



東京大学 精密工学専攻が導入 精度保証されたX線CTが 精緻なモデリングを支える

高精度のモデリング手法を研究する東京大学 精密工学専攻 教授の鈴木宏正氏は、
モデリングにCarl ZeissのDimensional X線CT「ZEISS METROTOM 1500」を活用している。
測定精度の保証により、「シミュレーションを前提にしたモデリングが可能になった」という。
鈴木氏の研究内容や「ZEISS METROTOM 1500」の活用について詳しくお聞きした。

ものづくりにデジタルを活用するメリットの1つは、仮想空間でシミュレーションを繰り返せることにある。現物を作る前に仮想の環境で十分な検証をすすめることができれば、検証を繰り返すために現物を何度も作るような無駄が省けるのだ。

しかし、仮想空間に再現したモノの精度が低いようでは、シミュレーションの信頼度が薄れてしまう。CADの活用などで設計のデジタル化が進んでも、それを実際のモノにする製造過程では偏差が生まれ、微調整が必要になることが多い。その誤差がデジタルの設計情報に反映されず、その後のものづくりに活かすことができない。あるいは、サプライヤーから調達した部品のため、そもそもデジタル情報が自社になく再現できない場合もある。そうした課題を解決するために取り組んでいるのが鈴木氏の研究だ。

「リアルなモノを高精度で測定してデジタルでモデリングし、シミュレーションに活用できるデータ作りの手法を研究

しています。製品の測定により実物に忠実な設計情報を作ることができ、逆に、それによって設計情報に忠実な実物を作る、最適なパラメータの発見が可能になります。それだけでなく、試作や生産準備の際に行った補正をマスタのCADデータにフィードバックし、金型を作り直すときなどに生かすことができます。また、CADで図面を起こす前にクレイモデルを作るような製品でも、作ったモデルをデジタル化し、それを起点にCADで設計作業を始めることもできるのです」（鈴木氏）

鈴木氏はそのデジタル化の手法として、レーザースキャナや接触式のスキャナなどを活用してきたが、大きな限界があった。測定対象物の「内部」を測ることができない点だ。

外部の形状だけでは不十分

レーザースキャナは複雑な形状が効率



東京大学
精密工学専攻
教授
鈴木宏正氏

的に計測できる一方で、基本的に光が当たるところしか測れず、対象物の位置を変えて何度もスキャンし直す必要がある。接触式でのスキャンも同様に、外部に露出した部分しか測ることができないため、内部に複雑な形状や空洞があるような製品には不向きだ。また、点で測るため精度が高い一方で、測定には時間がかかる。

「例えば、対象物の素材内部に閉じ込められた空洞（す）になると、いずれの方法



でもまったく測ることができませんでした。こうした空洞は鋳造や射出成形の際に発生することがあり、製品の強度に影響します。そのためにも内部の空洞の存在を、その場所や大きさともに見つけることは重要ですが、対象物を輪切りにしても、見つかるのはその一部でしかないうえに、輪切りにしてしまえば当然ながら製品として使い物にならなくなります」(鈴木氏)

対象物の内部を映し出す方法としては、医療の現場で使われるX線CT装置もある。人間の体の中をレントゲン撮影するのと同じ方法で、機械や部品を透視することは可能だが、医療用の装置では、画像から正しい寸法を得ることは難しい。内部に空洞があっても場所や大きさを正確に知ることはできず、製品の強度への影響を分析しようとしても、そもそも画像の精度の保証がないために分析の信頼性が不十分になるからだ。

しかし対象物を切断したり分解したりしなくても、内部を見ることができるX線CTは、確かに有効な方法であることは間違いない。X線CTでシミュレーションに使えるようなモデルを再現することはできないか。その手法を探していた鈴

ZEISS METROTOM



木氏が着目したのが、カールツァイスのDimensional X線CT「ZEISS METROTOM」だ。

測定の幅が広がる

鈴木氏がZEISS METROTOMに着目したのは、ZEISS METROTOMが寸法の精度保証を行っている点にある。X線CTで撮影した画像の中の寸法を正確に得られることで、正確にモデルを再現することが可能になるからだ。カール

ツァイスはX線CTの寸法保証の規格が制定された2007年に、いち早くその規格を満たしたX線CT装置としてZEISS METROTOMを市場投入した。

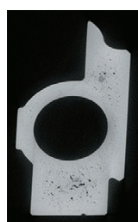
鈴木氏はテストとしてZEISS METROTOM 800を実際に様々な機械部品などの測定に活用。その結果、モデリングに必要な精度の高い情報を得られただけでなく、「従来の方法では測れない大きなモノや、アルミ素材のモノも測ることができるようになりました」(鈴木氏)。

