

第1回空の移動革命社会実装大阪ラウンドテーブル
基調講演

空飛ぶクルマの現状 と大阪のポテンシャル

(web公開用)

2020年11月17日(火)

大阪府新別館南館

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

Keio University



M. Nakano

目次

1. 「空飛ぶクルマ」への期待
2. 実現のための課題
3. ビジネスモデルと
大阪のポテンシャル
4. まとめ

一般書



技術書



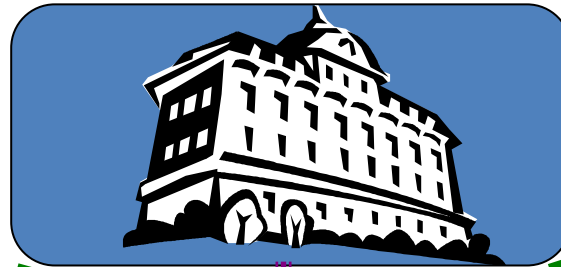
Keio University



M. Nakano

社会・技術アプローチ

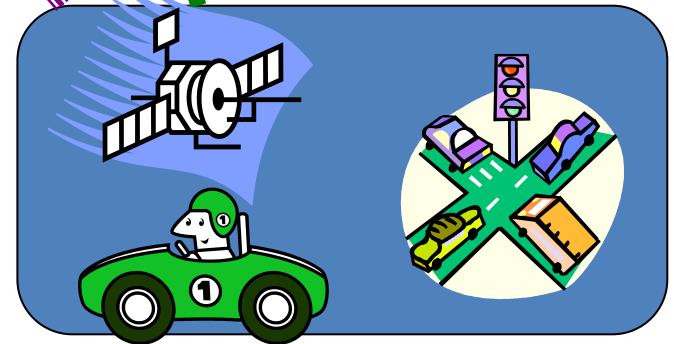
政府(中央、
地方)の政策



社会システム
デザイン



生活者の受容



企業の技術革新、ビジネス



1. 「空飛ぶクルマ」への期待

Keio University



M. Nakano

空飛ぶクルマへの期待：大衆化された空の乗り物

■ 地上も空も自由に運転したい

- ・空陸両用車（渋滞回避、美しい景色）
- ・免許が簡単に取れる（自動車免許＋ α 程度）
- ・滑走路を必要としない（垂直離着陸で狭い場所にも）

■ 大衆でも利用できる価格で高速移動

ヘリコプターに比べて

- ・低い運賃（チャーター40万円以上→オンデマンド片道1万円以内目標）
- ・低い維持コスト（個人や会社所有可能）
- ・様々な意匠デザイン（差別化）

官民協議会ロードマップ (2018.12.20)

