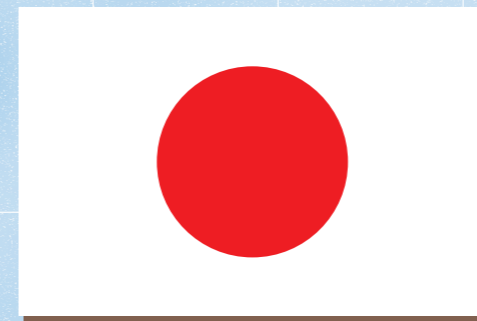


各国の特許出願・登録数(2009年度)
 各国の特許出願・登録数はその国の技術水準や意欲を示す一つの指標といえる。2009年の統計では、日本の特許出願数はアメリカに次ぐ世界第2位、特許登録数は世界第1位を誇る。
 (出典：特許庁「特許行政年次報告書 統計・資料編」(2011年版))

技術にかける“日本人”の熱き想いを探る

ニッポンの



底力



各国GDP比較表 (2010年度)
 (単位:1兆ドル)
 長年、アメリカに次ぎ世界第2位のGDPであった日本だが、中国の躍進により、2010年度より世界第3位となった。
 (出典：財団法人国際貿易投資研究所国際比較統計)

2010年の世界のGDP(国内総生産)において、日本は3位となり、2位の座を中国に明け渡した。いまや高度経済成長期のような右肩上がりの時代ではない。しかしMade In Japanはなお、世界で高く評価され技術開発力を表す指標の一つといえる特許出願・登録数は、日本が現在も世界のトップクラスにある。そこで「ニッポンの底力」では、日本人の特性を活かして生まれた、世界に誇る技術や事業を紹介する。第1回は既存の技術から学び、精度や利便性などを追求することでさらに発展させる「応用力」第2回は和を尊び、さまざまなものを融和させてきた「総合力」第3回は日本独自の視点から生まれた先端の「技術力」に着目し、日本人の技術にかける想いを探る。

【第1回】

応

原理の応用 [P.06]

免震構法——株式会社奥村組

着想の応用 [P.12]

ウォシュレット®——TOTO株式会社

伝統の応用 [P.15]

明珍火箸・火箸風鈴——明珍本舗

奥村組技術研究所 3次元振動台

茨城県つくば市・奥村組技術研究所の大型耐震実験棟。1985年に当時民間で最大級の3次元振動台が導入され、現在にいたるまで奥村組の振動研究を支えている（写真手前）。

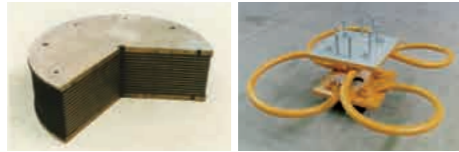
日本は古くから、他国から取り入れた文化や技術をローカライズし、発展させてきた。

オリジナルを日本人ならではの感覚で捉え、改良、発展、実用化する技術は

新たな付加価値を生み、世界から評価されている。

それを可能にしているのは、時代のニーズに答えて、応用を利かせる力である。

「応」ではそのような力を活かし、いまま進化を続けている技術と製品、それらを開発する人たちが企業に着目する。



**日本初の大員認定を取得した
積層ゴム支承(カットモデル)と鋼棒ダンパー**

左/積層ゴム支承は板状の天然ゴムと薄い鋼板を交互に層状に重ねたもの。耐久性を保持するため外側を天然ゴムで被覆している。
右/研究管理棟に用いた鋼棒ダンパーは4本の鋼棒をコイル状に曲げた弾塑性ダンパー。
(写真提供:奥村組)



積層ゴム支承の役割

上部躯体と基礎の間に設置される(基礎免震の場合)。鉛直荷重を支えながら、地震動が加わると水平方向に変形して地震の揺れを建物に伝えにくくする。(写真提供:奥村組)

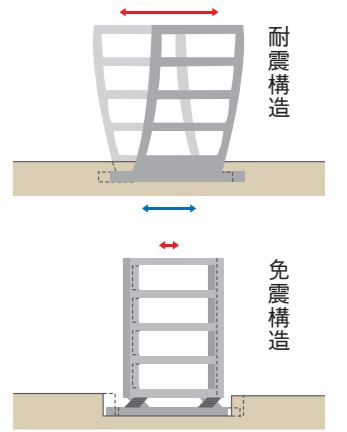
**震度7を再現できる
3次元振動台(内部)**

4m四方の振動台(写真上部)の地下深くに起振装置が設置されている。3次元の振動を最大加速度3G(1G=重力加速度)まで与えることができ、建築・土木関連の振動実験に幅広く活用されている。