効果を確認した鈴木氏は2015年、さらに大型のモノの測定が可能なる「ZEISS METROTOM 1500」を導入。機械の部品単体だけでなく製品として組み上がった状態の機器を測ることができるようになり、さらに活用の幅が広がったという。精度保証というZEISS METROTOMの特徴を生かし、「CAD図面と成型品の微妙な差異も、正確に知ることが可能になりました」と鈴木氏はその効果を語る。

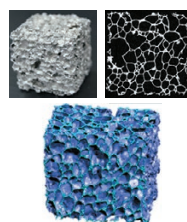
ZEISS METROTOM 1500の効果

X線CTの産業応用先

- 非破壊検査 [主に観察目的]
 - ▶ 鋳造巣や亀裂の有無の確認、内部構造の解析
- デジタルエンジニアリング応用 [形状精度が重要]
 - ▶ CAD面の再生成、現物ベースシミュレーション、寸法検査



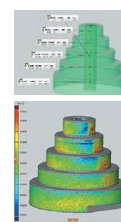
鋳造巣の分布確認



発泡金属の内部構造解析



現物ベース構造シミュレーション



寸法検査



は鈴木氏の研究室だけでなく、大学の他の学科にも知れ渡るようになった。現在は学内の他の教員や研究者も活用しているという。また、産学連携の共同研究でも活用している。

エンジニアリングの仕方が変わる

鈴木氏の研究は、ZEISS METROTOM 1500でモデリングの新たな手法を手に入れたことでさらに加速した。具体的な研究の1つが、アセンブリ状態のものを分解することなくまるごと測定し、画像の中で部品ごとに分割するセグメンテーション手法の確立だ。

通常、複数の部品で組み立てられた製品をX線CTで透視しても、部品はすべて1つの塊になって表示されてしまう。鈴木氏の研究では、X線の透過レベルで素材の密度の違いを認識し、部品と部品

の境界線を検出する。それにより、一体で撮影した画像から部品ごとに自動的に分割して可視化することを目指した。撮影対象の機械などを分解することなく内部の一つひとつの部品をモデリングすることで部品ごとの接触状態を明らかにしたり、モデリングした部品を仮想環境で動かして干渉チェックを行ったりすることが可能になる。この開発に対して、2017年度精密工学会技術賞を受賞している。

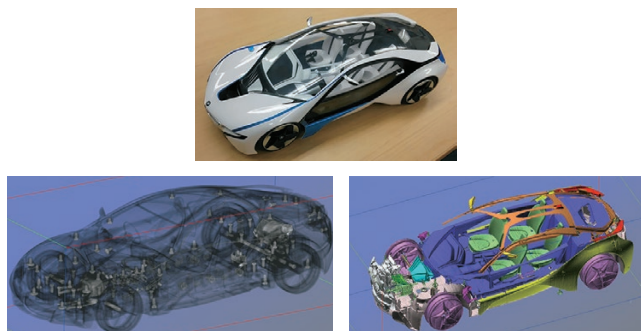
またX線の性質上、撮影した画像の上にムラが出る線質硬化現象を補正する技術の開発や、画像のデータ量を抑えるための手法の確立にも取り組んでいる。データ量を抑えるには情報を部分的に間引く必要があるが、測定時に精度が保証されているため、影響が出ないような間引き方が可能と考えられているのである。

「X線CTはアイデア次第で新たな活用

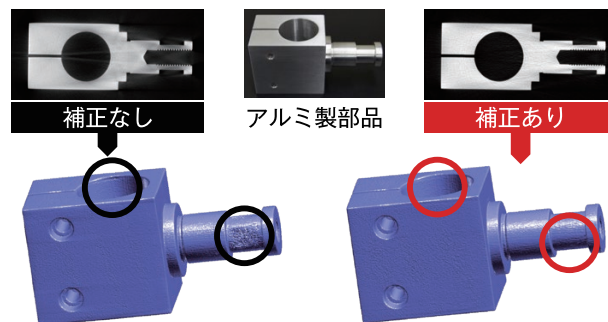


方法が広がります」と鈴木氏は語る。その新たな活用方法の1つが、鈴木氏が取り組んでいるシミュレーション可能なモデリングというわけだ。鈴木氏は「エンジニアリングの仕方を根本的に変えるポテンシャルがあると考えています」と、ものづくりの課題解決を進めるソリューションとして、ZEISS METROTOMの可能性を高く評価する。研究室では大竹豊准教授と共に、様々な研究が進められている。

アセンブリ品のスキャン



画質向上のための線質硬化補正技術



X線撮像：Carl Zeiss METROTOM 800
再構成と境界抽出：自作ソフト

製品のご購入をご検討の方、製品について詳しくお知りになりたい方は下記までご連絡ください。

カールツァイス株式会社

〒564-0062 大阪府吹田市垂水町 3-35-22

MAIL: info.metrology.jp@zeiss.com

TEL: 06-6337-8031

掲載許可なく転載することを禁じます。
文中の登録商標または商標は各社に属します。