

衛星3次元地図 AW3D と インフラマネジメントへの適用

筒井 健¹

¹株式会社 NTT データ 社会基盤ソリューション事業本部 ソーシャルイノベーション事業部

AW3D は、地球上の全ての陸地を3次元でデジタル化した衛星3次元地図である。航空写真と遜色のない精度に近づいている。精度が上がった理由は、衛星の機数や解像度が上がったことと、画期的な処理ができるようになったことである。従来は一つの衛星が撮った画像を解析していたが、現在は複数の衛星が撮った膨大な画像を処理している。それにより、誤差を大きく低減することに成功し、様々な分野で実用化できるようになった。また、AW3D は AI と適合性が良いため、目的に応じて高精度地図用の画像をデジタル化することが可能だ。更に、衛星データと地上のセンサを組み合わせる取り組みも進めている。すでに、日本であれば1/2,500縮尺相当の50cm解像度でデータを整備し、全世界では2.5mで整備している。2022年からは日本全国の3次元衛星地図の更新も開始している。

Key Words: three dimensional map, infrastructure management, satellite image

1. はじめに

筆者はもともと、衛星から3次元地図を作成する研究をしていた。その後、宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、リモート・センシング技術センター (RESTEC)、NTT データが連携して3次元地図を事業化して全世界を対象に様々な分野に役立てていくとするサービス (AW3D) を立ち上げる機会を得た^{1), 2), 3)}。その事業を展開しながら、都市や社会へ3次元地図を適用していく取り組みを日々行っている。

本稿では、衛星からの3次元地図の作り方や、それがどういう分野に適用できるか、インフラ分野にどのように適用されているか、どういう利点があるかなどについて紹介する。

2. AW3D とは

まず、AW3D について、どういう技術か、どういうサービスかを説明する。

AW3D とは、日本を含めて地球上のすべての地図情報を3次元でデジタル化していくというコンセプトでサービスを進めているものである。詳しくは後述するが、複

数の人工衛星を使って様々な角度で撮られた衛星画像から、都市のモデルや地形、森林環境などを3次元モデル化して、様々な分野の地理空間情報に適用していくというサービスである。

具体的には、例えば図-1 である。これは東京の AW3D の鳥観図で、少し斜め横からの視点で3次元地図を映したものである。50cm の物体まで表現している。

衛星は高度約 500km を飛んでいる。直線距離約 400km の東京から大阪までくらいの距離感である。その距離から 50cm の物体を捉えており、最近では更に解像度が高くなり、30cm 程度の解像度までになっている。



図-1 3次元地図の例 (東京の鳥観図)



図-2 3次元地図の例 (東京駅および丸の内)



図-3 3次元地図の例 (東京オリンピック選手村)

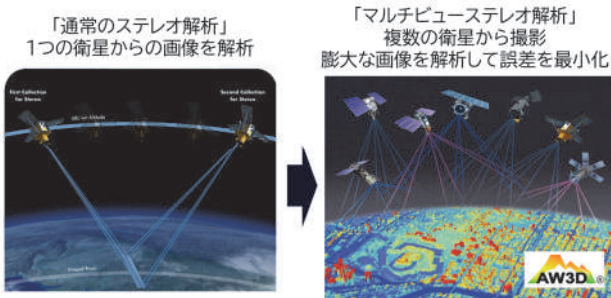


図-4 マルチビューステレオ解析

図-2は、図-1から更に地上に寄ったものである。画像は東京駅の丸の内側であるが、木の1本1本や建物の外壁まで見える。いわゆる航空写真、空中写真とほぼ遜色ないものになっている。

衛星の利点の一つとして、周期性が挙げられる。繰り返し飛んでいるため、例えば東京オリンピックの選手村、現在はマンションとして使われている建物も、再現されている(図-3)。そういったデータ更新の利点があるサービスとなっている。