免震構法の原理

基礎と上部躯体の縁を切り、地震動を伝えにくくするアイデアは世界的に古くから存在した。実建物の適用するには、当時我が国では性能が詳細に検証される必要があった。
(資料提供:奥村組)



→ 建物の揺れ ← 地盤の揺れ
※矢印の長さは揺れの程度を示す

原理の応用

**地震国を守る
免震ビル
実用化の先駆**

免震構法——株式会社奥村組

ニッポンの底力

**本格的な耐震研究とともに
進んだ免震構法の開発**

今から二十五年前の一九八六年八月に、日本初の実用化「免震ビル」が竣工した。建設したのはゼネコンの奥村組である。茨城県・筑波研究学園都市内に同社の「筑波研究所(現・技術研究所)」を新設するに当たり、RC造四階建ての研究管理棟を免震構法で設計施工した。「免震」の考え方は古くから知られており、当時、海外には実施例もあったが、我が国ではま

震技術に取り組み意志は、その先の免震技術の追求にも貫かれたといえよう。

**免震装置の開発当初の発案も、
後に応用され進化**

地震時の建築物の安全性を確保するため、一般的に採用されているのは耐震設計法である。耐震設計法は、建物の剛性や粘り強さで地震動に抵抗し、倒壊にいたらないことを目指す技術である。それに対して免震構法は、基礎と上部躯体の間に免震装置を組み込み、地震動を上部躯体に伝わりやすくする技術である。上部躯体の揺れは、免震装置が無い場合に比べて数分の一に低減され、建物の損傷はほとんど生じない。

免震装置は建物の鉛直荷重を支持しながら地震動を伝わりやすくする「支承(アイソレーター)」と、建物の揺れを速やかに減衰させる「ダンパー」の組み合わせで構成される。当時さまざまな方法が発案されていたが、奥村組が研究管理棟で採用したのは「天然ゴム系積層ゴム支承」と「鋼棒弾塑性

だ研究レベルであった。奥村組はあまたの建設会社に先駆けて積極的に研究開発を進め、後に阪神・淡路大震災などで効果が注目されることになる免震構法のパイオニアとなった。
奥村組は、一九八〇年に免震構法の調査研究に着手した。一九八五年からの実用化を目指し、同社研究員が免震研究の第一人者であった福岡大学・多田英之教授のもとで指導を受け、免震装置の力学特性を実験により確認するとともに免震建物の地震時の挙動を解析により把握し、建設に必要な大臣認定を取得した。

この実用化に向けた活動は、突然行われたわけではない。奥村組は一九八〇年代に耐震技術の強化を掲げ、本格的な振動実験が可能となる大型耐震実験棟を筑波研究所に建設した。実験棟には、当時民間では最高性能の三次元振動台を導入し、地震時の建物の挙動や倒壊メカニズムなどの研究を行っていた。当時の状況下では思い切った決断であり、業界内にも驚きの声が上がりが注目されたという。耐



研究管理棟の免震層でコイル状の鋼棒弾塑性ダンパーの働きを解説する奥村組技術研究所建築研究課長・茂木正史さん。研究管理棟の免震構法の開発に携わった一人。

ダンパー」の組み合わせであった。当時、実用化に携わっていた奥村組技術研究所建築研究課長・茂木正史さんが振り返る。「積層ゴムやダンパーは、それまで日本で使われていなかったもので、耐久性や限界性能などを評価することが求められました。それをメーカーからのデータだけでなく、自社の動的・静的加力装置を使って確認しました」。免震構法の効果を評価



全国の灯台レンズを免震化

明治、大正期に建設された灯台は重要な役割を果たすとともに歴史的建造物としての価値が高い。特に、手作りの大型レンズは現在新たにつくることができず、貴重品となっている。地震で損傷しないように、奥村組の免震装置が全国の灯台に採用されている。現在、上図の38灯台に設置済み。上写真の下部がコサイン・レール支承を用いた免震装置。(写真提供：奥村組)



奥村記念館(奈良市春日野町4番地)

観光客がくつろげる憩いのコーナーの他、免震の効果を実感できる地震・免震体験装置や免震ピットを見学できるスペースを設けている。(写真提供：奥村組)

