

産業界の技術動向

スタートアップ企業 CUBE EARTH のご紹介

株式会社 Cube Earth 代表取締役社長
武 田 全 史 (CUBE EARTH CEO)

1. はじめに

Cube Earth は空間 ID 発行技術である。地球表面空間を正六面体(3D)または正方形(2D)で分割(メッシュ化)し、各領域に識別子として ID (空間のアドレス) を付加する技術である。地球は楕円球体であるが、数学的な補正を行うことで平面、正立方体に分割して扱うことができるようになる。当空間 ID 発行技術は緯度・経度・高度の 1 点の座標を指定すると、点が所属する正六面体または正方形を表現する空間 ID を生成する。地球表面空間は広大であり、空間 ID の組み合わせは膨大な数になるため、アドレスをデータベースに登録して必要に応じて検索しアドレスを提供する方式の場合、膨大なデータストレージ量と検索に時間がかかるが、当技術は数理演算で空間 ID を算出して作成するので、情報処理速度が飛躍的に向上し、現実のシステムとしての運用性や利便性を高めることが可能となる。

2. Cube Earth 社の理念

Cube Earth 社の経営理念は「データ駆動社会実現カンパニー」をあげている。Beyond5G が向かう近未来において、空間 ID 発行技術 Cube Earth はフィジカル空間 (現実空間) とサイバー空間 (仮想空間) を融合し、地球全体のデータをマネージできるプラットフォームとして、データ駆動型社会を牽引していく産業基盤となること目標として邁進している。

これらは国連開発計画 (UNDP) の SDGs17 の目標の一つ「9. 産業と技術革新の基盤をつくろう」に対応している。



図 1: 「9. 産業と技術革新の基盤をつくろう」

3. Cube Earth 社のコア技術「空間 ID」の特徴とその作り方

3.1 Cube Earth の理念、コア技術、空間 ID の特徴

コア技術

Cube Earth は、地球表面を同じ大きさの正六面体 (3D)・正方形 (2D) で分割 (メッシュ化) し、各領域に識別子として空間 ID ※を付加する技術である。地球は楕円球体であるが、数学的な補正を行うことで緯度に関わらず同じ大きさの平面、正立方体に分割して扱うことができるようになる。

※空間 ID とは特定の場所や空間を識別するための固有の ID であり、文字列の形式で表現され、ロケーションサービス、ロケーションマーケティングなどのアプリケーションで利用されている。また、任意の位置情報を



図 2: 20m メッシュでの地形データ記述例

含むデータは空間 ID を使用することで共通化した ID で管理することが可能になり、この仕組みを応用してデータ連携基盤を作成することが可能となる。

Cube Earth の空間 ID の特徴

1. 地球表面を同じ正方形、正六面体に分割して、空間 ID を付与する技術。
2. 経度方向に地球を一周して正方形、正六面体を敷き詰めても隙間がない。
3. 正方形、正六面体の 1 辺の大きさは 1 ~ 500m で可変にできる。
4. 現在のサポートエリアは南緯北緯 89 度、高度 - 約 16,000m ~ 約 16,000m
5. 1m 正方形で分割した場合、約 600 兆 (10^{12}) 個のアドレスとなる
6. 1m 正六面体で分割した場合、約 15 垓 (10^{20}) 個のアドレスとなる。

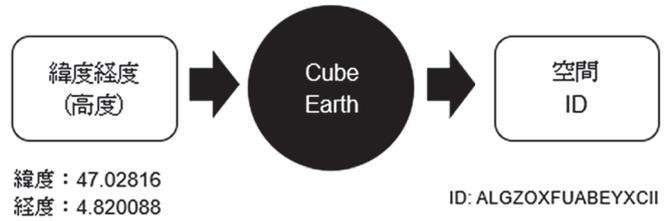
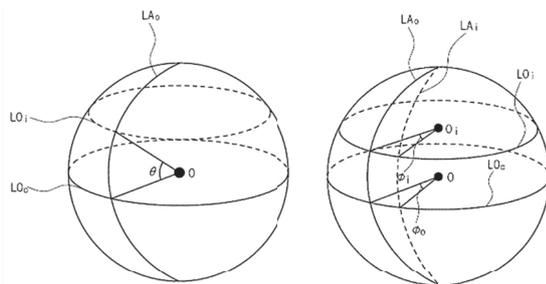


