ。