ニッポンの底力

するのも初めてのことであった。「地震応答解析は難しかったが、超高層ビルや原子力発電施設的设计で培われた技術や、コンピュータによる解析技術を駆使して乗り越えることができました」。

その後、奥村組の免震技術は建物だけでなく、コンピュータサーバルームなど重要なフロアの免

震化に対応する免震床や、国宝などの文化財を守る免震展示台など、高い性能が求められる分野にも展開している。これらに用いられている免震装置は「コサイン・レール支承」という奥村組独自の装置であるが、実は、これらには開発当初に発案しながら最初の免震建物への適用を断念した同社オリジ

ナルの「偏心ローラー支承」の技術が生かされている。また、コサイン・レール支承は貴重な灯台レンズを守る免震装置にも用いられている。



技術研究所建築研究課上席研究員構造・基礎担当・上寛樹さん。奥村組の免震技術の特徴は多様な免震メニューをもつこと。「ハイブリッド型免震、フレキシブル免震など高度なシステムを開発してきました」と語る。



大型耐震実験棟のなかで。技術研究所長・栗本雅裕さん(中央)、同企画・管理課上席課員・安井健治さん(左)、建築本部建築営業部営業推進課長・石井勇さん(右)。

実績は、免震装置の経年変化に関するデータ蓄積にも繋がっている。研究管理棟に使用している支承の経年変化は、建物の自由振動実験や別置きと同じ支承を使用した実験によって継続的に確認されている。さらに、同社が設計・施工した全国各地の免震建物に設置している観測装置によって、免震装置の種類や建物による振動特性の違いに関するデータも蓄積されてきた。

技術研究所長・栗本雅裕さんは言う。「免震装置の耐久性に関するデータをこれからも蓄積し続け、随時公開していきます。これは最初に免震構法を実用化した当社の責務と考えています」。

さらに、創業百周年記念事業の一環として創業地である奈良に建設した奥村記念館には免震構法を採用するとともに、館内に同構法の紹介施設を設けた。免震構法のパイオニアとして、技術の研究だけでなく普及拡大にも力を注いでいる。

事業継続性の確保、免震の普及拡大にも尽力

奥村組は、自社の東京本社ビルを免震改修(免震レトロフィットト)するとともに、免震構法を採



研究管理棟

RC造地上4階建て、延べ床面積1,330㎡。1階と基礎の間に免震層を設けており、建物の足元に隙間が見える。震度6弱を観測した東日本大震災時には、加速度(ゆれの激しさや勢い)をほぼ半減する免震効果が確認された。

建物の自由振動実験状況

研究管理棟の側面をジャッキ(200t・2本)で押し、変位(10cm)を開放することで自由振動させる。竣工後20年目の実験で、免震装置は想定内の性能を維持していることを確認した。(写真提供：奥村組)



竣工後25年を経過した積層ゴム支承

天然ゴムの被覆は表面がわずかに劣化するが、内部の積層ゴム支承は守られている。(写真提供：奥村組)



研究管理棟で実証中の高性能ダンパー

建物の揺れに応じて減衰力を切り替える「可変減衰オイルダンパー」で柔軟に地震の揺れを吸収する。免震構法の普及に伴い、多様なニーズに応える新技術の開発も進んでいる。



着想の応用

輸入製品の弱点を克服、技術革新を重ね日本独自の洗浄文化へ

ウォシュレット®—TOTO株式会社

ニッポンの底力

輸入品から国産へ 改良を重ねる

一九八〇年、TOTO株式会社が開発・販売した温水洗浄便座「ウォシュレット®」の登場は、日本のトイレの常識に衝撃を与えた。「おしりだって洗って欲しい」という初期のキャッチコピーも記憶に残るものだ。以来三十年を経て、住宅の七割が温水洗浄便座を設置。店舗やオフィスビル、宿泊施設などを含め、すっかり普及した感がある。

ウォシュレットが誕生するまでの過程には小さなきっかけを逃さず、諦めず、前向きに挑んでいく研究開発精神が宿っている。スタートは一九六三年。ある商社が痔疾に悩む人向けの医療用便座「ウォッシュエアシート」を米国のアメリカン・ビデ社から輸入し、TOTOに販売を委託。同社の仕入れ商品のひとつとなった。貯湯式で固定ノズルからほぼ水平に吐水する洗浄方式だったが、水温が高

