

# デジタル時代のナビゲーションと移動体通信

2022.12.6

国土交通省 社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会 技術部会

若林伸和（神戸大学）

ナビゲーション： 現在地から目的地に向かう経路を考える

必要な要素

- ・ 地図
- ・ 測位

例

自動車： 道路地図帳 → カーナビ

航空機： 有視界 → 慣性航法（地上からの無線航行援助） → RNAV

船舶： 地文航法 → 天文航法 → 電波航法（地上波） → 衛星航法  
ECDISの普及

鉄道： いわゆるナビゲーションは不要だが、現在地の情報は有用

いずれも自動運転，自動/自律航行に向けた動きが活発化

## 航法システム ≈ 測位システム

測位システム： NAVSTAR/GPSがいまだ全盛 一般名称はGNSS  
測位誤差 10m程度（単独測位），1m程度（補強システム利用）

GPS（米国）

約30機

その他のシステム：

GLONASS（ロシア）

約25機

Galileo（欧州）

約30機

北斗衛星導航系統 BeiDou（中国）

約50機

NavIC 航法衛星システム（インド）

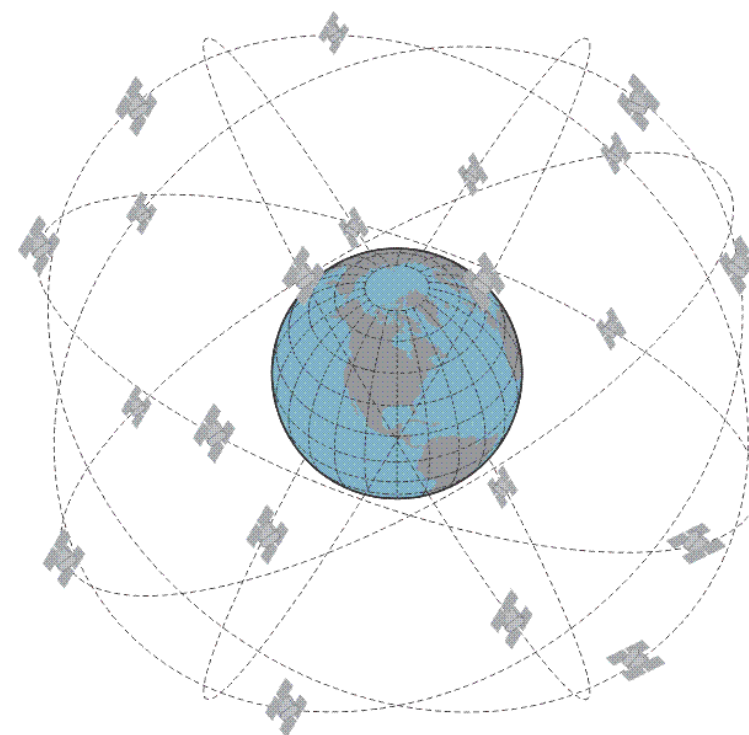
8機

我が国のシステム：

準天頂衛星システム（みちびき）

4機

（2022現在）



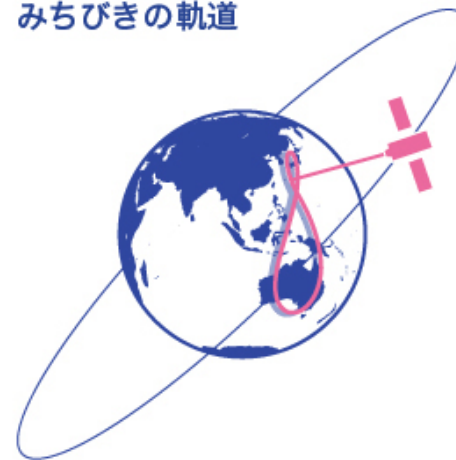
## 準天頂衛星システム（みちびき）

・・・ 内閣府宇宙開発戦略推進事務局

- 2010年9月11日に準天頂衛星初号機みちびき（QZS-1）を打ち上げ
- 2017年に衛星3機を追加で打ち上げて**4機体制**でシステムの運用を開始
- 2020年に初号機後継衛星1機、2023年に衛星3機をそれぞれ追加して7機体制で運用（2016年閣議決定）
- GPSの補完的なシステム
- 補強データを送信することで精度向上を目的とする（センチメートル級測位補強サービス）
- 7機体制で一応単独での測位が可能

