

# 本資料について

- 本資料は下記著書を基にして作成されたものです。著書の内容の正確さは保障できないため、正確な知識を求める方は原本を参照して下さい
- 著書名                   GPS技術入門
- 著者                      坂井丈泰
- 出版社                   東京電機大学出版局



# GPS (Global Positioning System) 全地球測位システム

渡邊研究室

043432029 竹山裕晃

# GPS(全地球測位システム)とは

- 地球上のどんな場所でも測位できるシステム



自分の位置がわかるシステム

- 元来は米国が開発した軍事用システム



現在は民間用にも開放され利用されている

# GPSの航法

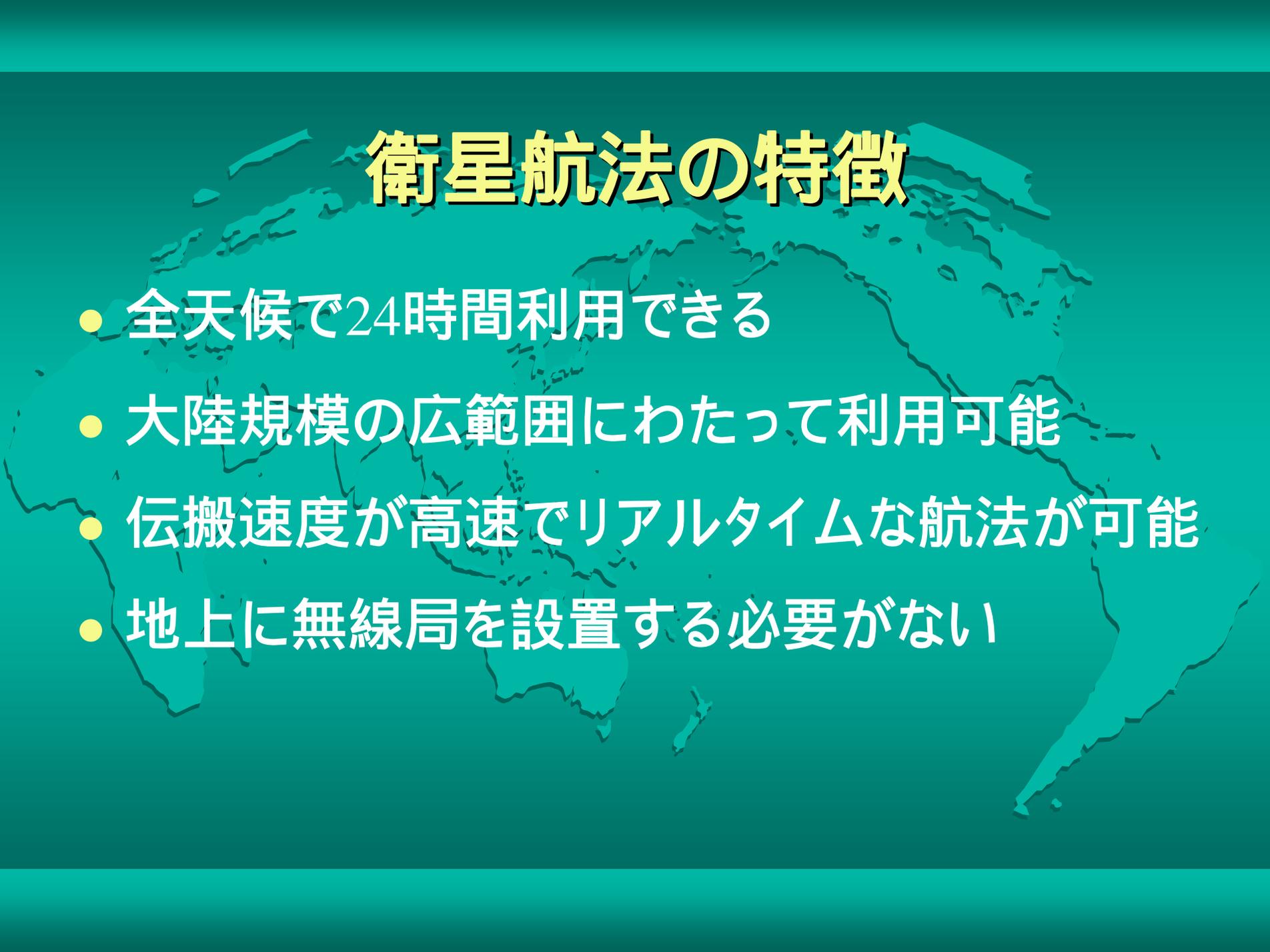
- 航法・・・飛行機や船舶の航行において、時々刻々の現在位置を知り、目的地への針路を定める作業や方法論