過ぎたり低過ぎたりと一定しなかったため、TOTOで部品を交換して販売した。それでも全体に性能がよいとはいえなかった。そこで商社を通してビデ社に改良を要請したが、対応できないとの結果から、一九六七年に商社がライセンスを取得。TOTOが改良して国産化に踏み切った。このとき洗浄・乾燥機能に暖房便座機能を加え、快適性を上げている。

自社開発で顧客に満足

当初、国産ウォッシュエアシートの販売先は病院を中心に少数の一

般消費者を含み、販売数は月四〇台ほど。そこから徐々に伸び、九年後には月五〇〇台になっていた。ここで一つの決断が行われる。一般消費者にさらに売れるかもしれないという感触を得て、一九七八年自社開発を決定し、研究にとりかかったのである。それがウォシュレットの第一号だ。二年後、保温機能をもつ貯湯式のGシリーズ

と、瞬間加熱式で温水が継続する時間はGシリーズに比べ短い、より廉価なSシリーズの二タイプを世に出した。「最初の段階では一タイプだけ出してお客様や商品の様子を見て、次の作戦を立てるのが一般的な考えだと思えます」と井上さん。Sシリーズに搭載したのは社内の別部隊で開発中だったセラミックヒーター使用の熱交

日本人の気質に合わせて 進化を続ける

その後、ウォシュレットは技術革新を重ね、日本人が求める清潔さ、快適さを向上させる機能を



排泄設備からインテリアデザインの要素へ

タンクレスで洗練されたデザインの「ネオレスト」ハイブリッドシリーズ。トイレを生活空間として捉え、手洗器やペーパーホルダー、化粧鏡など一式をコーディネートした空間プランも提案されている。



TOTO株式会社 ウォシュレット生産本部ウォシュレット開発第二部長・井上修治さん。一九八四年入社。「常識をひっくりかえす発想とそれを達成する技術はどこかにあるものです」。それを探し出し、発想を達成できるかどうかは、開発への思いの強さで決まると言っ

ウォシュレット 誕生までの過程

ウォッシュエアシート(輸入品)を 改良・販売開始



医療用につくられた温水洗浄便座。温水洗浄・乾燥機能を持つ。水温が一定せず火傷の危険があったため部品を交換して販売した。

1969年11月

ウォッシュエアシートを 国産化し販売開始



輸入商社がライセンスを取得。TOTOで改良を施し、温水洗浄・乾燥に暖房便座機能を追加。暖房便座は'66年に開発されていた。

1980年6月

ウォシュレットを 開発・販売開始



保温機能を備えた貯湯タンク(袖部)にIC制御による熱交換器を内蔵、水温を安定させた。洗浄・乾燥・暖房便座を確立。



瞬間加熱式「Sシリーズ」
洗浄・暖房便座に機能を絞った普及シリーズ。社内で別に開発中だったセラミックヒーターによる熱交換器を応用。

姫路市・明珍本舗の工房

明珍火箸の製作は、鉄を1500度に熱し、鎚で打って鍛える。そのため、夏場は室温が50度を超える。明珍宗理さん(左)、弟の巧さん、三男の敬三さん(右)の3人が仕事に励む。



伝統の応用

甲冑師の技術が現代に響かせる日本の音色

明珍火箸・火箸風鈴——明珍本舗



明珍火箸の音色を活かした火箸風鈴

第二次大戦後、火箸の需要が激減したため、明珍宗理さんは新たな活路を模索し、1965年、火箸風鈴を開発した。美しい音色が多くの人々の心を引きつけている。

ニッポンの底力

火箸から風鈴へ 伝統の技を活かす

一度耳にしただけで心を奪われてしまう。明珍火箸が触れ合うと、繊細で澄んだ音色と余韻が響きわたり、まるで胸震わせる音楽のようだ。製作者は明珍宗理さん。家は江戸時代の終わりまで代々甲冑師を営んでいた。平安時代、鎧の見事な出来により、近衛天皇から「明珍」姓を下賜されたという一族の末裔で、宗理さんは五十二代目にあたる。四十八代目が江戸時代最後の姫路藩主・酒井家に仕えていたが、明治維新で甲冑が不要になると、需要の多かった火箸づくり専業に転じた。甲冑は鉄を鍛える鍛冶の技術でつくられる。優れた技術でつくられた明珍火箸は実用品であるものの、美しい音色を響かせることから愛好者が増え、姫路の名産品となった。

ところが、五十一代目で宗理さんの父・宗之さんが当主であった第二次世界大戦中に、金属回収令で材料の鉄や道具類の一切を供出させられ、火箸づくりを中断せざるを得なかった。