図 3：緯度経度（高度）情報から空間 ID を発行

3.2 Cube Earth 方式の空間 ID の作り方 (2D/3D)

Cube Earth 方式の空間 ID の作り方 (2D)

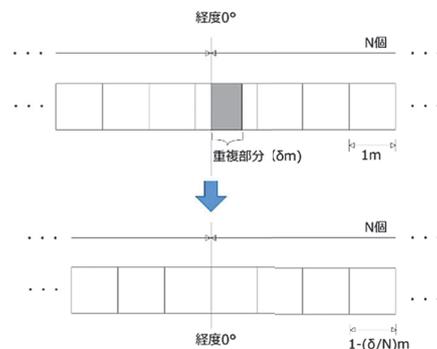
地球表面を正方形で分割（メッシュ化）し、各領域に識別子として ID（空間のアドレス）を付加する技術を用いて、空間 ID の発行を行う。地球は楕円体であるので、同じ大きさの正方形を置いていくと、重複部分が発生してしまい隙間なく敷き詰めることができないが、図 4、図 5 のように数学的な補正を行うことで隙間なく正方形で埋めることができるようになる。



1. 地球を楕円球体として考える
2. 各経度と緯度の単位長さを計算する
3. 同緯度方向の周回余りの長さを計算
4. 余りを各位緯度の構成要素数で割り、分割数分ずらす
5. 同緯度周回上で切れ目のないグリッドを作成
6. すべての緯度で同様の処理を行う。
7. 各グリッドの緯度経度の値をビット処理して空間 ID とする

図 4：空間 ID 発行処理

地球を経度方向で等間隔でグリッドを作成する場合、重複部分が発生することに対する対応



各緯度方向で同様の処理を行うとすべての緯度で等間隔でグリッドが作成できる。
※ δ/N [m] は GPS などの位置推定の誤差よりも非常に小さいので無視することができる。

図 5：経度方向の敷き詰め補正処理

Cube Earth 方式の空間 ID の作り方 (3D)

Cube Earth (3D) の利用範囲は図 6 のように地球の半径の約 1/200 であり、この範囲では地球の球面を無視して、正六面体を地表面に積み上げても測定誤差の範囲に収まる。

