

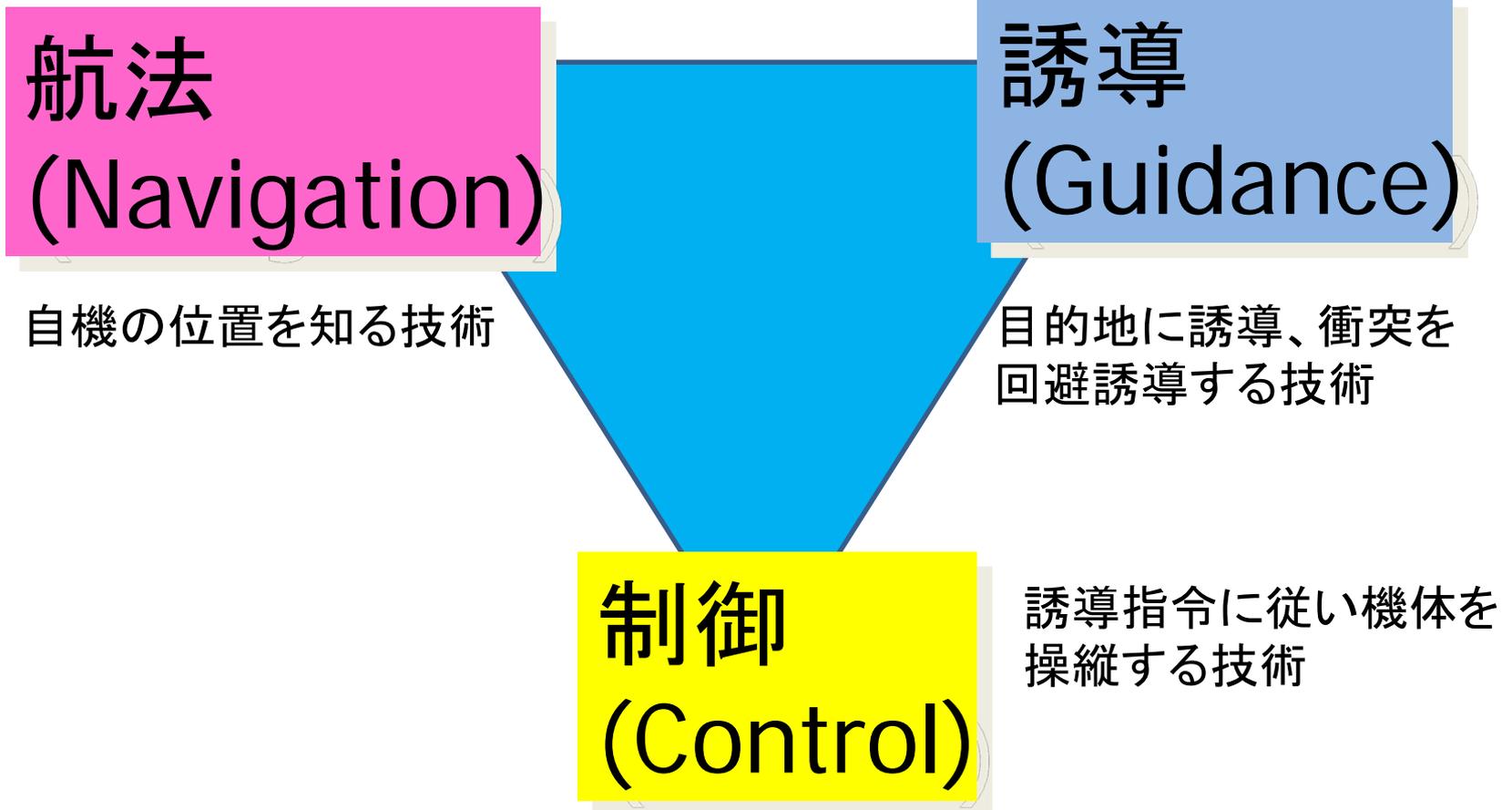
航空機における自動運転の 変遷と展望

2019年9月16日

鈴木真二 東大未来ビジョン研究センター

tshinji@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

自動操縦を支える技術



1903 ライト兄弟初飛行

1935 ポスト世界一周飛行

1988 747-400
FMS

1913 ライト自動操縦

1929 ドリトル盲目飛行

[1987 A320
FBW](#)

1914 スペリー自動操縦

1947 B-47 Dダンパー

1972 トライスター
自動操縦

1900

1910

1920

1930

1940

1950

1950

1960

1970

1980

1990

1920 AMラジオ局

1927 短波放送

1946 VOR局設置

1969 747慣性航法

[1901 マルコーニ
大西洋無線実験](#)

[1942 V2慣性航法](#)

