

FARO®

アレシボ天文台の崩壊は「最後の事故」となり得るのか？

デジタルツイン技術は故障診断、予知保全、製品開発をどのように変えるか

寄稿者：FARO® Technologies, Incソリューションマーケティング担当副社長 Patrick Bohle

www.faro.com

昨年は、世界の科学界に深刻な打撃を与えたという不幸なニュースがありました。昨年終わりに、プエルトリコの有名なアレシボ天文台 ([radio astronomy](#)) が崩壊したことで、世界の科学界に深刻な打撃を与えました。

天文台は、夏と秋に2本のケーブルが故障した後、急いで解体が進められていました。このケーブルの故障により、天文台の直径1,000フィートの反射板に100フィートの裂け目ができ、修理のために一時的に閉鎖されました。11月には2度目のケーブル故障が発生し、エンジニアは施設を保存できないと結論づけ、アレシボ天文台の命運は尽きました。完全な撤退命令が出されました。

少なくとも[1人の科学者が](#)、今回の解体を「科学的に致命傷であり、1つの時代の終わりだ」と述べています。

アレシボ天文台の崩壊は、科学界にとって悲劇的な損失であると同時に、一般の人々にとっても悲劇的な損失でした。アレシボ天文台ほど有名な電波望遠鏡は他になく、ジェームズ・ボンドの超大作GoldenEyeや1997年のContactなどの映画にも登場しました。アレシボ天文台は、その象徴的な構造を知っている人にとっては、巨大なアンテナが天空を走査し、他の世界からの電波信号や、宇宙のバックグラウンドノイズに耳を傾けて、その起源を探る手がかりを探しているような、象徴的な存在でした。

1960年代初頭に建設された57年前の驚異的な技術は、FAST (Five-hundred-meter Aperture Spherical radio Telescope) が2016年に中国で運用を開始するまで、[ひとつのユニットで世界最大の電波望遠鏡](#)であり続けました。

2016年に敗北。2020年に故障。名機と呼ばれた望遠鏡の不名誉な最期と言えるかもしれません。

「歴史は繰り返す」

しかし、このような悲劇が二度と起こらなかつたらどうでしょう？もし、構造物や建築物、あるいは組み立てられた部品の将来の故障を、数週間や数か月前ではなく、数年前、さらにはそのコンポーネントパーツの大量生産の前に予測できるとしたらどうでしょうか。デジタルツイン技術とは、物理的な対象物を3Dレーザースキャニングによってデジタル化し、クラウド上でリアルタイムにデータ分析を行って監視し、モデル化する処理のことで、こうしたリアリティが実現しつつあります。

今後数年間で、世界のデジタルツイン市場は、年平均成長率 (CAGR) 約[38%](#)で成長し、2024年には164億ドルに達すると予想されています。また、この成長の約半分にあたる41%が、自動車および航空宇宙業界を中心とした北米地域で発生すると予測されています。

広く言えば、デジタルツインによる構造物のヘルスマニタリングと予知保全は、この技術が世界にもたらす可能性の閾値を示しています。例えば、[最近英国で行われた研究](#)では、スタッフオードシャー (ウェストミッドランズ) にある2つの鉄道橋に、建設中に光ファイバセンサーを取り付け、「ひずみ/応力の変化」と「ひずみ/応力の分布」をリアルタイムに測定し、実証実験を行いました。この情報は、構造上のセンサーデータによって達成された「有限要素」予測モデリングと組み合わせることで、「性能のベースラインを確立するのに役立ち、それによって長期的な状態監視を実現し、橋の運用期間中に後続のセンサーデータが収集されることで、データに基づいた資産管理を実現することができます」と、レポートには記載されています。