※ 2km の長さに対して Cube Earth の利用範囲は約 1m と同等。

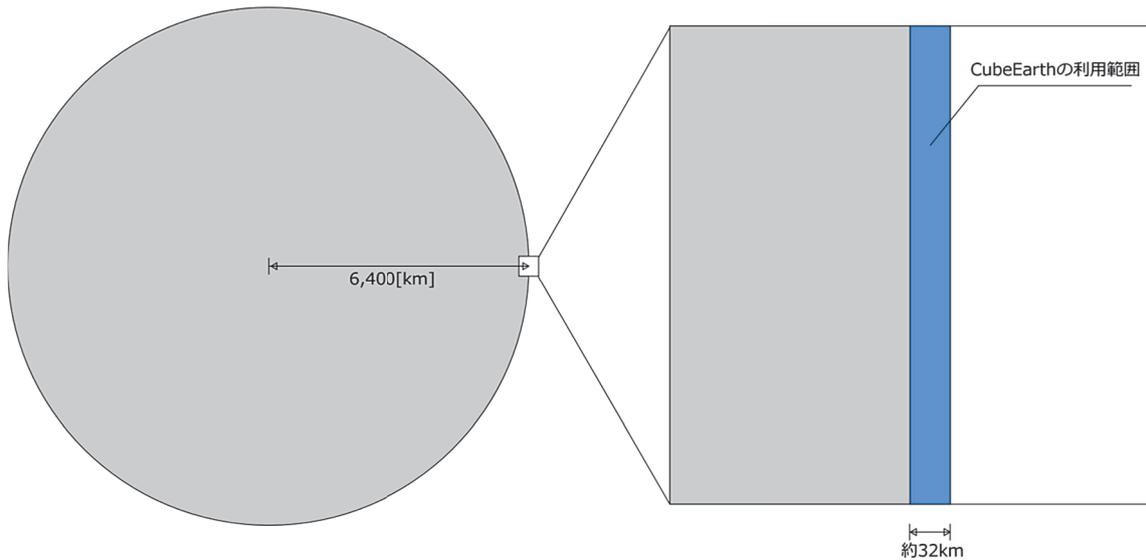


図 6：高度方向の空間 ID 発行に関する考察

※特許 6817504 (PTC 化済み)

4. Cube Earth の必要性、有用性、実績・応用、ドローン航行

4.1 空間 ID の必要性、優位性と応用

空間 ID が必要とされる理由

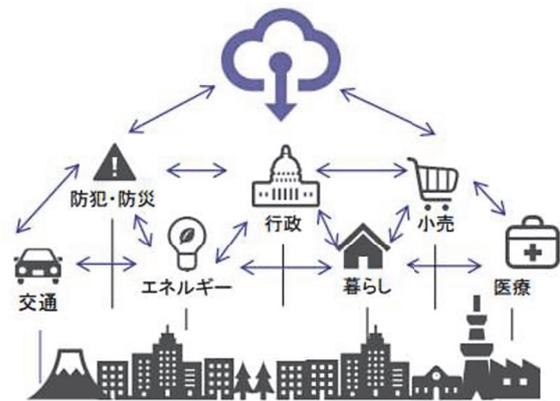
空間 ID は異なるデータソース間でのデータ統合を容易にできるメリットがある。異なる機関や組織が収集・管理している空間データを一元的に管理する際に、空間 ID があれば特定の場所や領域を一意に識別できるため、データの重複や不整合を防ぐことができ、異なるシステムやプラットフォーム間でのデータの整合性が確保され、効率的なデータ統合が実現できる。

本空間 ID の優位性と応用について

本空間 ID 発行技術は競合する技術と比べて下記のような優位性がある。

- ① メッシュ化が正方形（正六面体）である
- ② グローバル対応独自保有技術であるので、フレキシブルな対応が可能
- ③ 3D 対応により GIS 情報をアドレス化することができ、
 - (ア) IoT 機器の管理、データ集計、連結
 - (イ) 点情報を集約、統計処理、AI 処理しやすくなる
 - (ウ) ジオフェンシング（出入の確認）が可能になる
 - (エ) サイバー空間とフィジカル空間の融合が可能となり、結果的にデータ駆動社会の実現へ近づくこととなる。

ロールモデルとして、新たな観光アプリ、MaaS への導入、ドローンへの導入等がある。



国土交通省 スマートシティの実現に向けて
(中間とりまとめ) より

図 7：「個別最適から全体最適へ」



図 8：空間 ID のロールモデル

ユースケースとしては、ドローン運行管理、地図・GIS、地下埋設物管理の応用などへの応用がある。



図 9：空間 ID ユースケース

3.2 Cube Earth の実績・応用

Cube Earth の実績・応用

1. 大阪府大東市防災システム

住基データ / 福祉台帳情報との組み合わせによる避難行動要支援者の安否確認、の優先順位の決定に利用されている。

※一般社団法人レジリエンスジャパン推進協議会 レジリエンスアワード 2024 にて準グランプリ 古屋圭司初代国土強靱化担当大臣賞

2. ドローン航行への応用

「ドローンコリドーの基盤データとして」

・ドローンの航行可能な空間アドレスのピックアップや、速度制限などの情報を付加することでドローン航行用のコリドーを作ることができる。

・自律飛行レベル 4 の場合、4G/5G の電波到達域を空間アドレスで記述することができるので、安定飛行を保証できる範囲等を可視化、航路設計に応用できる。

・ドローンの制御プログラムや UTM に空間アドレスと紐づく属性を利用することで、安定飛行や航行制限、安全保証をすることができる。

3次元空間情報基盤アーキテクチャの検討 報告書より (2022/7 DADC)