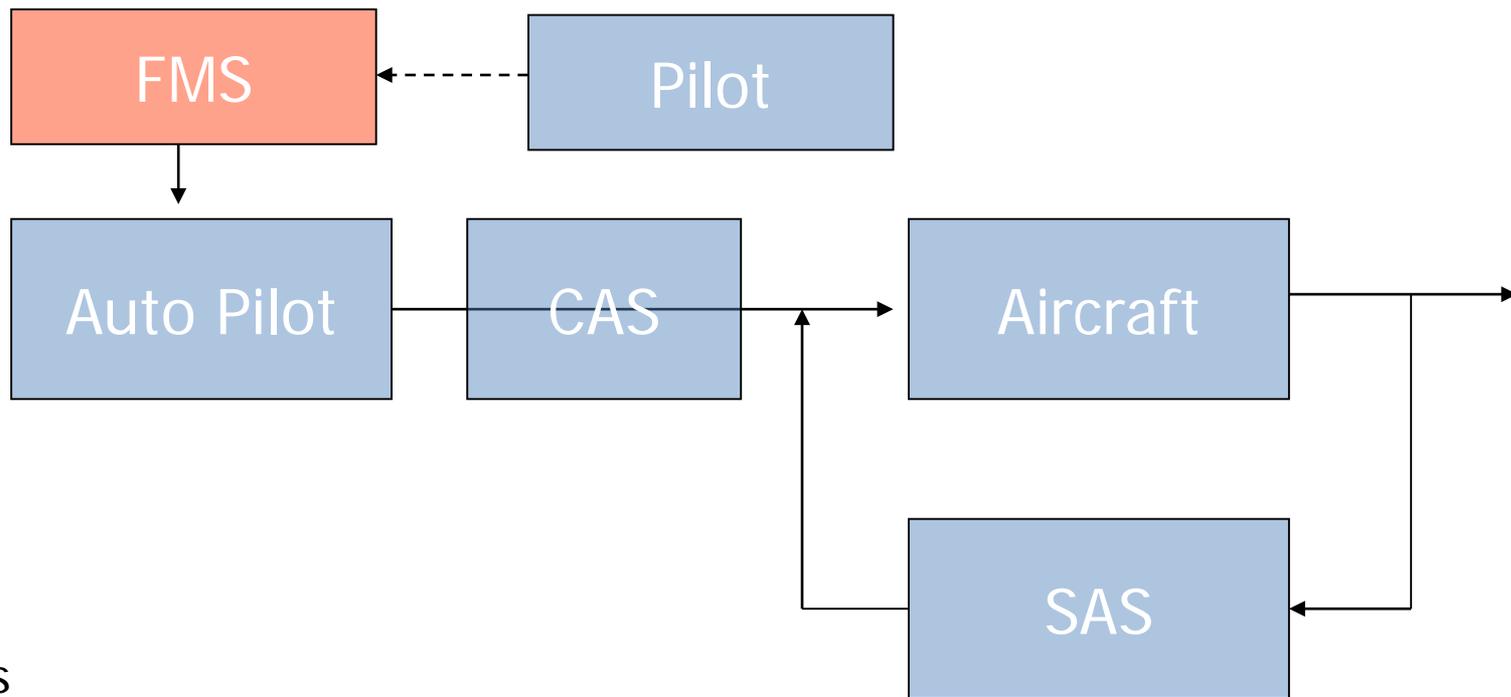
1964 Trident 自動着陸

1935 レーダーの開発

1940s バトルオブブリテン

[1995 GPS
実用化](#)

- STEP1: SAS (安定性を強化)
- STEP2: CAS (操縦性を強化)
- STEP3: Auto Pilot (自動操縦装置)
- STEP4: FMS (飛行管理システム)



完全な自動操縦を拒む要因

- 気象条件(乱気流)
- 空域の混雑
- 突発的な事故や故障
- ヒューマンファクター

自動化と人間機械系に起因した事故

- イースタン航空トライスター401便のマイアミ空港での墜落(1972)
- エア・アンテール航空エアバスA320-100の山中への墜落事故(1992)
- 中華航空エアバスA300-600Rの名古屋着陸中の墜落(1994)
- バシキール航空2937便Tu-154MとDHL611便ボーイング757がドイツ南部ユーバーリンゲン上空で空中衝突(2002)

無人航空機の自動飛行

- 小型無人航空機(ドローン)
 - リスクベースのルール
 - 無人地帯、空域を分離(2018年から事業化)
- 大型無人航空機(国際運航)
 - ICAO(国際民間航空機関)でルール化が進む
 - 地上の遠隔操作のパイロットが管制官の指示に従う
 - PRAS(Remotely Piloted Aircraft System)

ドローン活用のためのロードマップ

空の産業革命に向けたロードマップ

小型無人機の安全な利活用のための技術開発と環境整備

平成29年5月19日

小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会

	現在～	2018年頃～	2020年代頃～
利活用	レベル1 目視内での操縦飛行 レベル2 目視内飛行 (操縦なし)	レベル3 無人地帯での目視外飛行 <ul style="list-style-type: none"> ● 離島や山間部への荷物配送 (補助者なし) ● 被災状況調査、捜索 等 	レベル4 有人地帯での目視外飛行 <ul style="list-style-type: none"> ● 都市の物流、警備 (第三者上空) ● 発災直後の避難誘導 等