空の移動革命に向けたロードマップ

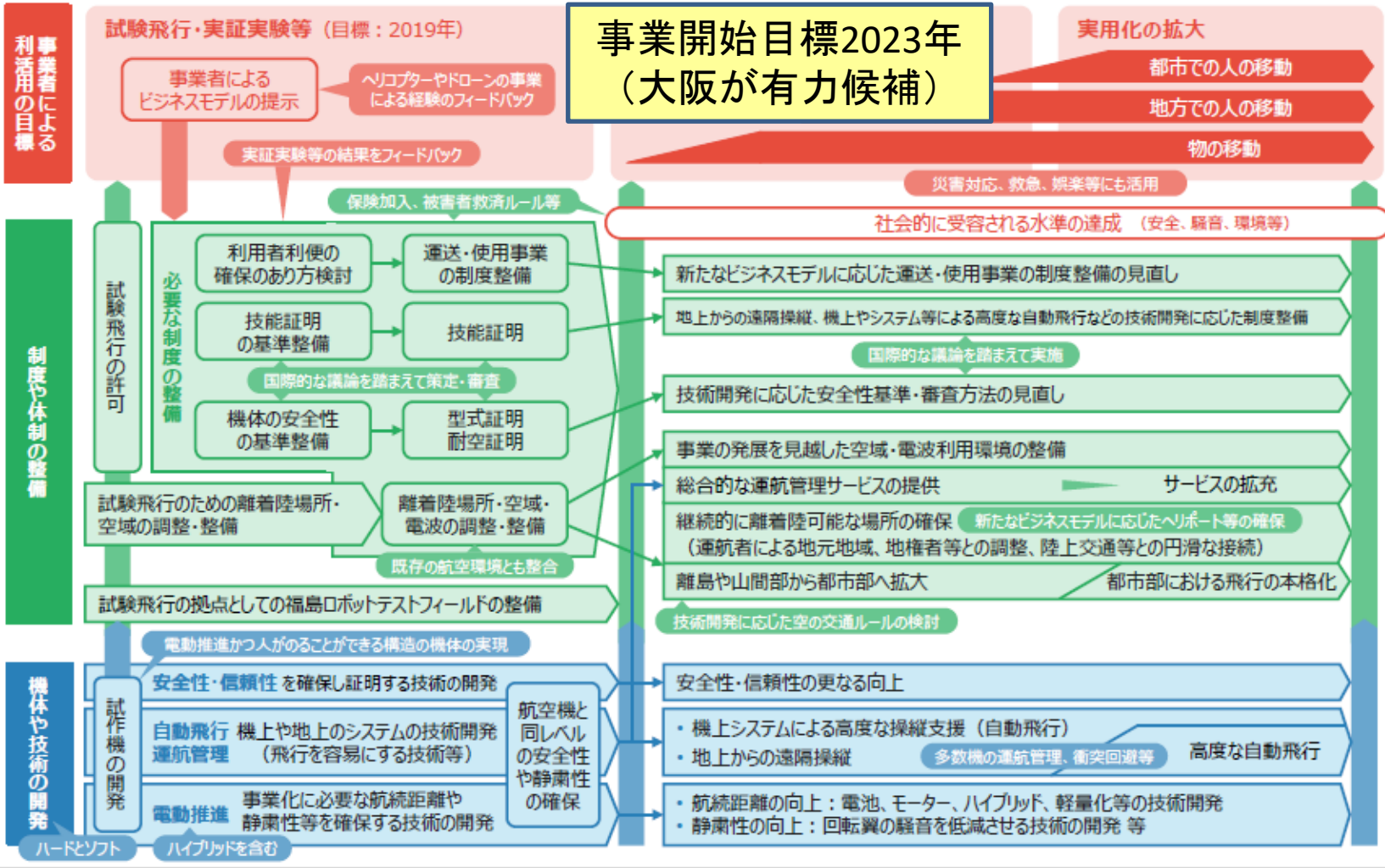
2018年12月20日 空の移動革命に向けた官民協議会

このロードマップは、いわゆる“空飛ぶクルマ”、電動・垂直離着陸型・無操縦者航空機などによる身近で手軽な空の移動手段の実現が、都市や地方における課題の解決につながる可能性に着目し、官民が取り組んでいくべき技術開発や制度整備等についてまとめたものである。(注)今後、他の輸送機器・機関の開発動向を踏まえ、空の利用に関するグランドデザインが必要になることを留意。

2019年～

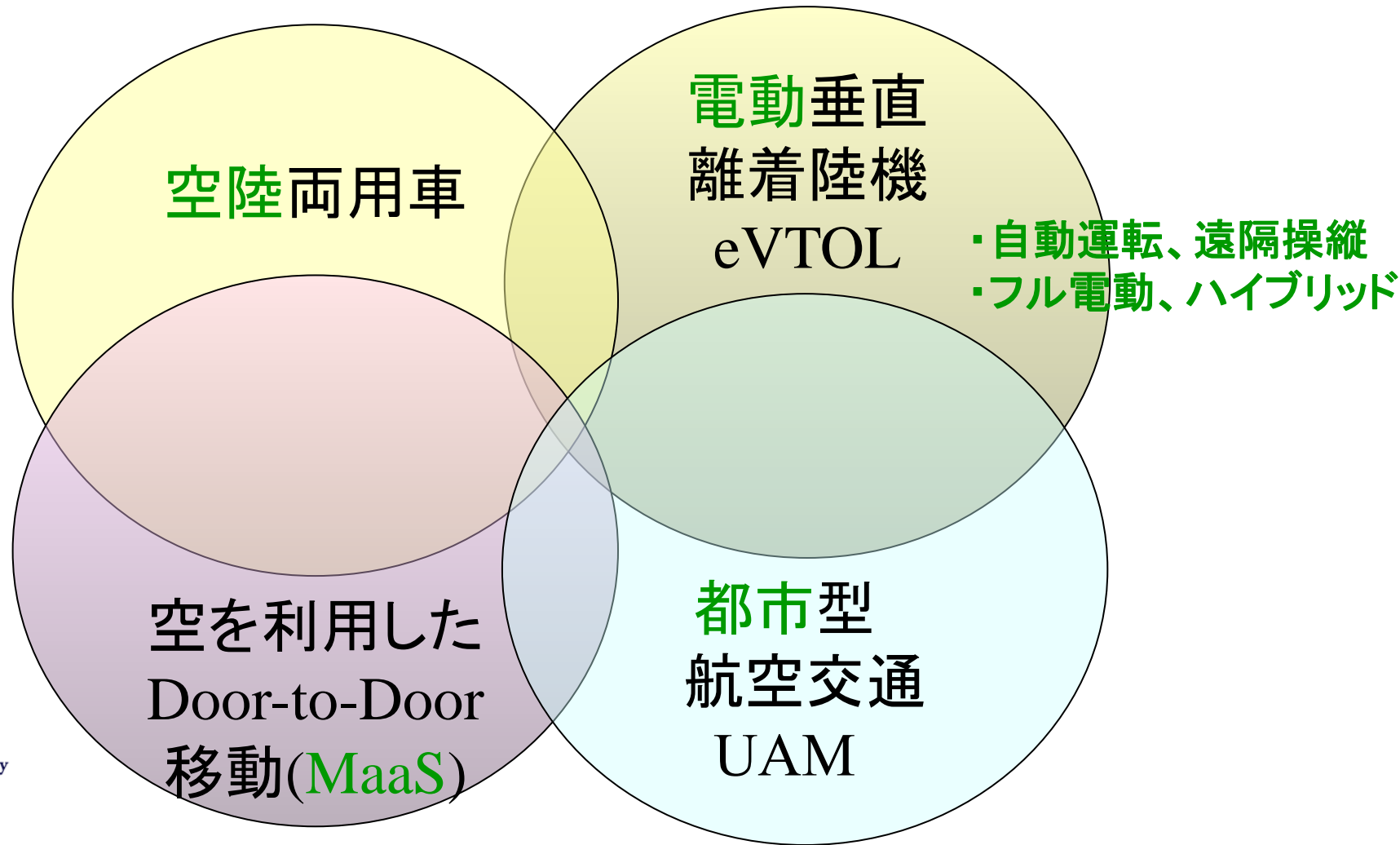
2020年代半ば

2030年代～



Keio
 CLAMMS

空飛ぶクルマの定義



機体の構造

回転翼推力方向	固定 技術的に容易		可変 Vectored thrust 効率よいが 機構が複雑
	1方向 低速	2方向 リフト+クルーズ デッドウエイト	
固定翼	マルチコプター Volocopter SkyDrive		
なし 技術的に容易		コンパウンド Aurora (Boeing)	チルトローター Joby Aviation Bell Nexus チルトウイング Airbus Vahana
あり 高速			