現在位置を定めることを測位

- 人工衛星を用いる測位システム ➡ 衛星航法

# 衛星航法の特徴



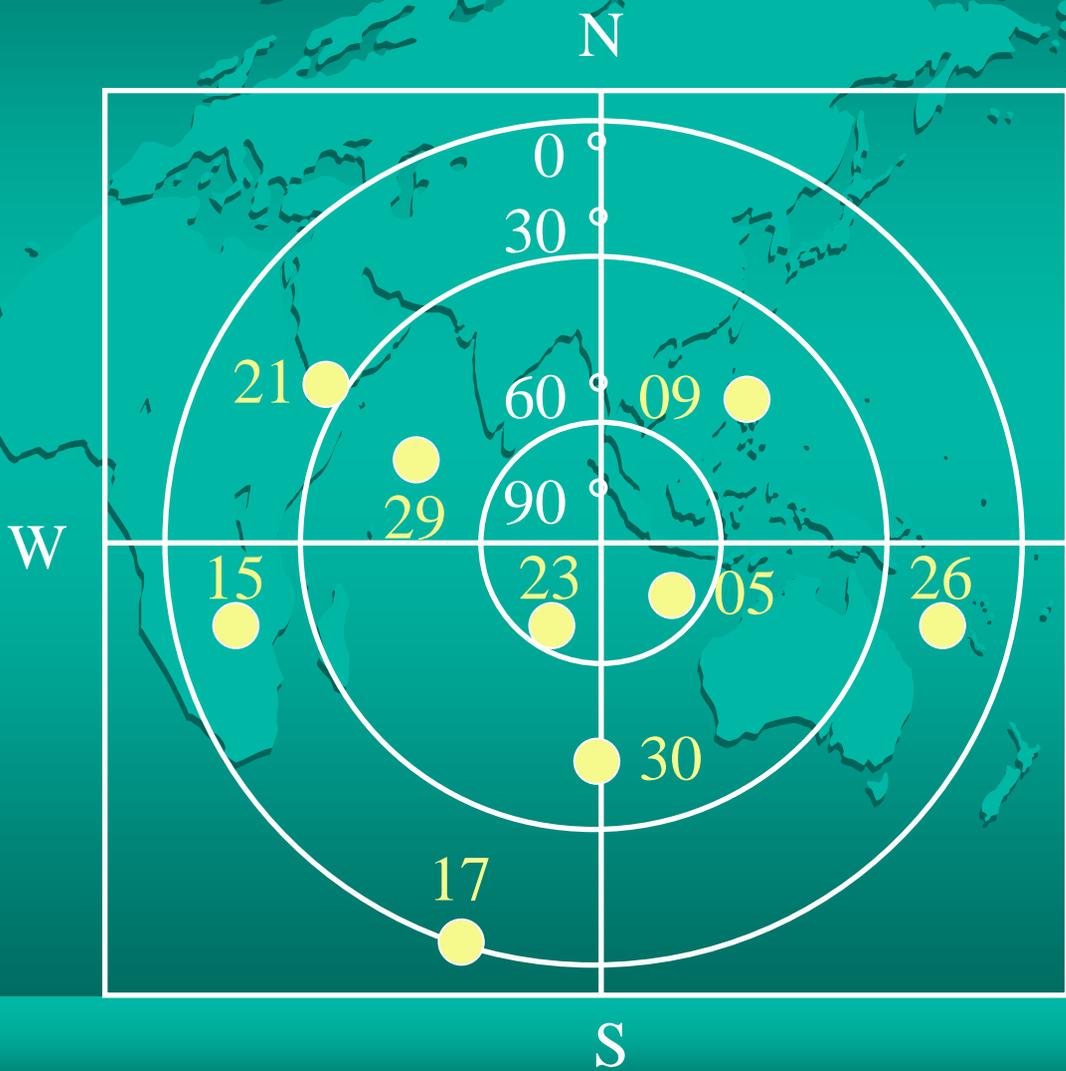
- 全天候で24時間利用できる
- 大陸規模の広範囲にわたって利用可能
- 伝搬速度が高速でリアルタイムな航法が可能
- 地上に無線局を設置する必要がない