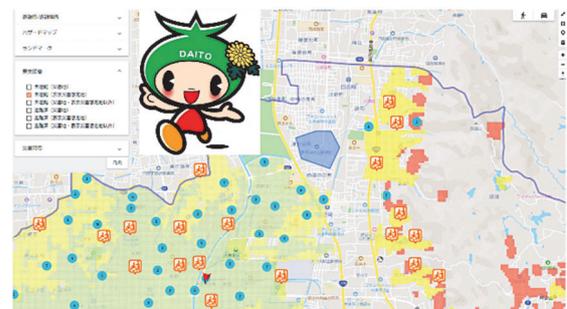


図 10：大東市防災システム

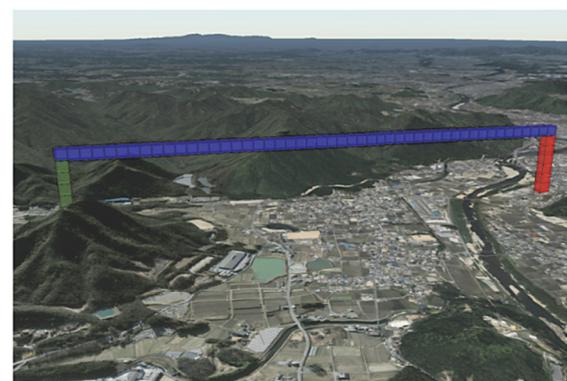


図 11 ドローンコリドーの可視化の例

「データ連携による外部データの取り込み」

- ・ 外外部データの指定座標と空間アドレスと当たり判定を行うことで、任意の外部データを取り込んでドローン航行に応用が可能となる。
- ・ 空間アドレスと気象データにより、航行に適した条件での航行経路を保証することができる。
- ・ 空間アドレスと PLATEAU の建物情報を取り込み、航行不可能領域として規定することで構造物を回避した航路設計が行えるようになる。
- ・ 河川、公海、公園などの地理データを取り込み、特定の属性範囲の地形選択を行うことで航行することが可能となる。

「航行ルートの自動作成」 前述の航行可能・不可領域 / 気象データ・地形データなどを取り込み、隣接している領域でネットワークを構築すると、最短経路問題を解くことができるようになり、地形、構造物を考慮した航行ルートを自動作成することが可能となる。

気象データ、地形データを元に指定領域に航行の優先順位をパラメータとして設定すると、優先順位を考慮した航行ルートを自動作成することが可能となる。

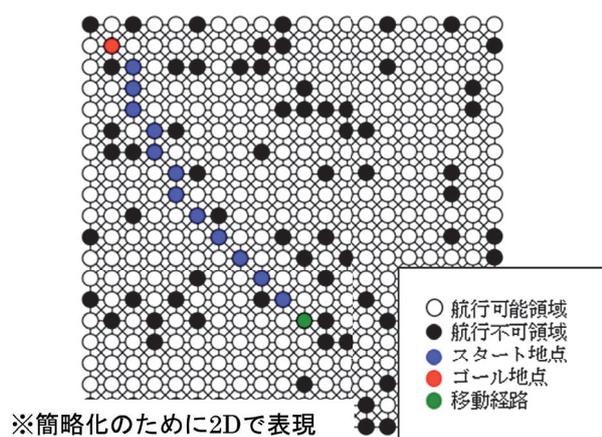


図 12：メッシュ化データを使った航行ルート自動生成例

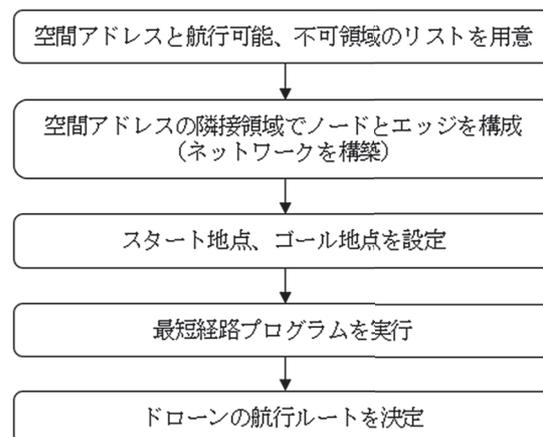


図 13：航行ルート生成フロー
参考 :<http://qiao.github.io/PathFinding.js/visual/>

「複数のドローンの衝突防止」

ドローン航行ルート決定時に、近くを飛行予定のドローンの航行ルートの空間アドレスを共有することにより、狭い領域で衝突を防止して、複数のドローンを航行させることができる。

