

「空飛ぶクルマ」ロードマップ作成に向けて

2018年10月2日(火)

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科

中野 冠 nakano@sdm.keio.ac.jp

空飛ぶクルマ研究ラボ

FLYING CAR RESEARCH LAB.

Purpose and Target of the Lab

The purpose of the lab is to design transportation, business, and aircraft systems of 3D transportation using flying cars, as the basis for launching a start-up with competence in the world markets. The lab also aims to develop a consortium by actively collaborating with the industry, government and academia within and outside Japan. We are committed to solving transportation-related social issues in the 21st century.



(機体のイメージ:CARTIVATOR提供)

近い将来のベンチャー輩出と実現に向けた政策立案を目指し、機体設計および事業面や交通システムを包括的に研究

空飛ぶクルマラボの研究内容

用途

エアタクシー、エアコンピュータ、
災害救助、離島間交通、救急
医療、エア警察

対象地域

日本、アメリカ、欧州、中東、
アジア、アフリカ

研究内容

- ステークホルダー分析
- 全体システムのアーキテクチャ
- 技術成立性検討とロードマッピング
- ビジネスモデリング&シミュレーション
- 機体システムの要求仕様定義
- 運航管理アルゴリズム
- システム標準化
- 都市構造設計

機体仕様

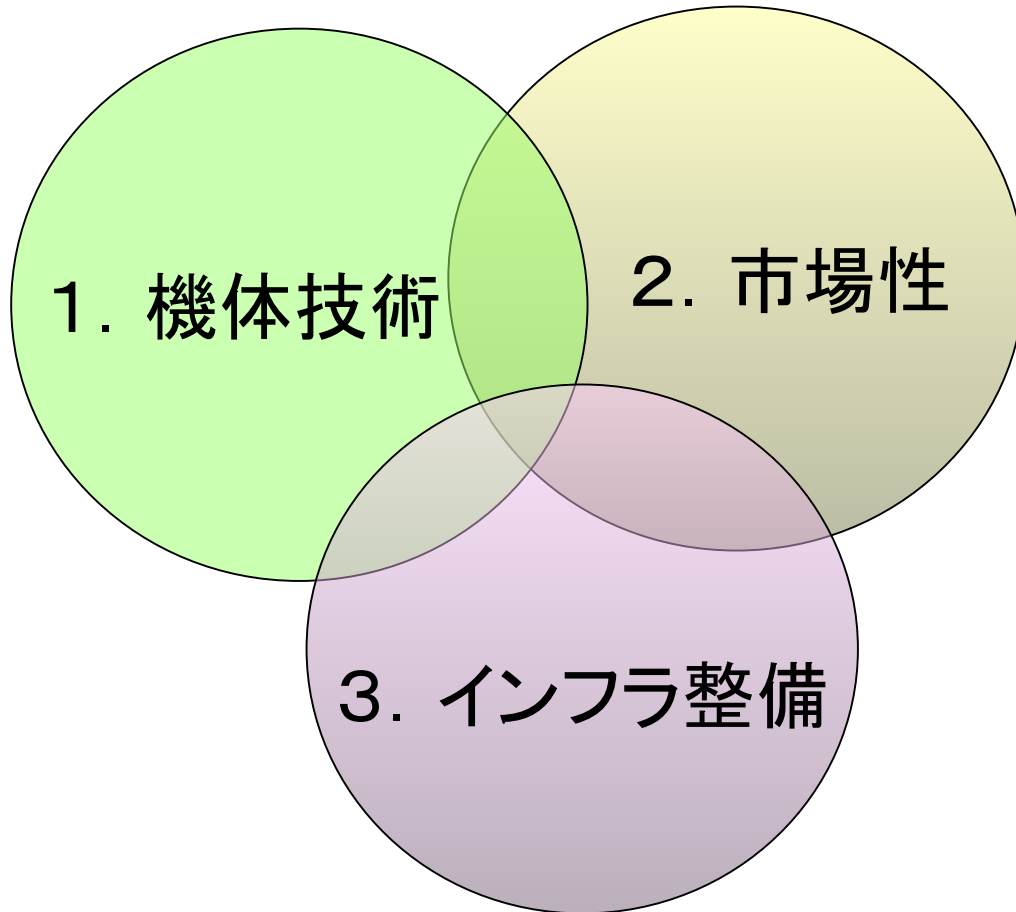
自動運転、安全性、静粛性、
環境性、風、夜間飛行、認証、
地上移動との接続、隊列運航

全体システム

住民と消費者受容性、都市構造、
法規、管制、運行管理、気象予測、
3次元ITS、離着陸インフラ、パイ
ロット養成、メンテナンス、機体とソ
フトウェア認証、サイバーセキュリ

ティ、保険、シェアビジネス

空飛ぶクルマのシステムデザイン



- ロードマップ作成には、スパイラルな検討が必要
- 実現には、統合したシステムデザインが必要

1. 機体技術

機体技術(eVTOL)と機能

2018/2~8

1人乗りで約20分間飛行(ビデオ)

(Kitty Hawk, Ehang 184, Opener Blackfly)

・レジャー用途

しっかり
検証

近々?