# GPS衛星

- GPS衛星は、合計で24～28機程度が、高度約20000kmの軌道を常に周回している



# 地上からのGPS衛星の見え方



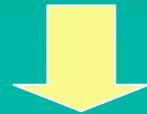
中心: 天頂  
外側の円: 地平線  
数字: 衛星のID番号

例: 21番の衛星  
北西の空の仰角30度

合計9機が利用可能

# 高い測位精度

- 高い測位精度を得るためには、仰角の低い衛星を利用しない方がよい



誤差の一因となる大気圏を斜めに通るため通貨距離が長く、さらに地上付近の建物などの影響も受けやすい



一定の仰角に満たない衛星を使用しない

# 電波の周波数

周波数	波長	呼称	用途
3000GHz	0.1 mm		↑ 光
300	1	サブミリ波	↓ 電波
30	1 cm	EHF ミリ波	レーダ
3	10	SHF センチ波	BS放送
300MHz	1 m	UHF 極超短波	GPS (1.6GHz)
30	10	VHF 超短波	携帯電話
3	100	HF 短波	FMラジオ・テレビ
300kHz	1 km	MF 中波	短波放送
30	10	LF 長波	AMラジオ 無線航法

マイクロ波

# GPSで使用される電波の周波数

- GPSで使用される電波の周波数は高い  
→ マイクロ波
- 周波数が高い  
→ 直進性が強く、反射を起こしやすい
- 周波数が低い  
→ 物体の表面に沿って伝わる性質がある

# 大気圏と周波数

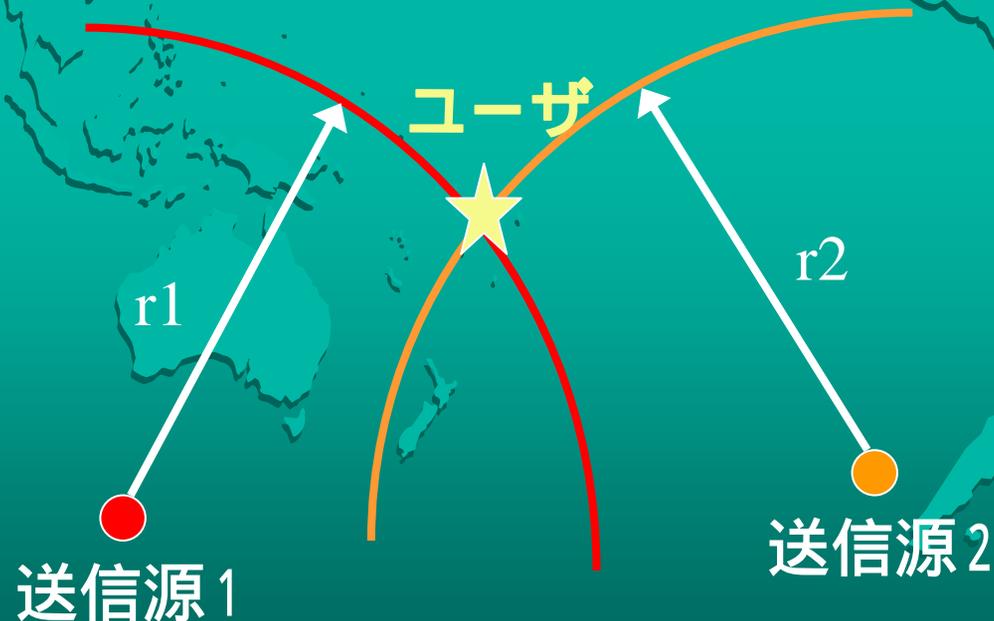
- 大気圏(特に電離層)の影響により、使用可能な周波数に制約がある
- 電離層の性質  
短波以下の周波数は、反射される
- 地表近くの対流圏では、大気ガスや水滴が障害物となり、周波数の高い電波は大きく減衰

# 位置の測定

- 電波の送信源の位置がわかっているものとして、平面上でユーザの位置を決める場合
  - (1) 送信源までの距離を測定する ( - 航法)
  - (2) 送信源の方向を測定する ( - 航法)
  - (3) (1)と(2)の組み合わせ ( - 航法)