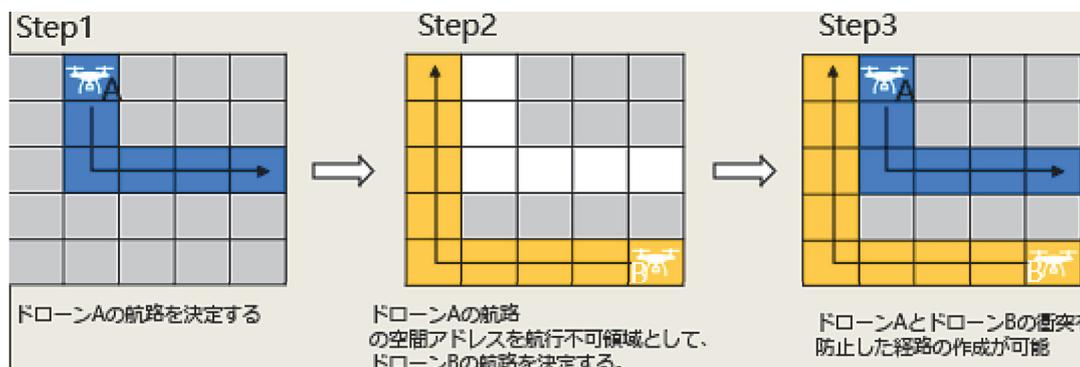


図 14：ドローンの衝突防止概念図

※簡略化のために 2D で表現

4. おわりに

Cube Earth 社のコア技術「空間 ID」の特徴とその作り方、Cube Earth の必要性、有用性、実績・応用、ドローン航行について詳しく説明した。今後の活動の重点は以下の通りである。

1. データ連携基盤の試作・構築

都市基盤データを空間 ID によりメッシュ化して、空間解析を行う汎用モジュールを作成する。データの選択、適用範囲、条件を設定することで都市課題の分析やローカルエリアに対応したアプリケーションの作成が可能となる。汎用的に使用できるデータ連携基盤の開発は都市 OS を稼働させるために必要なモジュールであり、その試作と構築を考えている。

2. 防災システムのデータ連携範囲の拡充

大東市での防災システムのデータ連携は住基データ / 福祉台帳情報の組み合わせであったが、風水害時に単位時間の雨量の累積量、河川の水位と組み合わせで避難指示や注意喚起の自動化が可能となる。これは河川水位が危険に達した場合、対応するエリアに避難指示や注意喚起をすることで避難遅れなどを防ぐことが想定される。その他、防災分野でのデータの組み合わせを考え、防災システムにおけるデータ連携範囲の拡充を進めていく。

3. ドローン関係システムとの連携

空間 ID をドローンへの応用のコンセプトを実際に適用し、無人航空機レベル 4 に対応できるようにドローン関係のシステムとの連携を図る。ドローンメーカー、ドローン関連メーカーとの協業を行い、実用化に努める。

本件においては、経済産業省 令和 4 年度第二次補正予算「中小企業イノベーション創出推進事業」の行政・民間の現場ニーズ（長距離 / 長時間飛行・自動運航）に対応できる高性能ドローンポートの開発のテーマにて共同採択事業者として採択された。令和 8 年度に商品化へ向けドローンポートの上空監視システム等を構築し、実現化を目指している。

4. ユースケースのピックアップ・実証等に、力を入れる。

- ・空間 ID の利用においてボクセルモデルを使用したシミュレーションなどの汎用化
 - ・空間 ID の範囲を対象としたジオフェンシングを用いた広告モデルの確立
 - ・地下埋設物の可視化
- などユースケースをピックアップし、継続的な実証を行う。