→ **7機体制の維持，さらに補強を！**

みちびきの軌道



## 衛星測位システムの重要性

自動車の自動運転システム . . . 衛星測位データも利用

航空機のRNAV (慣性航法INS + 衛星航法GNSS)

船舶のTCS (ECDIS=ナビゲーションシステム と HCS=オートパイロット)

鉄道のGNSS利用 . . . 自動運転の高度化 (ATOの次)

自動着陸や自動着桟にはセンチメートル級の測位精度が望まれる

GNSSが利用できなくなったら → すべて手動の時代に戻る (事故の可能性)

**確実に利用し続けることができるよう政策を！**

## 衛星測位システムの問題点

衛星が見渡せるところでのみ利用可能（マイクロ波の性質による）

- ・トンネル，地下街，地下鉄道　・・・

GNSSを補完する仕組みが必要？

例：スマホのマップアプリ（屋内ナビゲーション）

技術開発が必要？　どこまでサービスする必要があるか？

**調査検討！**

船舶運航における例：

ECDISを活用（Electronic Chart Display and Information System）

電子海図（ENC）が必要

ENCのフォーマット

IHO S-57



IHO S-100シリーズ  
なかなか進んでいない

（港湾・水深）

ナビゲーションシステム

自動/自律運航

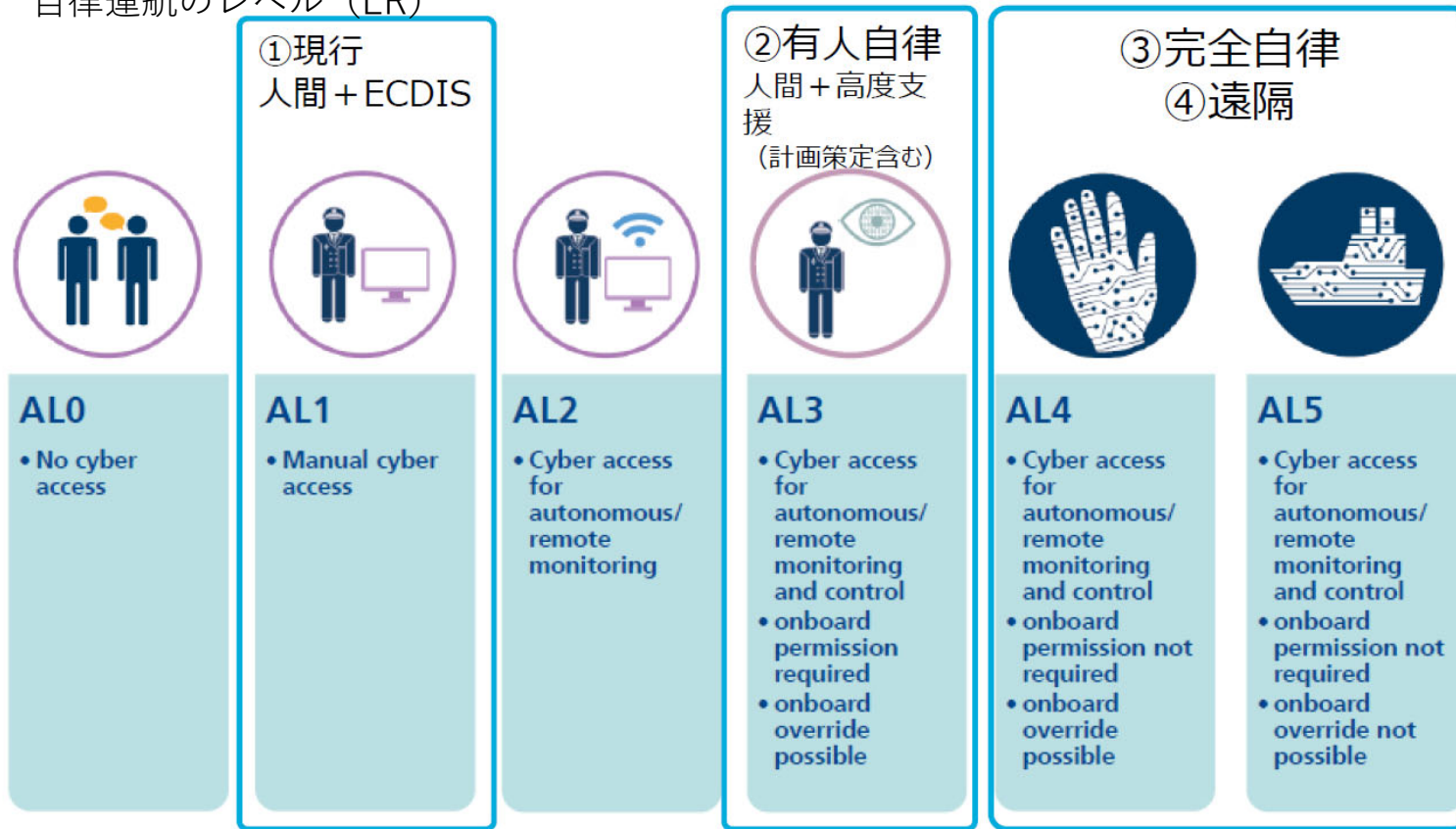
**普及を進める必要！**

内航船も

小型船舶も

**自動/自律運航の法整備！**

自律運航のレベル（LR）



# 鉄道運行における例

## GPS Train Navi (運行支援)



## 省令改正により運行の高度化

現行：

5現示 (6現示) の地上信号機 (ATS)



ATCなど

+ATO ? (位置情報の併用)

さらなる**安全性の向上**へ！

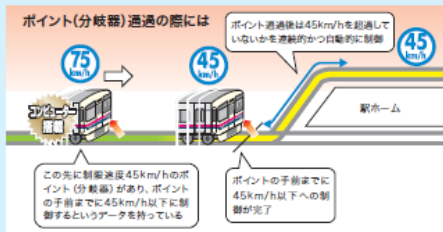
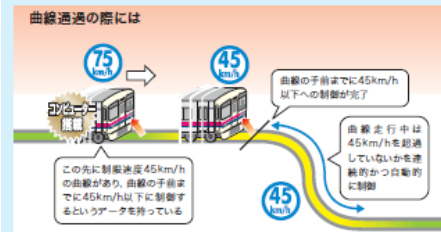
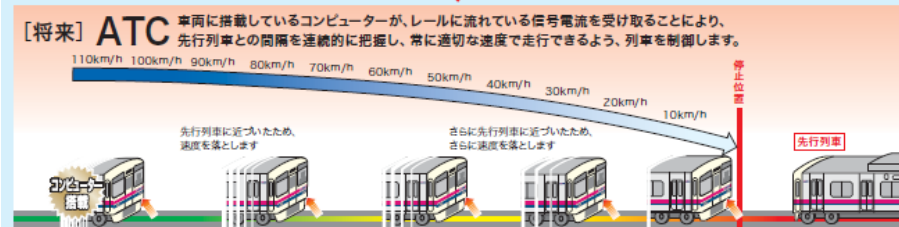
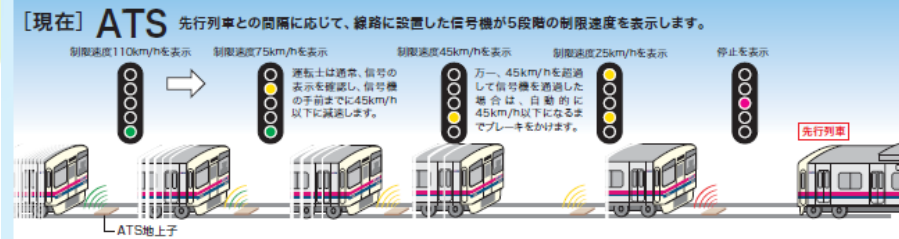
### 自動列車制御装置 (ATC) の導入