用途

① タクシー

大都市内

地方交通

2次交通

② 所有

個人

企業オーナー

大企業

③ 公共

エアメトロ

災害救助

救命救急医療

警察

④ 地方活性

離島交通

過疎地交通

テレワーク企業

⑤ エンタメ

遊覧観光

レジャー

競技

離着陸場のイメージ

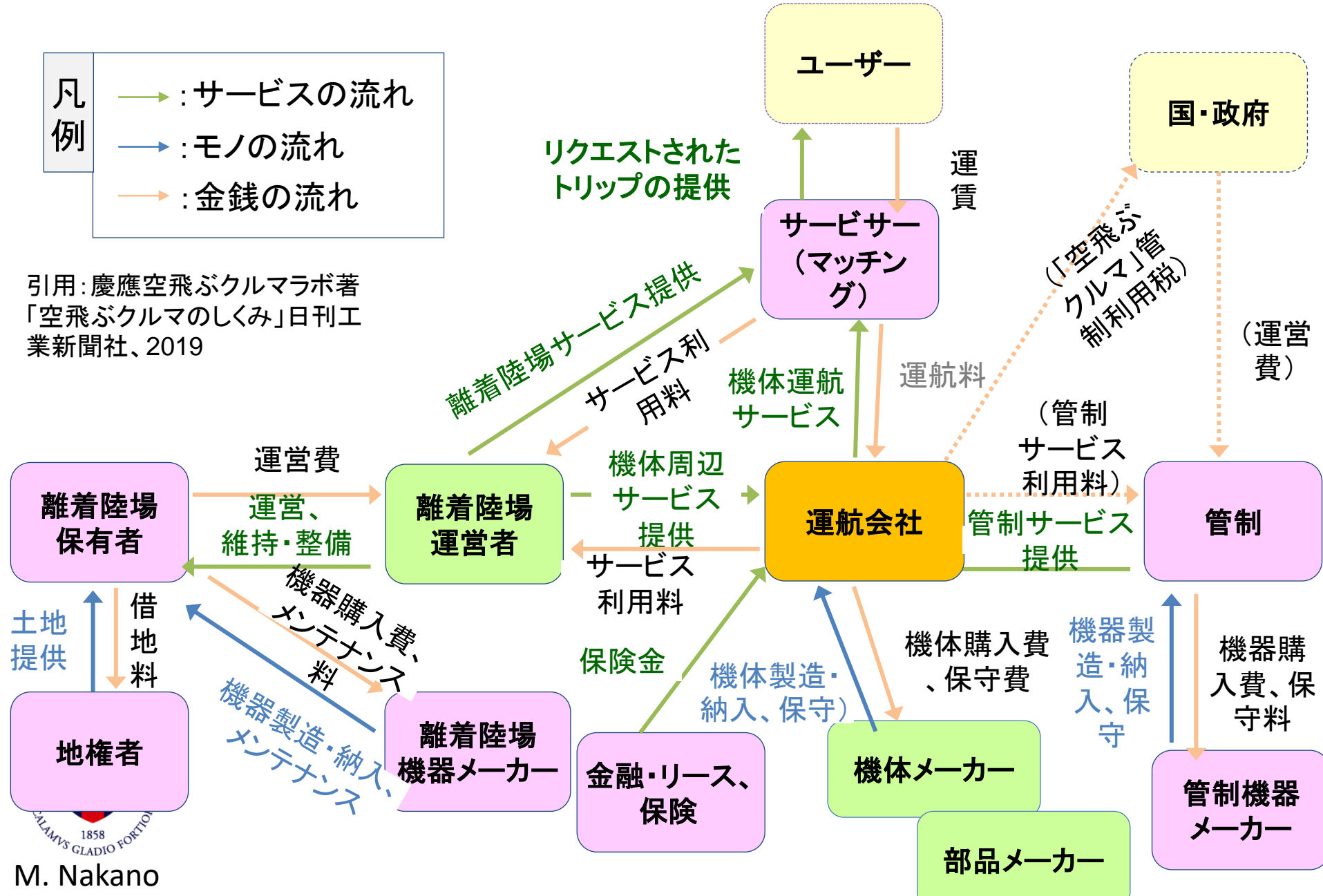


サービス企業

凡例

- (緑) : サービスの流れ
- (青) : モノの流れ
- (赤) : 金銭の流れ

引用: 慶應空飛ぶクルマラボ著
「空飛ぶクルマのしくみ」日刊工業新聞社、2019



国内企業の動き(私見)

機体メーカー

ベンチャ

- 早期実現に意欲(資金調達競争)
- ドローン用途も視野
- 比較的開発が容易なマルチローター型で純電動が多い

航空機メーカー

- 軍事用途・ライセンス生産で利益、市場競争リスクに及び腰
- 社内検討に長時間
- ハイブリッド、チルトローター型など検討

自動車メーカー

- 長年社内開発
- 自動車のCASEに注力して優先度が低い
- 事故によるブランド失墜を心配

部品・設備会社

- 機体メーカーからの注文待ち
- 外国企業とも商談
- 社内開発

運航会社

- 機体待ち(海外企業から情報収集も)
- ヘリ事業との競合を心配

サービス会社

- ヘリコプターで実証実験
- ドローン事業優先
- 連携模索

2. 実現のための課題

Keio University



M. Nakano

課題(1)

- eVTOL特別
- ヘリでも同じ
- ヘリ以上の期待

■ 安全性

新技術が成熟するまで時間がかかる。機体故障時の安全な着陸

■ バッテリーの性能向上

地上の車と同様ハイブリッドが主となる可能性もある

■ 飛行の保証

気象状況(風、雨、雲、雪)によって飛べないことを減らす

■ 社会受容性

安全、騒音、のぞき

Keio Univer



課題(2)

- eVTOL特別
- ヘリでも同じ
- ヘリ以上の期待

■ サイバーセキュリティ、テロ対策

■ 騒音、吹きおろしの低減

離着陸時、搭乗時の騒音対策が必要。翼先端速度低減

■ 自動運転

パイロット不足への対応(資格の取得を容易に)、自家用車

■ 運航費の低減(運賃の低減)

2点間オンデマンドで1万円以下なら大きな需要がある(ラボ調査より)