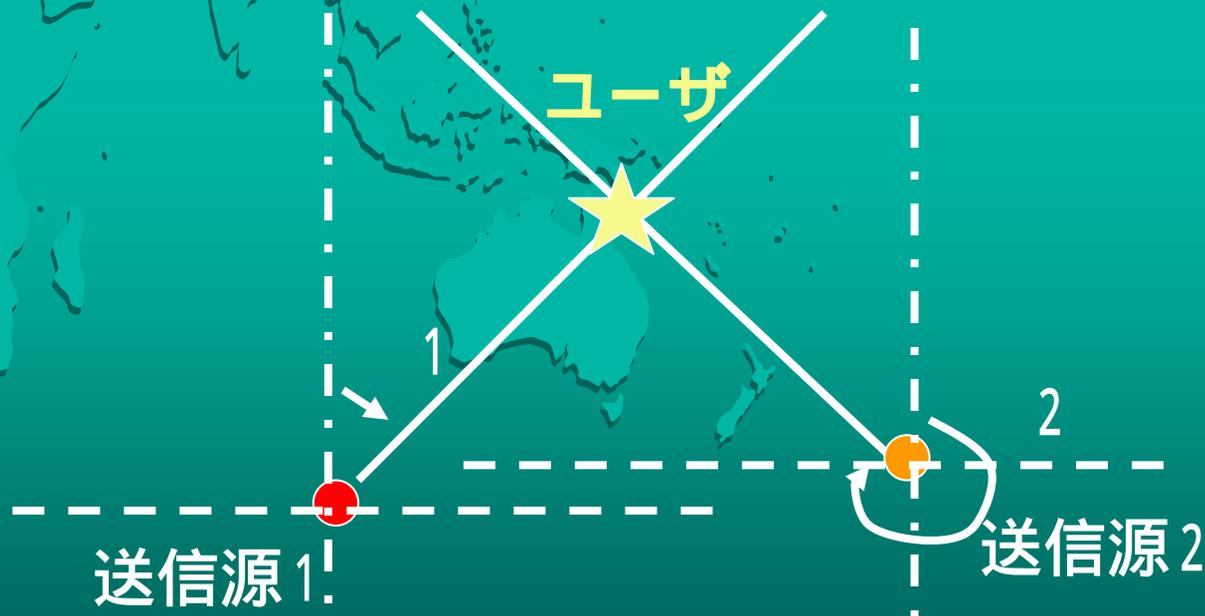
# (1) 送信源までの距離を測定

- 受信機から各送信源までの距離を測定し、各送信源を中心とする円の交点として位置を決定



## (2) 送信源の方向を測定

- 受信機から見た各送信源の方向を測定し、これらを結ぶ直線の交点として位置を決定



## (3) これらの組み合わせ

- 送信源までの距離と方向を同時に測定  
1個の送信源があれば測定可能



# 方向の測定

- 角度を基にして受信機の位置を計算  
角度の測定精度が $\Delta\theta$ [deg]であると、

$$\Delta x = d \frac{\pi}{180} \Delta\theta \text{ の位置誤差となる}$$

送信源までの距離 $d$ をGPS衛星の高度とする



0.01度の精度で衛星を測定  $\longrightarrow$  3.5kmの誤差

# 距離の測定

- 距離の測定

電波の進む速度が光速であることを利用

送信機が電波を発射したタイミング (時刻  $t_t$  [s])

受信機でそれを受信したタイミング (時刻  $t_r$  [s])

その間の距離 ( $d$ [m]) は、  $d = c(t_r - t_t)$

時間差の測定精度が  $\Delta t$  [s] とすると、

$\Delta x = c\Delta t$  の誤差を生じる

# 距離と方向の測定を比較

- 方向の測定では、送信源と受信機との距離が長くなると測位制度が劣化
- ⇕
- 距離(時間差)の測定では、そういったことは起こらない  
(距離が長くなると障害物などで精度が悪化)
- 衛星航法では、一般的に距離(距離の変化)を測定する方法を用いる

# 距離を測定する場合

- 電波により距離を測定する場合の特徴
  - 送信時刻と受信時刻の時間差さえ正確に測定すれば正しい距離を知ることができる
- ただし、このためには次の課題がある
  - ・ 電波の到達したタイミングを正確に測定
  - ・ 送信機と受信機で正確な時間の共有

# GPS航法システム

- 全体として3つのセグメントから構成
  - ユーザ側の受信機 (ユーザセグメント)
  - GPS衛星により構成 (スペースセグメント)
  - システム全体を制御 (コントロールセグメント)