3次元地図の作り方の原理は、宇宙からの三角測量である。

それがなぜこれほど精度が上がってきたかという点、一つには、衛星の機数や解像度が上がってきたこと。もう一つは、画期的なデータ処理が可能になったことが挙

表-1 高解像度衛星画像の性能 (Maxar Technologies 社)

	第一世代	第二世代	第三世代	第四世代
	2000年～	2008年	2014年	2022年
衛星名	IKONOS QuickBird	GeoEye-1 WorldView-1/2	WorldView-3/4	WorldView Legion
機数	2機	3機	2機	6機
解像度	1m/80cm	50cm	30cm	30cm級
特徴	準回帰軌道 4バンド	準回帰軌道 8バンド	準回帰軌道 8バンド	準回帰軌道 傾斜軌道 8バンド

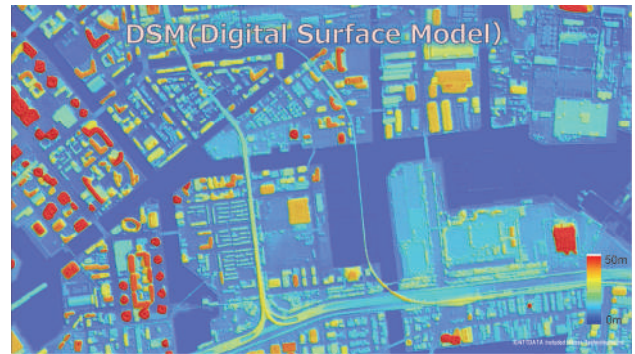


図-5 DSM (Digital Surface Model)



図-6 DSM (Digital Terrain Model)

げられる。それが、私たちが開発している「マルチビューステレオ」という技術(図-4)である。

従来の手法は、一つの衛星から角度を変えて撮った画像を解析していた。しかし現在は、複数の衛星から撮った、仕様や解像度などが異なった膨大な画像データを処理することにより、精度の高い3次元モデルをつくれるようになった。複数の視点から見ることによって、死角を削減して、誤差を低減していく方法で、この手法の実現により土木や建設、その他の分野で実用化できるようになってきている。

衛星の一つの例として、私たちが事業提携している米国のMaxar Technologies社の高解像度衛星画像の性能を見てみたい(表-1)。

今から商用で打ち上げられる衛星は、第四世代と言わ

れている。第四世代の前には第一世代、第二世代、第三世代があるが、簡単に言えば、解像度が 1m が第一世代、50cm が第二世代、30cm が第三世代である。第四世代は解像度 30cm 級であるが、小型化され機数が増えようとしているものである。

いくつかの例で衛星画像から生成された高さデータを見てみる。図-5は、DSM (Digital Surface Model) という地表の高さを表したものである。このモデルでは、地形に加えて、樹木、建物、橋梁、その他の都市構造物や自然環境物が再現されている。

DSM から地形上の物体をフィルタリングすると、DTM (Digital Terrain Model) という、地形図や都市計画などの基盤に使われる地形データになっていく (図-6)。

また、災害時などの悪天候下において、光学衛星で地表の状況が見えないときには、レーダの画像を使って 3次元モデルをつくることも行っている。光学衛星よりも精度が落ちてしまうが、緊急時に 3次元モデル化することができる。

3. AW3D の AI 活用例

3次元モデル自体は、現実の社会をデジタルでモデル化したものであるが、それをどのように活用するかが重要である。その活用例を紹介する。

図-7は、トヨタ・リサーチ・インスティテュート・アドバンスト・デベロップメント社と共同で取り組んだ自動運転用の高精度地図の実証例である。普通の衛星画像に見えるかと思われるが、実は完全に真上からの視点の写真に加工されている。衛星画像は、ほとんどの場合で、少し斜めの視点から撮影された画像であるが、3次元モデル化すれば、真上から見た画像を生成することが可能になる。また、交差点の車なども除去できるため、道路地図につくることが可能である。