2人乗りで30分間飛行

Volocopter 2X(開発中)

・操縦者付きビジネス用途

- 安全性
- 静粛性
- 飛行安定性(風など)
- 充電時間
- コストの検証

電池の
進歩

Uber計画(2023?)

最長24分、最速240-320km/h

高度300-600m, バッテリ400Wh/kg以上

4人乗り

軽量化

さらに多くの乗員

センサ等の小型化、低コスト化

完全自動化

騒音低減

夜間飛行

小型化

公道も走る

さらに多くの乗員

機体技術の課題について

■ バッテリー・軽量化

バッテリーは、今後重量エネルギー密度の大きな改善が期待され、軽量化もあれば、2020年代には4人乗リエアタクシーが理論的には実現可能と考えられる。**材料技術に強い日本に勝機があるのではないか。**

■ 安全性

故障落下時の乗員と地上の安全、他の飛行体との衝突防止の自動化が重要。完全自動化の段階ではソフトウェアのデファクト化か？

■ 静粛性

ヘリコプターより格段によくなる期待はあるが、実現は容易でない。

ドローンとの違い

- 機体技術
- 市場性
- ▲インフラ

相違	項目
ドローンと空飛ぶクルマ共通点	<ul style="list-style-type: none">●飛行、安全性、静粛性、ダウンウォッシュ・ビル風対策、軽量化、自動化など機体技術▲運航管理、空間情報管理、夜間飛行技術▲サイバーセキュリティ、テロ対策
空飛ぶクルマ独自の点	<ul style="list-style-type: none">●安全性(航空法で耐空証明、型式証明がより厳しい)■技術制約(バッテリーなど)、社会受容制約の中でのビジネス性▲搭乗者保険●快適性(騒音、安定性)■地上移動とのシームレスなサービス

無人飛行実験で十分安全性を確認しつつ、技術制約を考えた応用で順次実現

2. 市場性

市場の特徴と課題

- 利点
- 課題
- ▲利点でもあり課題でもある

都市エアタクシー、エアコンピューター

- 世界の都市渋滞は深刻で市場が大きく、経済効果大
- 技術的に比較的容易
- 国際競争主戦場
- 社会受容性(安全、騒音)が大きな課題

災害救助

- 社会受容性は高い
- 南海トラフ地震など大災害の予測
- 自衛隊と技術共用
- 常用の使い道が必要
- ▲着陸のフレキシビリティ

救命救急医療

- 社会受容性は高い
- アメリカでは日本の約16倍のDr.ヘリ(民間主導)
- 着陸場の省人化
- フライトドクターの数に制約
- ▲患者の近くまで行ける、夜の運航が差別化(患者の約5割が夜)

離島交通・観光

- 全国420の有人島
- 技術・インフラ面で比較的容易
- ▲収益性(観光との組み合わせ必要)

過疎地交通・観光

- JR廃線後の交通手段(インフラ整備軽減)
- 北海道でほぼ全てのJR路線が赤字(年間525億円)
- 現在、限界集落が16,000
- ▲収益性(観光との組み合わせ必要)

エア警察

レジャー

実現の難易度

産業振興

都市エア
タクシー

早い実現可能性

離島交通・観光

過疎地交通・観光

高い社会的ニーズ

災害救助

救命救急医療

ビジネス環境

世界共通

各国特殊性

運航管理システム

開発中

既存、拡張中

騒音・ダウンウオツ
シュ対策必要性

大きい

比較的小さい
さらに大きい

経済性

高い

低い

社会受容性

低い

高い

用途を分けてロードマップを作成したほうが良い¹⁰

トータルモビリティ社会

地上と空の統合サービスのイメージ

1. Mobility as a Service (MaaS)
2. オンデマンドサービス、Park&Fly
3. 鉄道修理において、行きは空飛ぶクルマを用いて現場に急行し、帰りは修理要員は鉄道、空飛ぶクルマは自動帰還する



鉄道、自動車、ITベンチャ、保険業界が早くから参入することを期待

3. インフラ整備

インフラの課題

一般

- 耐空証明、型式証明(安全認証)
- 強制、任意保険及び再保/共保プール
- ドローンとの住み分け(高度など)
- サイバーセキュリティ対策
- 悪意を持つ飛行体対策