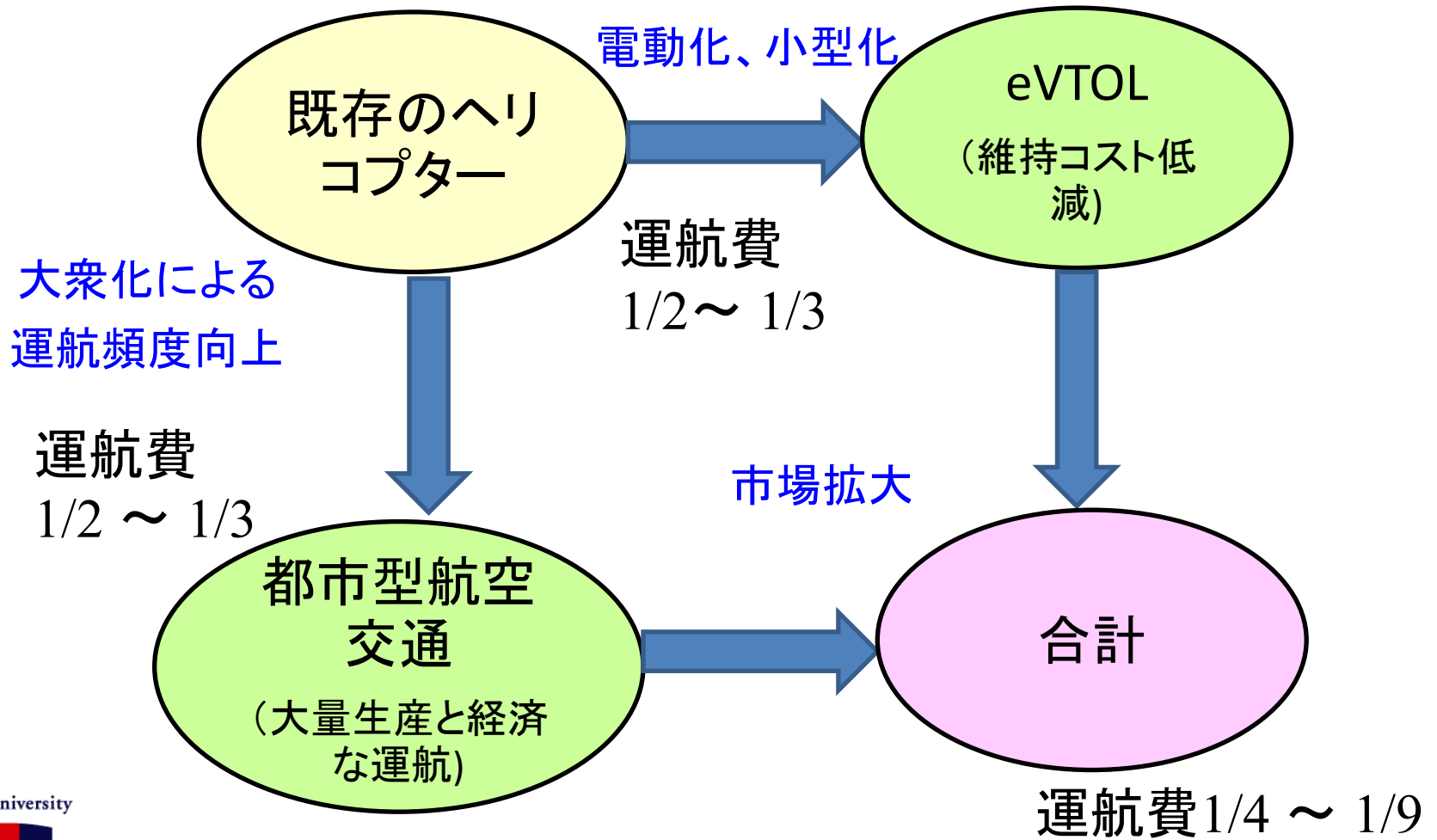
安全認証

10^{-9} は、10億回に1回

EASA(欧州航空安全機関) Special Condition for Small-Category VTOL Aircraft (2019/7/2)

	最大乗員数	故障レベルの分類			
		軽微	重大	危険	致命的
強化カテゴリ (人口密集地)		$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-5}$	$\leq 10^{-7}$	$\leq 10^{-9}$
基本カテゴリ	7-9	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-5}$	$\leq 10^{-7}$	$\leq 10^{-9}$
	2-6	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-5}$	$\leq 10^{-7}$	$\leq 10^{-8}$
	0-1	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-5}$	$\leq 10^{-6}$	$\leq 10^{-7}$

運賃低下の方向性



メーカー: 5年間で200台以上製造
運航会社: 1事業所10機以上で運航

社会受容性(安全、騒音、のぞき)

騒音など機体設計の要件定義のために
社会ゲーム(合意形成)を開発

社会ゲーム

(by 慶應空飛ぶクルマラボ 海野)

実施場所

凡例

技術専門家

非技術専門家

長崎(15名)

参加者: 県庁・市役所職員
交通事業者、一般市民

札幌(10名)

参加者: 経産省、新聞社、
交通事業者、一般市民

東京(5名)

参加者: ECLAIRコンソー
シアムメンバ

横浜(5名)

参加者: 一般市民
(航空関係者)