言い換えれば、アレシボ天文台に代表されるようなエンジニアリングの失敗が、近い将来、過去のものになるかもしれないということです。

例えば、アレシボ天文台を3Dレーザーでスキャンし、モニタリングセンサーを取り付けて、主ケーブルと補助ケーブルの引張強度を検出していけば、構造物の健全性を長期的に追跡していくことができたでしょう。同様に、モデルシミュレーションでは、この地域で頻発するハリケーン、周期的な地震、ほぼ一定の湿度による物理的ストレスを考慮し、これらのストレスが数十年単位の構造性能にどのように影響するかを解析することが可能です。気象データや地震データは、過去のものと同リアルタイムのもの両方があり、デジタルシミュレーションの精度を高めることができます。エンジニアはすでに、自分たちが作った構造物の定期的な検査を行っていますが、デジタルツイン技術を利用することで、他に類を見ないほど瞬時に洞察を取得し、反応時間を大幅に短縮することができます。

これは、アレシボ天文台のように完成してから時間が経過した構造物の故障予測や構造健全性モニタリングに限らず、工場などの構造物や飛行機のタービンなどの部品で、建設中や新しい用途への改修中にモニタリングやモデリングが必要な場合にも当てはまります。アレシボ天文台の補助ケーブルは、1990年代に追加されたもので、予知保全の効果はありませんでした。しかし、20年後に、中国のFASTを凌ぐ次世代の地上望遠鏡が、デジタルツイン技術を使って一から作られたとしたらどうなるでしょうか？

デジタルツイン技術による共益関係

簡単に言うと、より良く、より頑丈で、より安全な製品を、記録的な速さで市場に送り出すことができるということです。また、データを遠隔地で迅速に共有する柔軟性も高まり、メーカーは世界のどこにいても設計図にアクセスできますが、物理的資産とデジタル資産の間に完全な同期性があるという利点もあります。

何よりも、ほとんどの産業において利点があり、消費者も恩恵を受けることができます。自動車業界では、リアルタイムに走行中の車両からデジタルツインデータを収集することで、いつの日か貴重な性能評価指標が得られる可能性があります。この評価指標は、車両設計の進歩、安全性や燃費基準の向上に役立つだけでなく、バッテリー性能の向上とブレーキの回生技術の改善により、電気自動車の導入を加速させる触媒としての役割も果たすでしょう。また、メーカーにとっては、3Dモデルで実際の性能をシミュレートすることで、製品のライフサイクルを完全にデジタル領域で始めることができます。



自動車工場自体もデジタルツイン化され、建築の持続可能性や性能、オペレーションやメンテナンス、さらには居住者/従業員の健康状態まで、あらゆるものをモニタリングすることができます。近い将来、あらゆるタイプの工場が、計画/建設のライフサイクルの短縮、自動車/モデルの納期の短縮、信頼性と効率の向上、自動化の強化が可能になります。そしておそらく最もエキサイティングなのは、物理的なプラントの設計仕様をコピーして、世界のどこか、需要市場に近いところに建設する「Build Where You Are」というアプローチを採用できるようになることです。このような決定は、規模の経済に大きな影響を与えます。

予知保全や工場建設における可能性は、飛行機にも当てはまります。遠隔地にセンサーを設置し、クラウドで共有することで、タービンの性能や油圧制御、(COVID後の時代に特に重要となる)航空機の環境制御システムなどの指標を瞬時に監視し、問題が発生する前に改善することができます。ここでも、デジタルツインは、最初の物理的な航空機パーツが組み立てられる前に、性能を最大限に発揮してバーチャルにスタートすることができます。

デジタルツインとは何か、何と違うのか、何ができるのかを解説します

しかし、デジタルツイン技術を採用する上で重要なのは、デジタルツインはデジタルモデルとは違うということを理解することです。

デジタルモデルは、物理的な資産の静的な表現です。これは、1980年代から普及が進んでいる技術です。デジタルツインとは、物理的な資産と同期された3Dモデルのことで、「生きたドキュメント」です。その資産に何か変更があれば、デジタルモデルもそれに合わせて更新されます。これは、クラウドベースのソフトウェアや、物理的な資産を補強するさまざまなIoT (Internet of Things) 技術によって実現