この数年間に人工知能 (AI : Artificial Intelligence) が進化したが、AW3D は AI と大変適合性が良く、目的に応じて高精度地図用の画像や地図を生成する仕組みを作っている。図-8では、建物のゆがみ、道路の車を正確に除去した画像を基に、AI で地物の見え方を学習させて、地図を生成している。

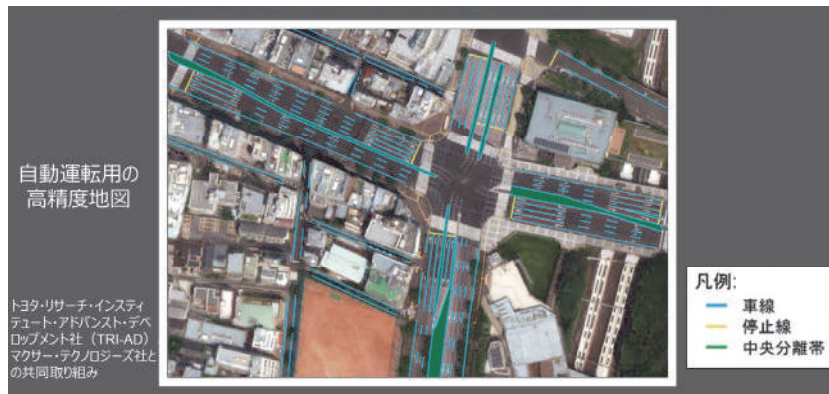


図-7 自動運転用の高精度地図

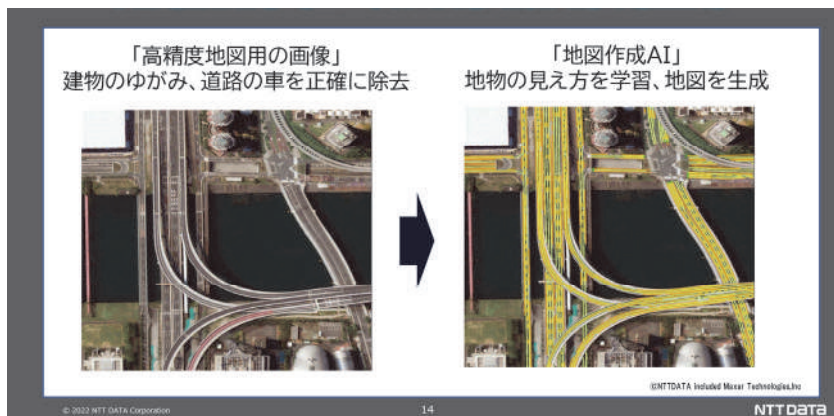


図-8 AIでニーズに合わせた地図を生成 (1)

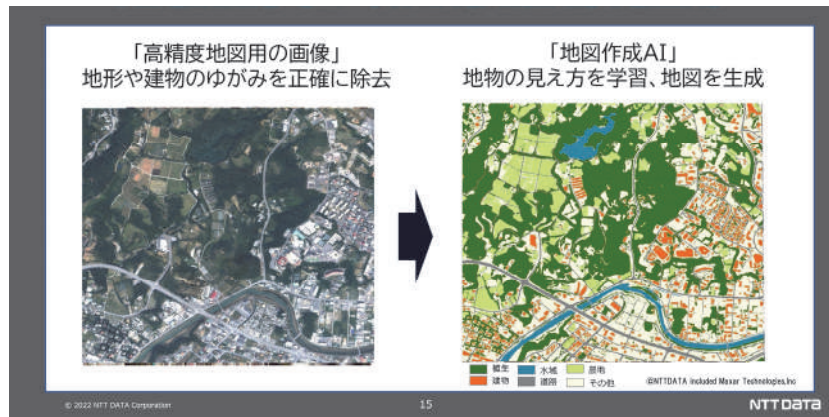


図-9 AIでニーズに合わせた地図を生成 (2)