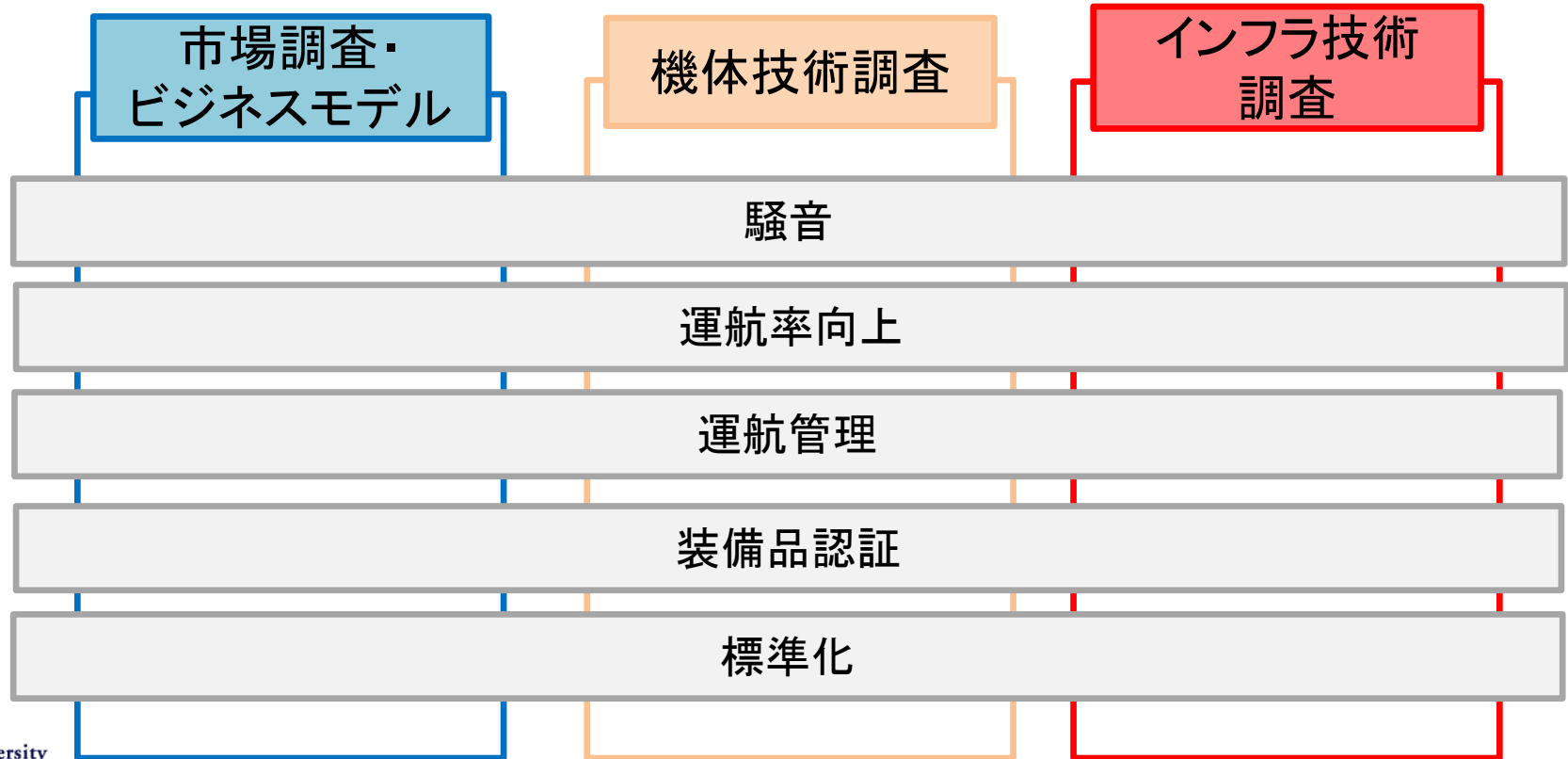
- 工業団地、観光地で
離着陸場建設に寛容
- 小中学校上空飛行に
反対

Keio University



ECLAIR「小型電動航空機のビジネスモデル 並びに地上インフラの検討」サブグループ

サブグループ構成: 3チーム+5つの横串チーム



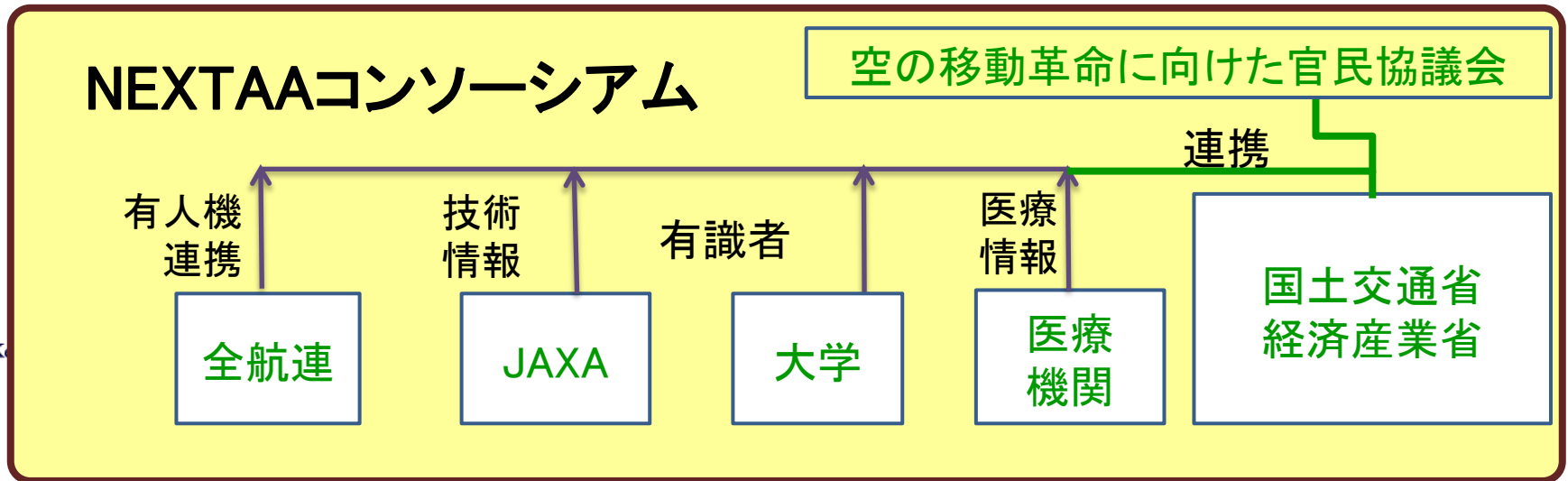
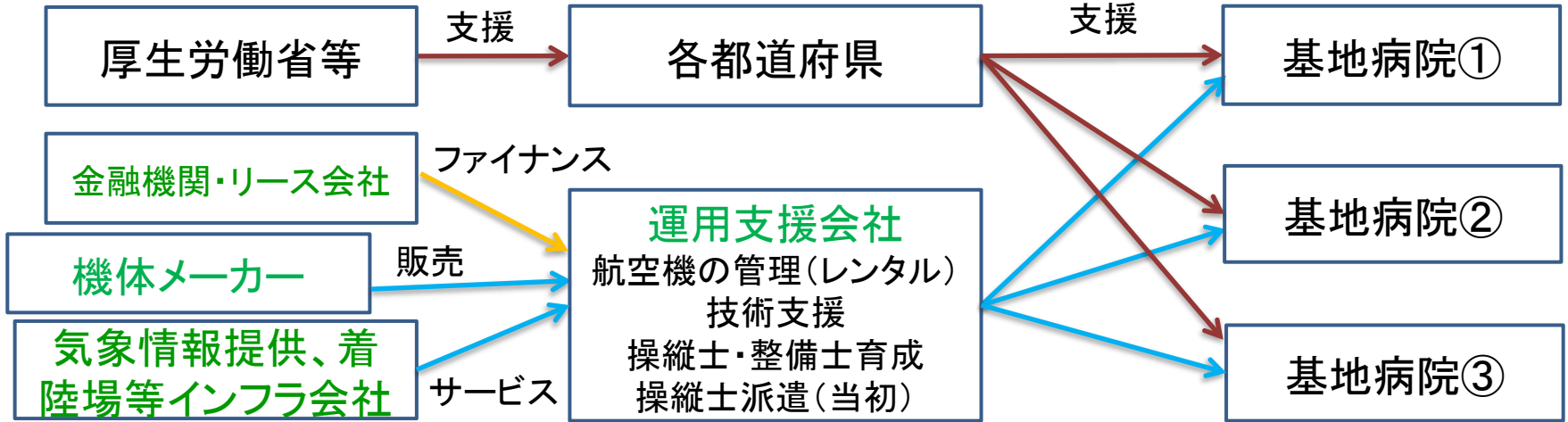
Keio University



