

GPSを補完する測位情報インフラの整備によりデジタル社会のための強靱な基盤を確保する

慶應義塾大学
村井純

1. デジタル社会の通信インフラの整備が順調に推移しています
 - (ア) FTTHなどの家庭のブロードバンド、5G、Wi-Fi
 - (イ) HAPS、低軌道衛星（スターリンクなど）の非地上系ネットワーク
 - (ウ) 家庭カバー率、個人カバー率、地表カバー率いずれもほぼ100%となりました
 - (エ) 中央官庁、行政などのクラウド化、データセンター整備、ネットワーク再整備など
 - (オ) 学校や公共空間などにおける教育と防災分野でのインターネットカバー率の発展

2. 日本が誇るそのようなインフラに基づいた革新的なアプリケーションの多くは位置情報を基盤に発展しています。
 - (ア) カーナビゲーション、経路案内アプリ
 - (イ) 旅行アプリ
 - (ウ) レストラン案内アプリ
 - (エ) タクシーアプリ、宅配サービスアプリ
 - (オ) その他

3. PNT（Positioning, Navigation, Timing）（位置、航法、時刻）インフラの実態
 - (ア) 現在はGNSS（Global Navigation Satellite System）（全地球航法衛星システム）にほとんど依存しています
 - (イ) GNSSには、米国GPS、ロシアGLONASS、EU Galileo、中国BeiDouなどがあります
 - (ウ) 日本にはQZSS（準天頂衛星システム）の「みちびき」があります。日本の天頂にほぼ常時あり、米国GPSの補完としても機能しますが、時刻や緊急通信など（日本に）独自のサービスも提供できます
 - (エ) 米国におけるGPSの経済効果は民生利用が開始された1980年代から2010年までの累積で1.4兆ドル（182兆円）、2017年時点で年間3000億ドル（39兆円）と推定されています（NIST調べ）
 - (オ) 米国ではGPS停止の一日の経済損失を一日10億ドル（1300億円）との試算があります（NIST調べ）

4. PNTの課題
 - (ア) 技術的課題
 - ① GPSは2万キロの上空からの「三角測位」なので、時刻は正確、水平位置は10mオーダーである程度正確、高さは「数10メートル」オーダーで不正確です
 - ② 衛星の三角測位なので、衛星が複数（3つ以上）捕獲できないと位置はわかりません
 - (イ) 安全保障的課題
 - ① GPSはアメリカ空軍が運営していますので、有事の際は利用の停止や意図的誤情報を含め

た運用の判断の主体は米軍です

- ② 有事の際は、敵方による通信妨害や物理攻撃を受けることがあります。ウクライナ戦でも起こりました

5. 世界の対策の傾向

- (ア) 米国は E911 緊急連絡に 3m の高さ精度を要求しました。技術的には気圧や地上波を使えば可能です
- (イ) 欧州は共同研究センターJRC が PNT (位置、ナビゲーション、時刻) のための地上の周波数の割り当てを提案しました。

6. 我が国がやるべきこと

(ア) 目標を定めること

- ① 有事の際などに GNSS が利用不可能になっても、経済活動と安全な社会を維持できる PNT 環境を整備すること
- ② 津波や震災、火災などの際に、国民の生命を守るために、3m の精度の高さの情報が誰にでも提供される環境を整備すること (現在の GPS では 10m オーダーの誤差)
- ③ (例えば首都高速と地上道路との高さを区別できるようになることで、)新しいデジタル社会の経済環境を牽引するサービスを発展させること

(イ) 方法

- ① 定めた目標に向かった技術公募を行うこと
- ② 定めた目標の実証と評価を行うこと
- ③ 必要な制度と標準化を確立すること

以上

米国 NIST (2019 年 6 月)

“Economic Benefits of the Global Positioning System (GPS)” Final Report

https://www.nist.gov/system/files/documents/2020/02/06/gps_finalreport618.pdf

- GPS 停止による経済損失を 1 日 10 億ドルと推定

米国 FCC (2019 年 11 月)

“Wireless E911 Location Accuracy Requirements”

<https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-19-124A1.pdf>

- 第 5 報告・命令において垂直精度基準が 3m に決定された
- 垂直精度基準を 3m に決定した理由は、(1) 公共安全の実用性と (2) 技術的実現可能性
- NextNav が 3m/80%基準をクリアした(*)ことに言及し、基準設定の合理性を述べている(*) 3m/94%, 1.8m/80%

米国 FCC (2019 年 11 月)

“Indoor Location Accuracy Timeline and Live Call Data Reporting Template”

<https://www.fcc.gov/public-safety-and-homeland-security/policy-and-licensing-division/911-services/general/location-accuracy-indoor-benchmarks>

- 911 呼の屋内測位精度向上要件（垂直）を対応機器の 80%で±3m以下に設定
- 2022 年 4 月に義務化

米国運輸省 (2021 年 1 月)

“Complementary PNT and GPS Backup Technologies Demonstration Report”

https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/2021-01/FY%2718%20NDAA%20Section%201606%20DOT%20Report%20to%20Congress_Combinedv2_January%202021.pdf

- GPS 補完システムの構築という国の政策方針を受け、各社の技術評価を実施
- Positioning, Navigation, Timing のいずれにおいても NextNav が 1 位評価

EU 共同研究センターJRC (2023 年 3 月)

“Assessing Alternative Positioning, Navigation and Timing Technologies for Potential Deployment in the EU”

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC132737>

- NextNav の TerraPoiNT を、既存の GNSS 技術の回復力あるレイヤーとして機能し、全ての関連ベンチマークを充足する、あるいは上回る成熟したソリューションとして評価
- 回復力ある PNT サービス（位置・ナビゲーション・時刻）として、地上波方式サービスに対する周波数割当を推奨
- 社会の重要インフラ保護のため、PNT サービスの回復力確保に向けた「システムのシステム」アプローチを推奨

内閣府宇宙開発戦略推進事務局（2021 年 4 月）

衛星測位に関する取組方針

<https://www8.cao.go.jp/space/qzs/houshin/houshin.pdf>

- 2020 年 2 月に米国トランプ大統領が署名した大統領令 13905 では、クリティカルインフラストラクチャに対して、PNT サービスの責任ある利用が要求されており、GNSS 脆弱性対策として、GPS 以外のバックアップ手段の確保を政府機関やクリティカルインフラストラクチャの運用者に求めている。
- SPD-7 と同日公開された米運輸省の報告書では、現存する 11 の A-PNT 商業サービスを評価した結果が報告されている。唯一、NextNav 社の地上無線測位システム（Metropolitan Beacon System: UHF 帯 920-928MHz で運用される時刻同期された専用基地局からの測距信号を利用）が評価シナリオ全項目で高いスコアを得ているが、広域性の観点（単位面積あたりの展開コスト）で完全な GPS の代替手段とはなり得ていない。米運輸省は民間の A-PNT 技術への投資を促進するために、PNT システムの要件定義及びその標準化、試験手順や性能監視手法を整備することを勧告している。