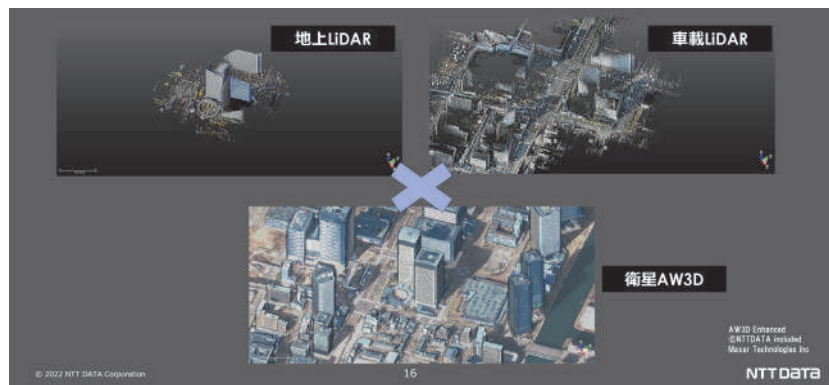


図-10 衛星データと地上センサの組み合わせ (1)



図-11 衛星データと地上センサの組み合わせ (2)

図-9は別の事例である。これも3次元モデルで真上から見た画像から、植生、建物、道路などをAIで識別して作成している地図である。

現在の縮尺精度は、約1/2,500の精度である。しかしながら、例えば1/1,000や1/500のより高精度が求められる場合は、衛星データと地上のセンサを組み合わせている(図-10)。その取り組みを、パートナーやお客様とともに進めている。