セル生産ライン方式による製造工程。開発当初、水に触れる箇所でも使用可能な樹脂コーティングによるハイブリッド型ICを採用。

次々に加え、進化をとげていった。湯量のアップ、洗浄用途に合わせて伸縮し、汚れをセルフクリーニングする洗浄ノズル、消臭機能、便蓋のソフト開閉、リモコン操作など、八〇年代から九〇年代にかけて多機能化が進む。一九九二年には新たにオゾン脱臭装置を開発して搭載。トイレは悪臭を放つものだという常識を覆した。

また、九〇年代から二〇〇〇年頃ともなると、生活空間のデザイン性を求めるムードが一般に広がっていく。欧米のようにトイレも生活空間の一部として捉え、ウォシュレットはコンパクトで洗練されたデザインに生まれ変わっていった。一九九九年、それまでも

っともコンパクトなアプリコットシリーズを発売。しかし、そこではコンパクト化しつつも機能を維持し、さらに向上させる技術開発を果たさなければならなかった。最大の問題は洗浄水が不足することだった。シンプルでデザインとすることのために貯湯タンクをなくし、瞬間加熱式を採用しても水量が不足する。そこで開発されたのがワルナーダウエーブ洗浄だ。吐水のあり方に着目し、少ない水で水玉をつくって的確に当てることで快適な洗浄感と優れた汚れ落ち効果を実現。意外にも給湯器の燃料を供給するために開発した電磁波ポンプがもたれていたという。井上さんは言う。「目的を達成するために、まず、どこに目をつけるかが大切です。アイデアを膨らませるには潰しを繰り返し、次に使える技術を探し出して製品に適合させていく。ウォシュレットの歴史はその技術革新の積み重ねです」。

最近のキーワードはクリーンとエコロジー。今年さらには洗浄ノズルに着目し、汚れを寄せ付けない新機能が加わった。

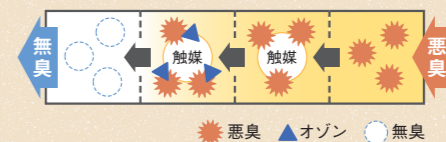
1992年

「脱臭機能」

従来品では芳香剤を使った消臭機能を持たせていたが、オゾンによる酸化分解で無臭化を図った。オゾン脱臭は一般的に医療機器に使用されていた技術。その後、触媒のみによる脱臭に移行。2000年には使用後、自動的に脱臭を開始するオートパワー脱臭機能も搭載された。



オートパワー脱臭機能



オゾン脱臭のメカニズム

ファンで吸引された「におい」とオゾナイザで発生したオゾンがかく拌され触媒に吸着。「におい」の元となる悪臭成分とオゾンが化学反応を起こし、「におい」をなくす。

1999年

「ワンダーウェーブ洗浄」



「もっと小型化してほしい」という声から生まれたコンパクトなアプリコットシリーズのために開発。1秒間に70回、吐水の強弱を繰り返し、水玉状の吐水で洗浄。少ない水量で洗浄感を保ち、汚れ落ちを向上。約3分の1の節水となった。図は最新機種。

2011年

「電解除菌水ノズル洗浄」



セルフクリーニング機能をさらにステップアップ。水道水から電解除菌水をつくり、ノズルを自動洗浄する。汚れを繁殖させやすいバイオフィルムの生成を抑え、清潔さをキープ。電解除菌水は使用後に水に戻るため環境負荷もない。



ニッポンの底力

れている。また、ソニーが業務用マイクの開発でサウンドチェックの音源として採用。音色の安定性、音域の広さなどがマイクの性能検査に最適だという。

こうした優れた音色が出るのはなぜか、明珍火箸を分析した研究者もいるが結論は出なかった。鉄を焼いては打って鍛え上げる宗理さんの伝統の技ならではの細かい音が打つほど鉄が締まってよい音色が出るという。

一方、技法の追求とともに宗理さんには長年の夢があった。「刀でも割れず、鉄砲の弾も通さずの強固な甲冑に先祖が使いよった玉鋼で、明珍火箸をつくってみたいという想いがずっとあったんです」と宗理さん。玉鋼は砂鉄を原料として、日本古来の精錬法でつくられ、現代にあつては刀剣の製作のみに供給される希少な材料である。ようやく願いが叶ったのは一九九五年。例外的に玉鋼の供給を受け、

