

Title	スタートアップ企業CUBE EARCH について
Author(s)	武田, 全史
Citation	年次学術大会講演要旨集, 38: 513-518
Issue Date	2023-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19298
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

スタートアップ企業 CUBE EARCH について

○武田全史 (CUBE EARCH CEO)

takeda@cubeearth.jp

1. はじめに

Cube Earth は空間 ID 発行技術です。地球表面を正六面体(3D)もしくは正方形(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)を付加する技術です。地球は楕円体であるが、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ますようになります。緯度・経度・高度の1点の座標を指定する正六面体または正方形を表現する空間 ID を生成します。地球表面は広大であり、空間 ID 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りますが、当技術では数理演算で空間 ID を算出して作成することで、利便性が確立され、現実のシステムとして運用が可能となります。

2. Cube Earth 社のコア技術「空間 ID」の特徴とその作り方

2.1 Cube Earth の理念、コア技術、空間 ID の特徴

Cube Earth 社の理念

Beyond5G がむかう近未来において、3D 空間アドレス付与技術 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。



道路やインターネット、電力などの生活に必要なインフラを世界中に普及させるとともに、新たなインフラ技術の開発が進んでいます。

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。地球は楕円体であるが、数学的な補正を行うことで緯

※空間 ID とは特定の場所や空間を識別するために文字列や文字列の形式で表現し、情報技術やデジタルマッピング、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に応用されている。また、任意の位置情報を含むデータは空間 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以下に示すようなデータ連携基盤を作成することが可能となる。

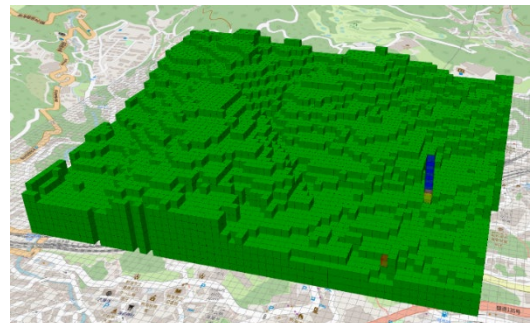


図 2：20m メッシュで地形データを記述例

図 1：「9.産業と技術革新の基盤をつくろう」

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。

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 (10¹²)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 (10²⁰)個のアドレスとなる。

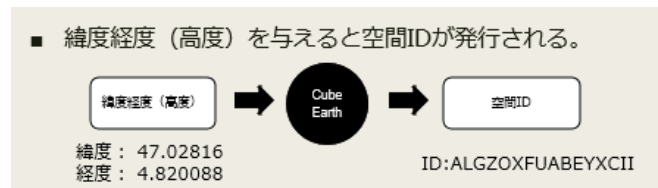
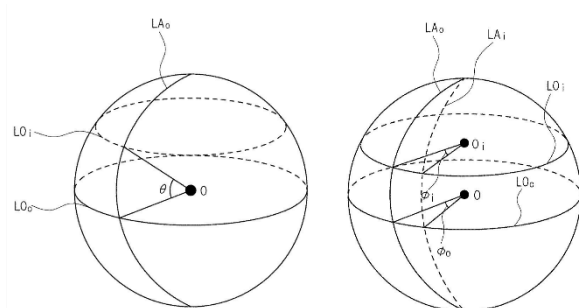


図 3 : 緯度経度 (高度) 情報から空間 ID を発行

2.2 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)

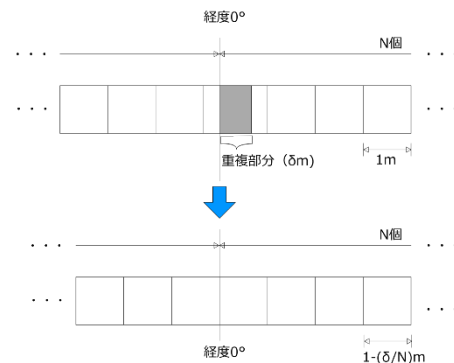
地球表面を正方形で分割 (メッシュ化) し、各領域に識別子として ID (空間のアドレス) を付加する技術を用いて、空間 ID の発行を行う。地球は楕円体であるので、同じ大きさの正方形を置いていくと、重複部分が発生してしまい隙間なく敷き詰めることができないが、図 4、図 5 のように数学的な補正を行うことで隙間なく正方形で埋めることができるようになる。



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. 同緯度方向の周回の余りの長さを計算
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 5 : 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 4 : 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 1/2000 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。