(2020年9月14日現在)

オブザーバー参加: 経済産業省、国土交通省

NEXTAA:「空飛ぶクルマ」による 医師搬送システム検討コンソーシアム体制



実現までのプロセス例（私見）

Step1: 既存ヘリのオンデマンド実証実験

高価格で収益性は低い

Step2: 既存ヘリ事業で、eVTOLを利用

遊覧観光、ドクターヘリなど。フル電動でもバッテリー制約が少ない用途

Step3: eVTOLによるオンデマンドビジネス

ハイブリッド、高運航率でビジネス用途に市場拡大

Step4: 自家用車

自動化レベル向上

Step5: Air Metro

大型化

Step 6: 空陸両用車

小型化

3. ビジネスモデルと 大阪のポテンシャル

Keio University



M. Nakano

現地調査による事業性検討

インタビュー

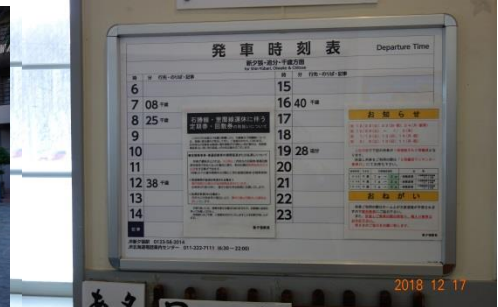
- 役所、商工会
- ヘリ、セスナ、フェリー運航会社(パイロット、管理者)
- ホテル、タクシー会社、観光業者、企業
- 病院(ドクターヘリ、離島診療所)
- 住民(小中学校長、漁師など)
- ヘリメーカー

ニーズと課題抽出

要件定義
(機体、インフラ)

市場規模推定
(潜在需要)

事業性確認
(機体メーカーと運航会社)



現地調査先

① タクシー

東京、バン
コク、マニラ

大都市内

鳥取、
大分

地方交通

2次交通

ニセコ、
長崎、**大阪**

② 所有

東京(超
富裕層)

個人

企業オーナー

東京(高級
外車販売
店)