昨今の鉄道重大事故などを受け、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の一部を改正する省令」が国土交通省から公布されました。省令の改正では、曲線・ポイント(分岐器)・線路終端等へ列車が進入する際に、安全上支障のない速度まで自動的に減速させることなどができる装置の導入を義務付けています。

運転用の信号システムとして現在採用しているATS (自動列

車停止装置) を改良する方式で、このたびの技術基準の改正に対応はできます。しかし、京王では断片的に「点」で速度を管理するATSではなく、連続的かつ自動的に「線」で列車を制御することができ、ATCに比べさらに安全性の高いATC (自動列車制御装置) で技術基準の改正に対応することとし、京王線の頭線全線にATCを導入していきます。

なお、技術基準の改正に対応すると速度管理が厳しくなり運行に影響が出ますが、ATCはATSより効率的な運転が可能である装置のため、現行の所要時分や運転本数が維持され、運行サービス水準を確保することができます。





# 海上および上空における通信事情

陸岸から離れると通信状況は極端に悪化

- ・ モーリシャス乗揚げ事故
- ・ 知床観光船沈没事故
- ・ 内航船の埼の沖合の輻輳化

船舶では通信手段はほぼInmarsatに限られる。

他には衛星携帯電話もあるが。

我が国沿岸ではセンツウもあるが航空機は対象外。

携帯の回線は沿岸や内海でもつながりにくくなっている。 **改善の方策は？**

デジタル化の時代にも「データ通信」はお粗末な状況

低速ではあるが **VDES・衛星VDESの活用、普及促進を**（小型船舶も含む）！  
AISの代替えにはいけない

	通信速度 (ベストエフォート)	通信料金の例	端末イメージ
インマルサット Fleet Broadband (H20.1~)	(海→陸)最大432kbps (陸→海)最大432kbps	初期費用:14,040円+端末価格 月額料金:68,300円 通話料金: 30円/分	
NTTドコモ ワイドスターII (H22.4~)	(海→陸)最大144kbps (陸→海)最大384kbps	初期費用:3,240円+端末価格 月額料金: 5,292円 通話料金: 97.2円/30秒	
スカパーJSAT Ocean BB (H22.10~)	(海→陸)最大512kbps (陸→海)最大1Mbps	初期費用:10万円 +端末価格(300万円程度) 月額料金:60万円/月(定額)	
イリジウム (H10.11~)	2.4kbps	初期費用:14,040円+端末価格 月額料金: 5,000円 通話料金: 63円/20秒 (音声通話)	
インマルサット GSPS (H24.3~)	2.4kbps	初期費用: 約9万円(端末価格を含む) 月額料金: 4,900円 通話料金: 40円/15秒 (音声通話)	
スラヤ (H25.3~)	(上り)最大15kbps (下り)最大60kbps	初期費用: 3,240円+端末価格 月額料金: 4,900円 6,900円 通話料金: 160円/分 40円/分	

イリジウム

インマルサット

(音声通話)

GSPS

スラヤ

(各社HP情報等より)

航空機では

- ・ Air-To-Ground方式(ATG方式) . . . 陸域の上空のみ (大洋上は不可)
- ・ Kuバンドを用いた衛星通信：12GHz～18GHzの電波
- ・ Kaバンドを用いた衛星通信：Kuバンドより高い周波数 (26.5G～40G)
  - 航空機に対して最大で70Mbpsの通信を保証：Viasat (米国の通信会社)

船舶・航空機ともにDXには程遠い状況

**上空および海上における通信事情の改善 (ブロードバンド化) の必要性！**

インターネットにつながり始めた → セキュリティの問題も！