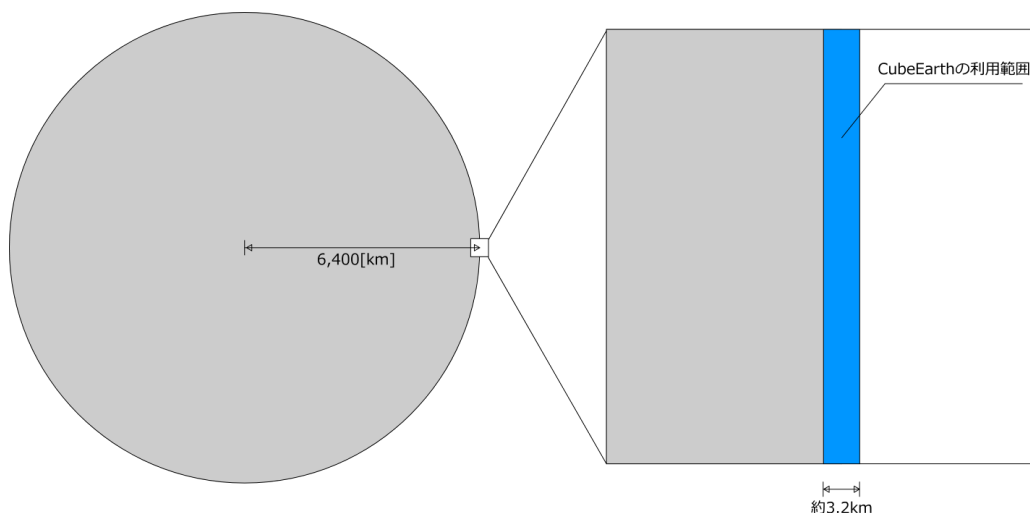


図 6：高度方向の空間 ID 発行に関する考察

※特許 6817504 (PTC 化済み)

3. Cube Earth の必要性、有用性、実績・応用、ドローン航行

3.1 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

空間情報の管理と空間定義に関する統一的な基準、システム・データを繋ぐ汎用的な連携基盤が存在しないことが現状の課題と認識され、過去のシステムやデータが存在し、位置データは緯度経度データで計測誤差やデータ点が無限に取れることから集計やデータ連携・統合が難しく、また、部門間、システム間のデータ・フォーマット、位置情報の誤差により連携が難しい現状を解消するため空間 ID を導入することを目指す。



図 7：「個別最適から全体最適へ」

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

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、
 - (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。



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

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)

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。

2. ambula map(アンブラ・マップ)

イラストマップや古地図など紙の地図と GPS を連動して位置情報を正しく機能させるマップ・アプリ「ambula map(アンブラ・マップ)」として利用されている。

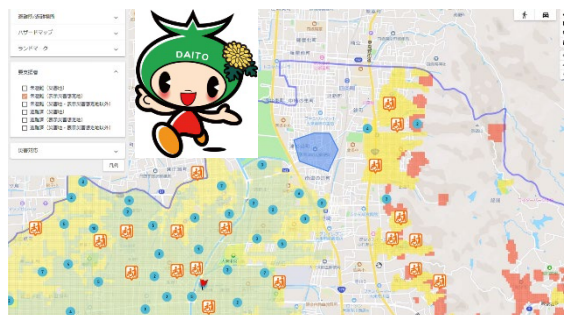


図 10：大東市防災システム



図 11：ambula map 概念図

ambula map web サイト：<https://ambula.jp/map/>

再生古地図 web サイト：<https://twm.ambula.jp/>

3. 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の空間アドレスをピックアップや、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ハイウェイ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。

「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ります。
- ・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。

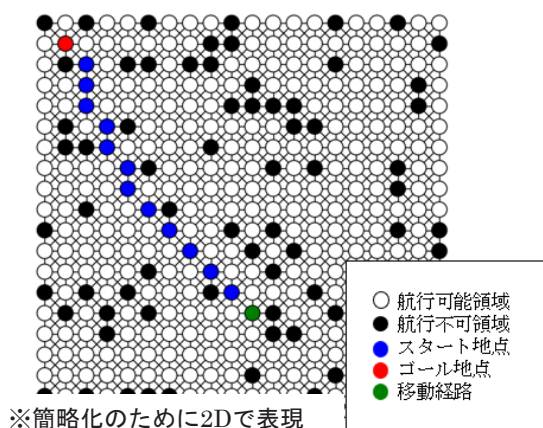


図 13：メッシュ化データを使った
航行ルート自動生成例

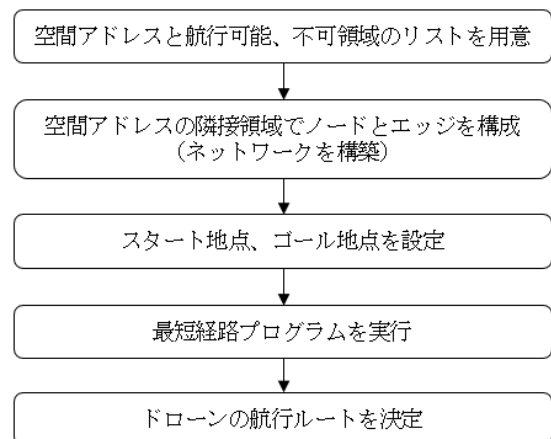


図 12：航行ルート生成フロー

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勧めていく。

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、ドローン関係メーカーへの協業を行い、実用化に努める。

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
- ・ 地下埋設物の記述

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。