図-11は、衛星の3次元モデルに、地上のLiDAR、車載LiDARを組み合わせ、歩行者目線レベルの3次元モ

デリングを行った事例である。

4. パートナー・お客様との連携によるソリューション

AW3Dがインフラマネジメントで、どのように使われていくかについて、実際の事例を踏まえて紹介する。

図-12は、災害対策の事例で、日立パワーソリューションズとの連携で、同社の氾濫解析シミュレーションの

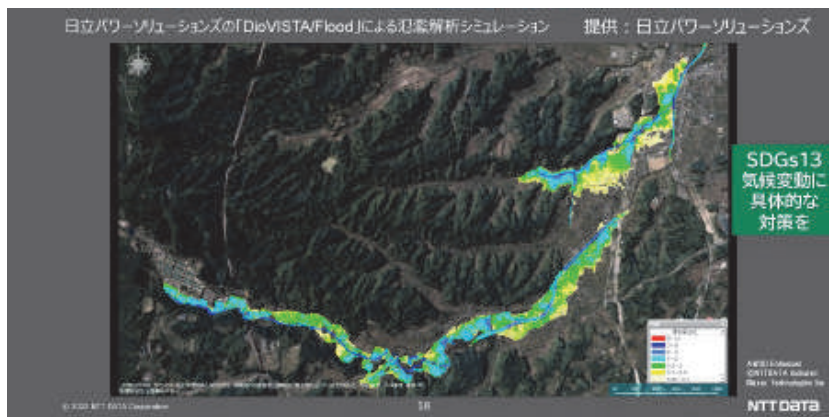


図-12 日立パワーソリューションズとの連携

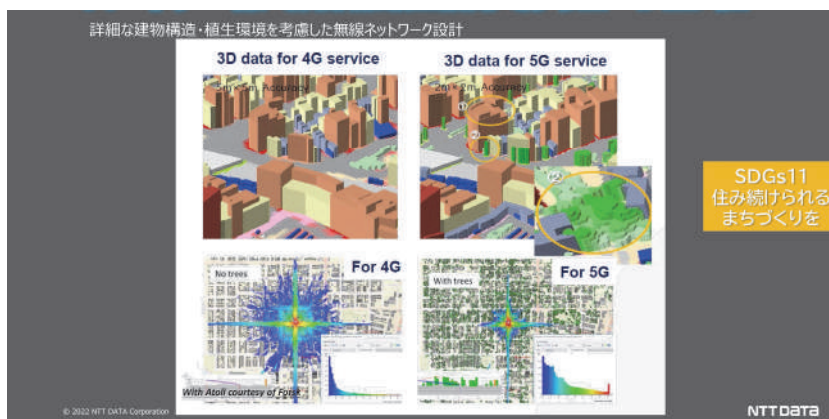


図-13 電波シミュレーションのためのデジタルツイン



図-14 ドローンを活用した情報収集システム

ソフトウェア DioVISTA で AW3D を利用した洪水シミュレーションの例である。日本国内において、主要河川では航空レーザが撮られているが、中小の河川では地形データが古かったり、精度が低かったりする課題が残っている。そのような中で、AW3D は洪水対策へ適合できる精度レベルになってきている。

都市の分野において、現在、風況や電波などのシミュレーションによって、持続可能性や快適性の向上、各種の効率化の取り組みが進められている。そのような取り組みを、私たちは 3 次元モデル化を通じて支援している。

図-13 は電波伝搬シミュレーションの事例である。誰もが持っている携帯電話またはスマートフォンのサービスに欠かせないのが、電波のシミュレーションのための都市環境のデジタルツインである。私たちの 3 次元データがその実現を支えている。

最近では 5G が普及しつつあるが、波長の短い高周波になっていくと、例えば樹木等の植生も電波へ影響するため、3 次元データへの再現性を逐次改良しながらサービス提供を行っている。

また、AW3D はドローンとも相性が良い。例えば、災



図-15 日本全国の3次元衛星地図

害時などでドローンが目視運行できない状況下であっても、高精度の3次元地図があれば、自動的に飛行計画を立てて地形や木々などの障害物を回避制御して飛行することができる。図-14は、愛媛県のドローンによる情報収集システムでの活用事例である。

5. 今後に向けて

今、私たちは、日本では1/2,500縮尺相当、50cm解像度でAW3Dのデータを整備している。また、定期的にデータ更新している。世界では2.5m解像度で全て整備しているほか、都市エリアやお客様の要望に応じたエリアで50cm解像度のデータを作成するサービスを展開している。

特に、都市の3Dモデルは需要が高まってきており、日本全国を対象に3次元地図の更新サービスの提供を2022年から始めている。提供するデータは、建物データ、植生データ、地形データである(図-15)。

現在までに、AW3Dは合計約130か国の約3,000プロジェクトで採用されてきた。そのニーズは広がり増えている状況だ。今後もパートナーやお客様と共に活用を深めながら、社会の発展に貢献していきたいと考えている。

参考文献

- 1) J. Takaku, T. Tadono, K. Tsutsui : Generation of High Resolution Global DSM from ALOS PRISM, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, pp.243-248, Vol. XL-4, ISPRS TC IV Symposium, Suzhou, China, 2014.
- 2) 筒井健, 市川真弓, 高久淳一 : AW3D@全世界デジタル3D地図提供サービスの展開 - 「見る3D地図」から「使える3D地図」へ -, 日本リモートセンシング学会誌, pp.515-522, 第36巻, 第5号, 2016.
- 3) J. Takaku, T. Tadono, K. Tsutsui and M. Ichikawa : Quality Improvements of 'AW3D' Global Dsm Derived from Alos Prism, IGARSS 2018 - 2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp. 1612-1615, 2018.

(Received August 4, 2022)

(Accepted October 30, 2022)

“AW3D” satellite based three dimensional map and its application to infrastructure management

Ken TSUTSUI

“AW3D” satellite based highly accurate three dimensional map covering the entire land area on the Earth is developed, which accuracy has been close to that of aerial photos. The accuracy enhancement was achieved thanks to the improvements of satellite image resolution, number of satellites and an innovative image processing technique using a large number of satellite images. Furthermore, the integration of the satellite 3D and ground sensor is studied to enhance the reality of 3D city model. AW3D achieves 50cm resolution 3D map over Japan and 2.5m resolution 3D map over the world, and has started the update of the map over Japan since 2022.