# 航法メッセージ

- GPS衛星から常時測距信号を放送



受信したタイミングから

ユーザ受信機は衛星との距離を測定

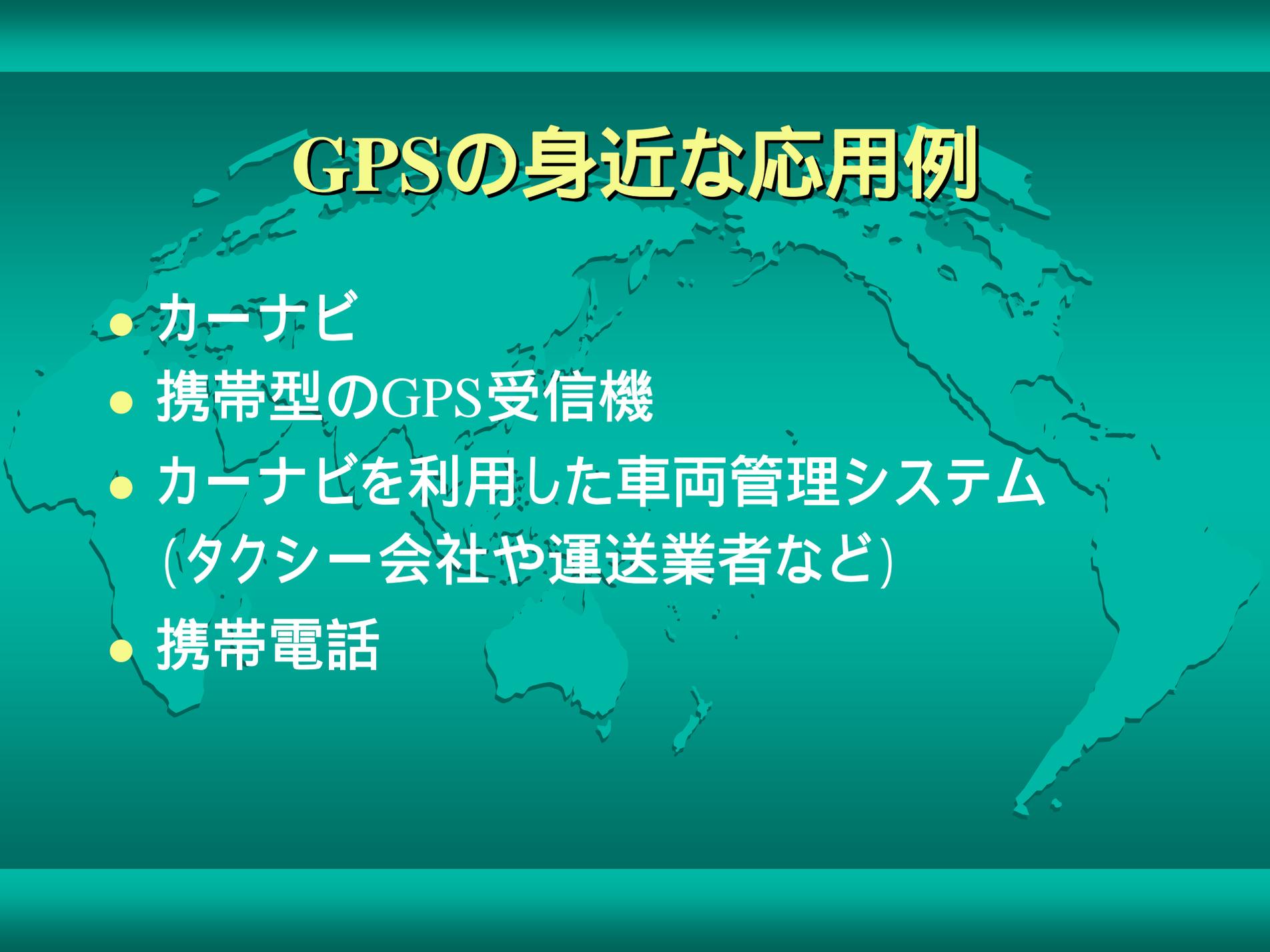
- 測距信号から航法メッセージを取り出し



衛星の状態や位置など

測位演算に必要な情報を得る

# GPSの身近な応用例



- カーナビ
- 携帯型のGPS受信機
- カーナビを利用した車両管理システム  
(タクシー会社や運送業者など)
- 携帯電話

# GPSの欠点・改良の余地

- 測位精度の向上  
GPSの応用の広がりによる精度不足
- 適用範囲の拡大  
建物内や地下などの電波が届かない場所
- 都市型環境への対応  
高い建物や立体的構造物による電波の遮蔽
- 小型化  
携帯情報端末装置への内蔵
- 干渉・妨害対策  
影響を受けにくいシステムへ



おわり