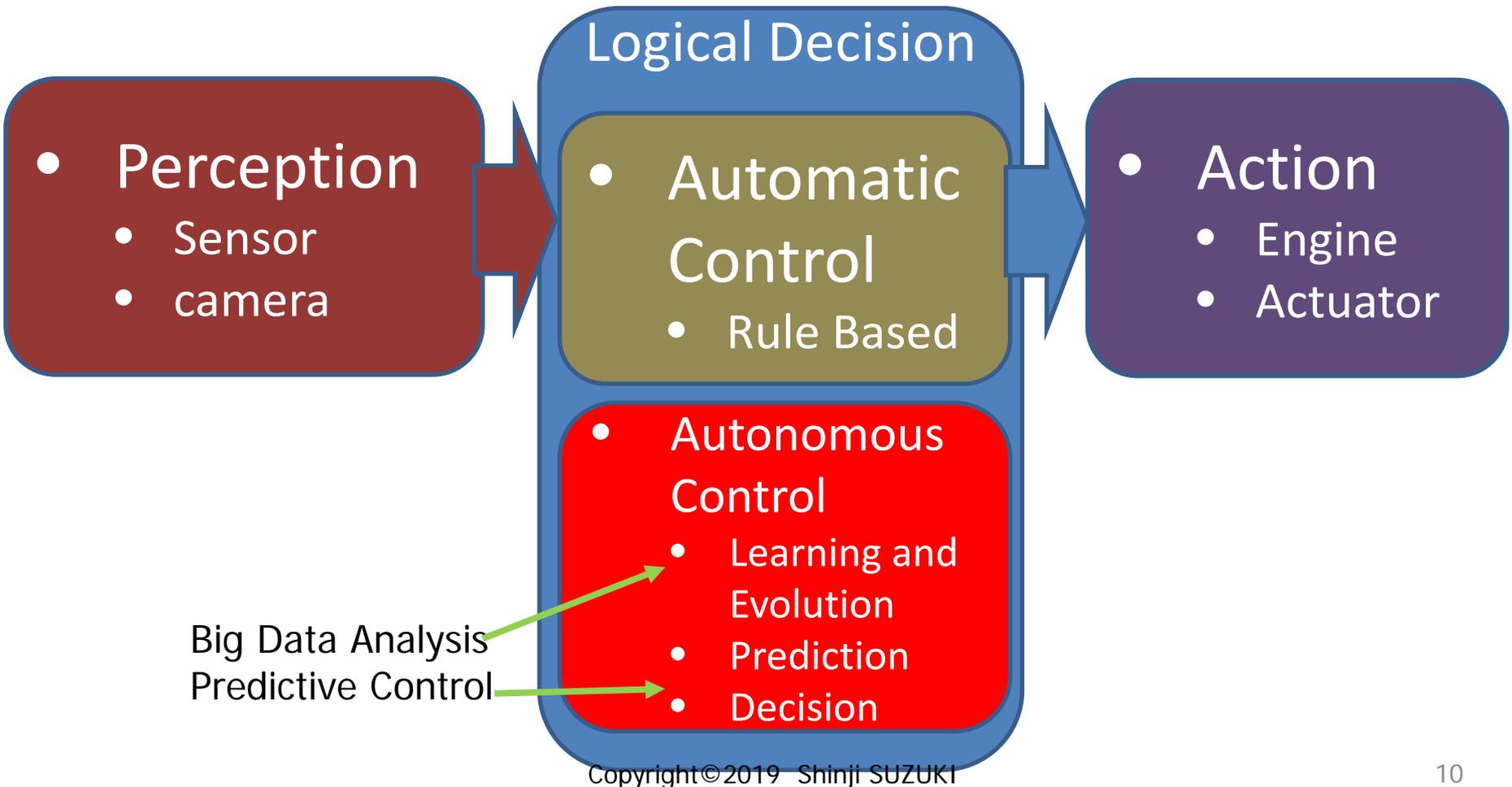
経済産業省HP

政府は2022年に有人地帯の目視外飛行の実現を目標とす

自律飛行の課題

- 自動操縦—パイロットの与えた指令(高度、速度、方位)を機械的に操縦を遂行
- 自律飛行—コンピュータシステムが自律的に状況を判断して操縦を行う
 - センサーの信頼性: エールフランス447便エアバスA330-200型機の海中への墜落(2009)
 - ソフトウェアの信頼性(Do-178)

Automatic to Autonomous



自動車の自動運転へ

- 人間機械系インターフェースの標準化、使用者へのトレーニング（旅客機は機種ごとに操縦ライセンス）
- 低リスク状況からの段階的導入
- システム故障不具合、異常環境への対応（リスク分析、リスク評価による型式証明）
- ソフトウェアの認証、セキュリティー
- 事故調査制度の導入による改善、改良（旅客機では非懲罰が前提で原因究明）

参考資料

- [1]落ちない飛行機への挑戦: 航空機事故ゼロの未来へ (DOJIN選書) – 2014/3/28
- [2]ドローンが拓く未来の空: 飛行のしくみを知り安全に利用する (DOJIN選書) – 2017/3/8
- 10MTV
 - http://10mtv.jp/pc/content/lecturer_detail.php?lecturer_id=136
 - [3]ドローンが拓く「空の産業革命」
 - [4]航空機事故ゼロをめざして