社有

③ 公共

エアメトロ

災害救助

救命救急医療

警察

旭川、千葉、
米子、沖縄、
長崎、石垣

④ 地方活性

離島交通

石垣島、壱岐
(テレワーク)、
直島

過疎地交通

夕張

⑤ エンタメ

遊覧観光

瀬戸内、西表島、
チェンマイ

レジャー

富良野

観光地間輸送

北海道、沖縄、
セブ

大都市大阪のポテンシャル

1. 空港から万博及び特定複合観光施設(IR)への2次交通

- ・必要機数が多く、運賃が高めなので事業性が高い(機体メーカー、運航会社)
- ・海上の飛行、短距離で技術的に比較的容易
- ・空飛ぶクルマ普及加速の起爆剤

2. 富裕層の個人所有、企業の社有車

- ・超富裕層(財産3000万ドル以上)は2017年大阪が世界10位(2700人)¹⁾
- ・国内で空飛ぶクルマ個人所有(オーナー企業を含む)市場は1兆円以上

1) : <https://www.nippon.com/ja/features/h00305/>

3. 大都市内交通

- ・離着陸場建設が容易でない、利用者の多くは夜間で騒音対策が難しい
- ・東京に比べて空域、気象条件が大幅に優れる

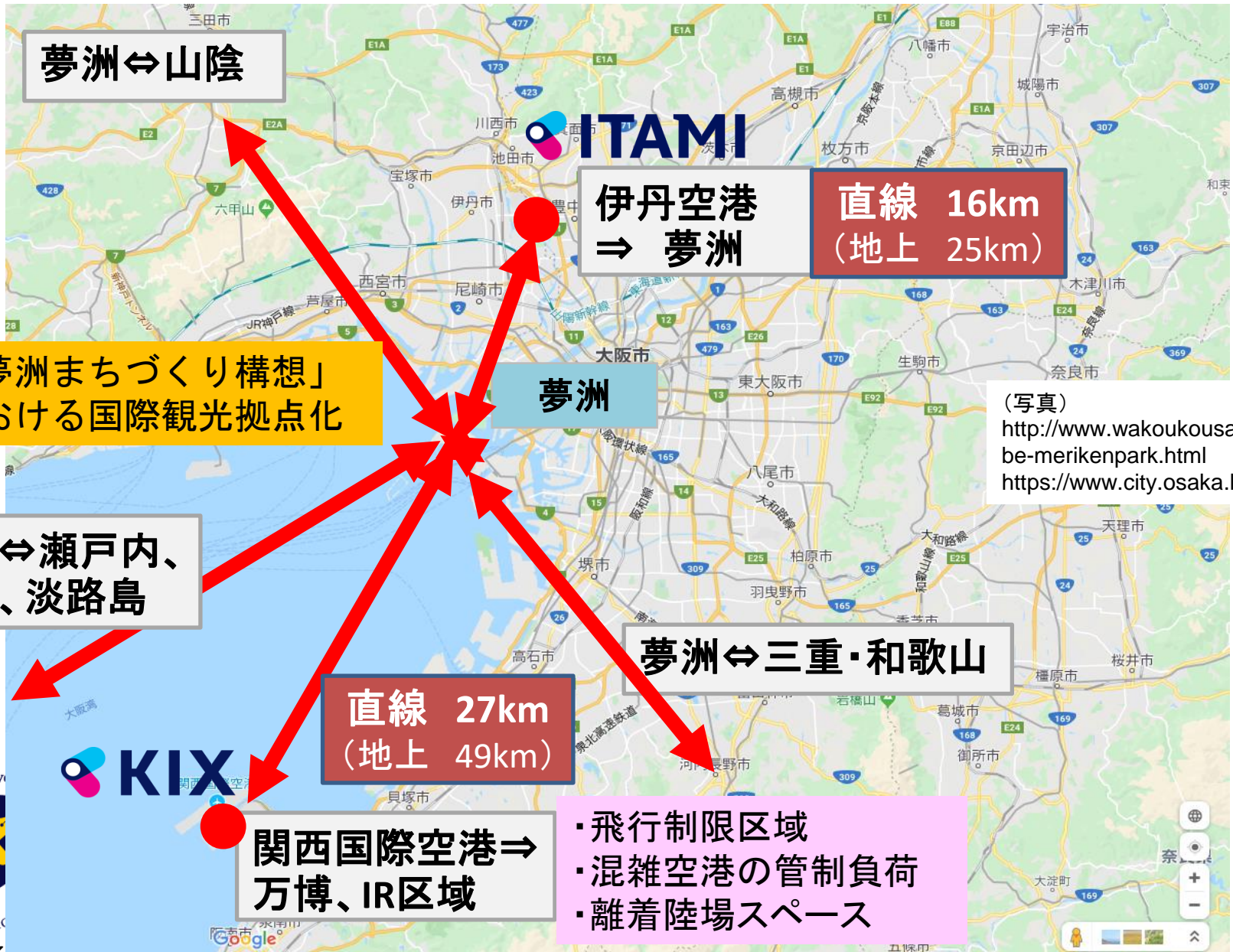
4. 大阪をハブとした関西圏ビジネス、観光

- ・神戸、和歌山、奈良、京都、四国、中国、北陸、三重などの広域連帯。特に瀬戸内海は気象条件が良く実現しやすい

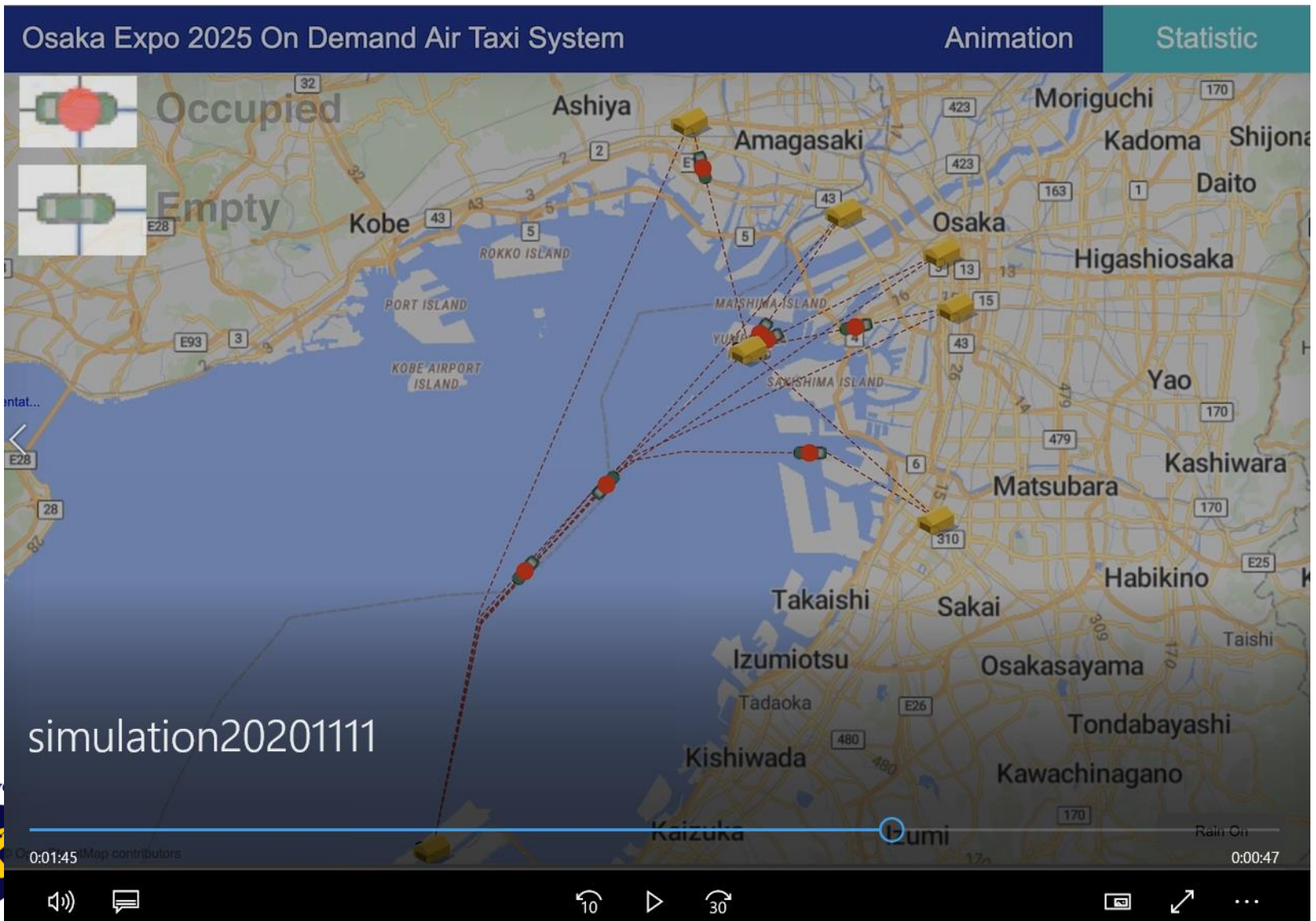
5. 産業振興

- ・大阪の持つ自動車部品技術などを空へ展開(バッテリー、センサなど)