されています。このような技術の導入を急いでいる場合は、この違いを見逃さないことが重要です。

世界の建築、建設、エンジニアリングのプロジェクトに適用することで、デジタルツイン技術では以下のことが期待できます。

- 製品や資産のライフサイクル全体での効率性の向上
- お客様の使用パターンに関するリアルタイムの洞察を得て、3Dデジタルシミュレーションにフィードバックすることによるさらなる改善
- モデルに入力された実世界のデータに基づいた故障やメンテナンスの予測
- 異種のシステムやプロセスをリモートで接続できる「デジタルスレッド」の構築
- 物理的な資産への移動を必要としない問題のトラブルシューティング
- 最終製品を完成させるシステムの中のシステムの相互関係をよりよく理解（建物、飛行機、自動車などを考えてみてください）
- 歴史的建造物やランドマークを監視および評価することによる、継続的なメンテナンスや正確な修理

IoT技術が普及し、2026年には世界の市場シェアが**13億ドル**になると推定され、インターネットに接続されているデバイスの数は約750億台に達するため、デジタルツインの適用範囲は拡大する一方です。スタートアップ費用やデータ移行は切り替えに必要な要素ですが、デジタルツインの投資収益率は高いため、その導入を正当化することができます。

具体化される「ミラーワールド」

アレスボ天文台が稼働した1963年当時は世界が変わりつつありました。最初のスーパーコンピュータの1つであるAtlasは、英国にて48,000ワード（約96キロバイト）のメモリ容量で運用を開始しました。最初の科学論文はおろか、デジタル時代の基盤となるネットワークコンピューティングのための実際のハードウェアが登場するのは、まだ4年という時間的距離がありました。今日のデジタルツイン技術は、こうした先駆的な取り組みから生まれたものです。

企業やメーカーが世界的なパンデミックから抜け出すためには、競合他社を出し抜き、優位に立つことが必要です。そのためには、意思決定までの時間を短縮し、より良いデータを迅速に配信し、その情報を世界中のあらゆる場所にいるすべてのプロジェクト関係者と、完全にリモートで共有することを目的とした革新的なソリューションを採用する必要があります。

デジタルツイン技術は、まさにそれを実現するためのダイナミックなリアルタイムモデリングアプローチです。

デジタルツイン戦略を策定するための6つのポイント

1

資産評価 - 現在の設備や在庫を確認します。現在のメンテナンス/モニタリングにかかる費用はどのくらいですか？ ダウンタイムの頻度は？ ダウンタイムはどのくらい続きますか？ 緊急事態に対応するための人件費や残業代はどのくらいですか？ 現在の決定までの時間はどのくらいですか？

2

アウトソーシングかインハウスか - デジタルツイン戦略の採用は、すべてをサードパーティに委託することも、社内でアップグレードすることも可能です。どちらの方法が自社のニーズに合っているか、また、社内のチームを柔軟に対応させることができるかどうかを判断してください。

3

利害関係者の意見を聞く - 資産の監視に関わるすべての関係者の中で、どこで/どのように調整すれば最大限の効果が得られるかを特定します。デジタル・ツイン・モデリングは、既存のワークフローとどのように統合されるのでしょうか？ このような取り組みで期待されるROIはどのくらいですか？

4

競合他社を知る - 運営管理者が、類似/関連現場のどこで/何をしているかを調査します。あなたが活動している業界では、誰もがデジタルツイン戦略を採用していますか？ 業界誌に目を通し、このテーマに関連するゲストの見出しや記事中の引用を確認します。ソーシャルメディアを監視します。

5

ベンダーのWebサイトを見る - ベンダーのWebサイトをじっくり見て、その製品ポートフォリオを理解し、どの製品が自分のニーズに最も合っているかを判断します。候補を2~3社に絞り、ベンダーに連絡を取り、デモを依頼します。デモには、最初から最後までワークフローを示す、施設の例が含まれていることを確認してください。最後に、ベンダーによる施設/物理的資産の現場スキャンを依頼します。

6

チームの賛同を得る - ITマネージャー、オペレーションマネージャー、シニアリーダーシップチームのメンバーを含めます。予算が承認された後は、CFOや購買力のあるスタッフと最終的な決定を行います。