<http://theconversation.com/the-future-of-flying-cars-science-fact-or-science-fiction-76701>

都市部

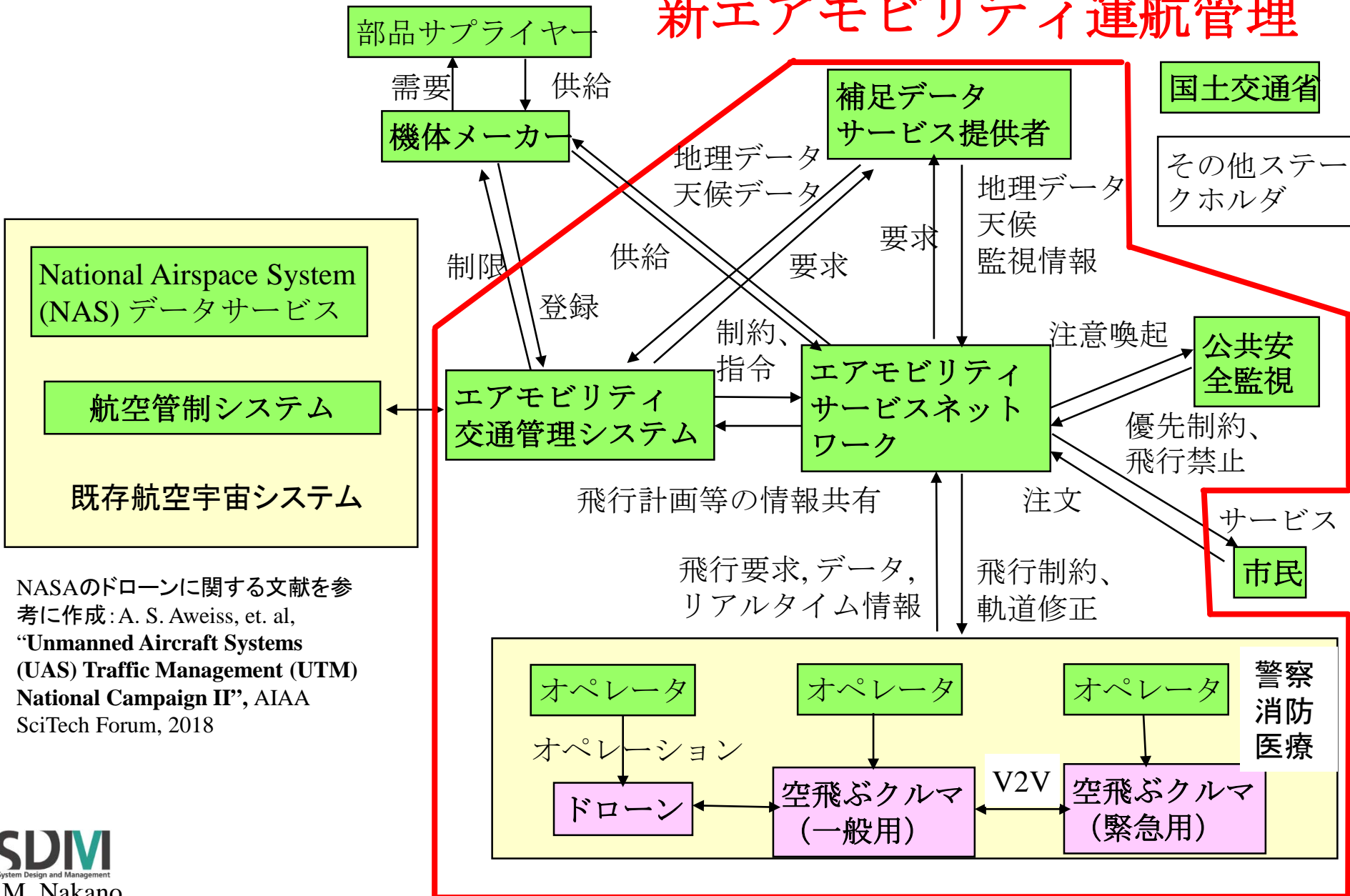
- 都市部における3次元交通管理(ドローンも併せた管理、機能・性能の違いを考慮した管理、国際標準化)
- サービスプラットフォームの標準化

災害、医療

- 夜間飛行ルール
- 電線など障害物のマップ、検知
- 発着場(地上の安全確保)の自由度

3次元交通管理システムのアーキテクチャ

新エアモビリティ運航管理



NASAのドローンに関する文献を参考に作成: A. S. Aweiss, et. al, "Unmanned Aircraft Systems (UAS) Traffic Management (UTM) National Campaign II", AIAA SciTech Forum, 2018