新たな展開、素材への挑戦を続ける

「自分の仕事に打ち込んでいるのが一番楽しい。職人でよかったと思えるんです」と宗理さん。火箸風鈴の開発、玉鋼やチタンといった素材で仕事の幅を広げ続けている。



**先端素材
チタンへの挑戦**
仏具のお鈴やぐい飲みなどを製作。チタンは極めて硬く、熱の伝導も遅いため鍛造が困難な素材。厚さ5mmもの板材(左)を熱しながら打つ工程を何度も繰り返し、お椀状に打ち出している。

燭台にもなる 美しい花器

火箸づくりの一方で、優美な花器も製作してきた。花入れの部分をマグネット付きの口ウソク立てに替えることができ、燭台にもなる。本体の打ち出しや、板のはぎ合わせなどに甲冑づくりの技術が使われている。



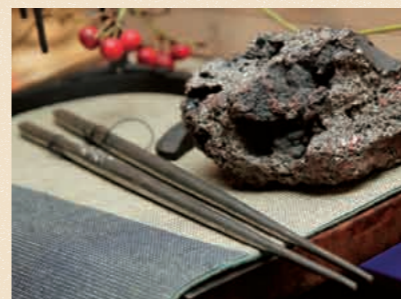
明珍火箸

明治維新を境に甲冑から火箸づくりへと転じた。焼き加減、打ち加減によって美しい音色が生まれ、姫路の名産品に。志賀直哉の小説『暗夜行路』にも明珍火箸を土産として、買い求めるシーンが登場する。



火箸風鈴

1965年に宗理さんが開発、好評を得る。4本の明珍火箸が澄んだ音色、深い余韻を奏でる。2倍の手間を掛けた2度打ちの火箸風鈴はさらにより音色。



玉鋼火箸

1995年、刀剣の材料として希少な玉鋼で製作。刀工となった次男の宗裕さんが玉鋼を鍛え、宗理さんが火箸を打つ。豊かな音色は2002年日韓共同開催のサッカーワールドカップの決勝前夜祭などに採用されている。



明珍家・鍛冶技術の変遷



最高峰の甲冑

明珍家一族は平安時代から700年以上甲冑師として活躍。強固な甲冑づくりで全国に名を馳せた。(写真：森川 昇 協力：SYU.HA.RI)

るをえなくなる。それまで栄えていた家業は衰退。財産を処分しながら生活する苦しい時代が戦後まで続いた。そのなかで宗理さんは一九四二年に生まれ、一九六〇年十八歳で宗之さんに師事し、五年ほどで技術を習得する。しかし、今度は火箸づくりだけでは生活が立ち行かない現実が待っていた。暖房などの熱源は炭を使う火鉢からストーブへと替り、火箸の需要は減るばかり。そこで、宗理さんは考え抜いた末に、明珍火箸の音色を活用することを思い立ち、一九六五年、四本の火箸を組み合わせて「火箸風鈴」を開発。販売を始める。とたちまち注文が殺到し、弟の巧さんと風鈴づくりで明け暮れることになった。以来、明珍火箸と火箸風鈴は伝統工芸品として高い評価を受け、人気は海外まで及んでいる。

新たな材料に挑み、 伝統工芸を進化させる

明珍火箸の音色には一般人のみならず、多くの音楽家が魅了されている。世界的に活躍するシンセ

「玉鋼火箸」ができあがった。さらに二〇〇四年、チタンに注目。軽く、錆びにくく、熱を伝えにくい。極めて硬いため、もっぱら機械加工される素材だ。手間を掛け、手打ちで料理箸や仏具のお鈴などを製作し、誰も聴いたことのないチタンの音色も生まれた。

宗理さんが次々と挑む力はどこから来るかを問うと、「若い頃、苦しい思いをしたときのハングリーさから生まれますんや」。時代を超えて伝統を守り、受け継ぐ難しさを語りながら、鍛冶の仕事なら誰にも負けないと宗理さんは笑った。

※

免震構法の実用化、トイレの革新、また伝統を現代に受け継ぐ工芸。分野は異なっても、優れた技術と応用力を発揮して新しいものを生み出し、次なる展開を目指す人たちの姿があった。



明珍宗理さん。昭和17年姫路生まれ、69歳。50年にわたり鎚を握ってきた右手には大きく硬い瘤ができています。「音の匠」、「日本文化デザイン賞大賞」など受賞多数。今年、「現代の名工」を受章。