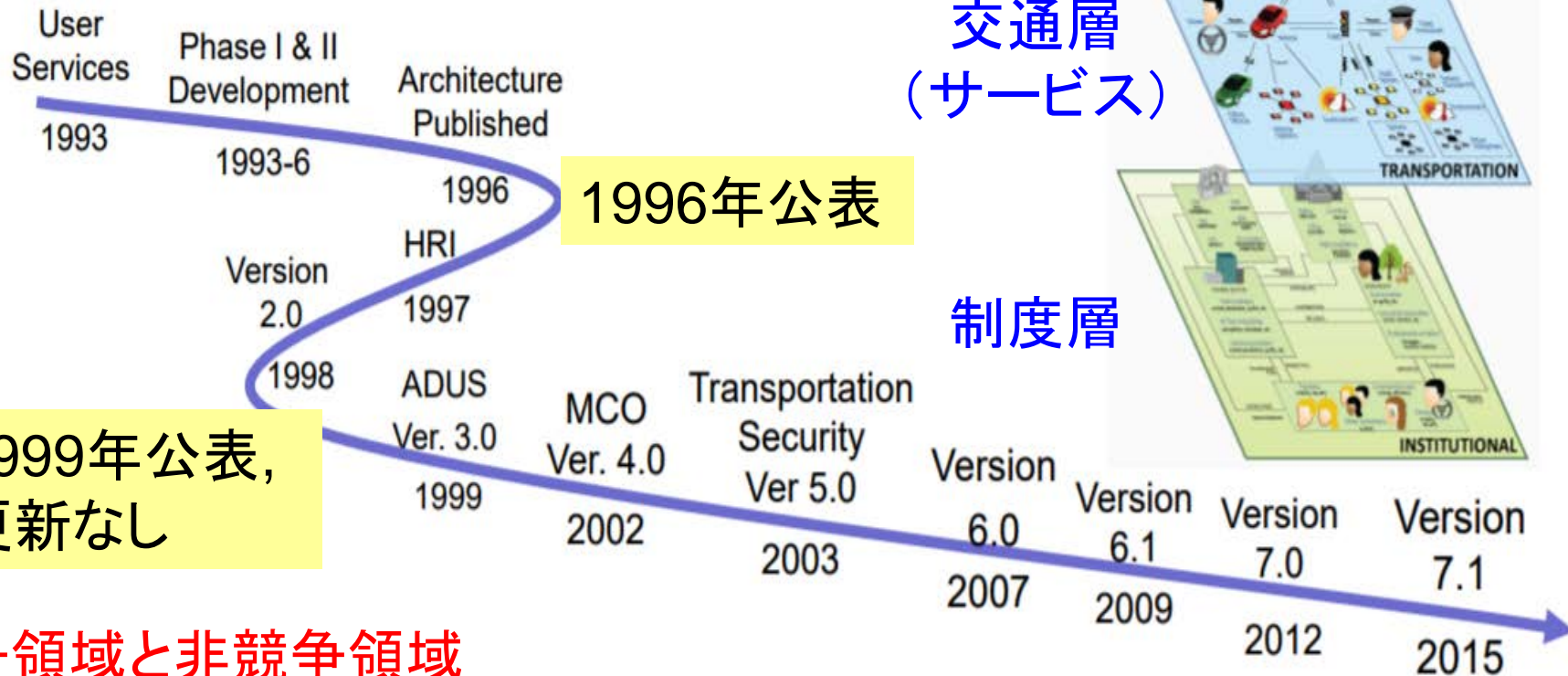
サービスプラットフォーム標準

米国ITSアーキテクチャ

ITS: 高度道路交通システム

Source: U.S. Department of Transportation ITS Joint Program Office

標準化—企業参入の容易化



通信層

交通層
(サービス)

制度層

1996年公表

日本1999年公表,
以後更新なし

2012年Connected Vehicle Environment追加

- 競争領域と非競争領域
- デファクトとデジュール

まとめ

空飛ぶクルマの2020年代実現に向けたロードマップ作成において、

1. **機体技術**: バッテリー開発、軽量化、安全対策、騒音やダウンウオッシュ対策、夜間飛行、空陸両用などの技術開発が必要
2. **市場性**: ロードマップの時間軸検討では、都市交通、離島・僻地、災害救助・救命救急医療の3つなどユースケースに分けて考える方が効率的
3. **インフラ**: 標準開発が早期に望まれる（標準: 安全認証、機体ソフトウェア、運航管理、サービスプラットフォーム）

ご清聴ありがとうございました