夢洲を中心とした空のビジネス



運航シミュレーション例

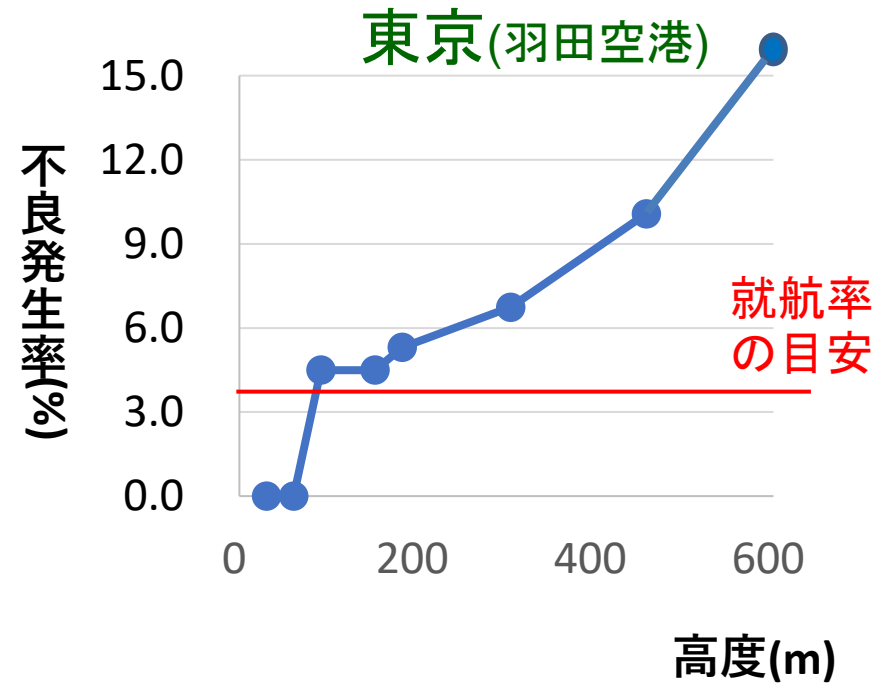
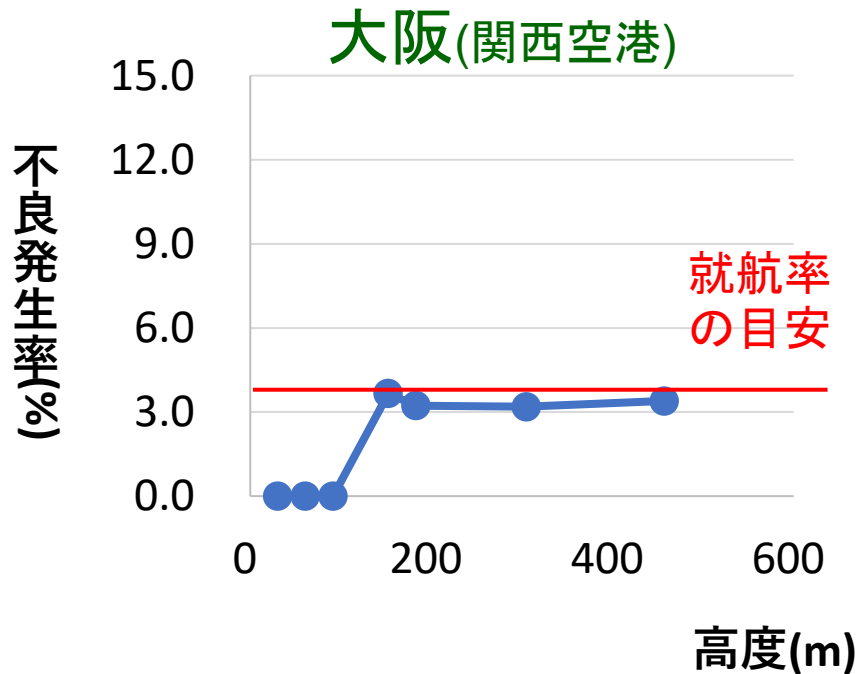


(by 慶應空飛ぶクルマラボ Vincent Heurteur)

大阪湾の気象条件

雲/視界不良の発生率

データ引用は、気象庁の航空気候情報。2012年～2016年までの、5年間平均値。
8種類ある気候統計資料のうち、モデルCのデータ(低い雲の発現頻度)を使用



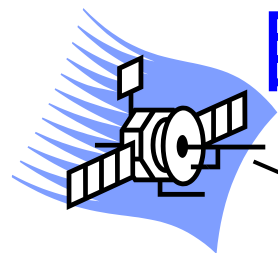
Keio University



M. Nakano

ユースケース	就航実績	欠航要因		
		視界不良	強風	その他
成田空港ー アークヒルズ	77%	16%	7%	0%

自動車部品技術を空に



位置、気象情報

バッテリー、モーター、
車体軽量化

②衝突防止



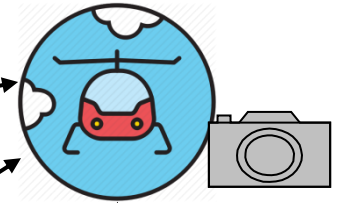
通信

200m以上

LiDARなどの測距技術

氷結観測

緊急時の着陸の場所監視、
パラシュート制御

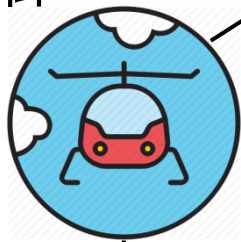


③地上への 緊急着陸

通信



可変ピッチ制御



風計測
SOLWIN

測距センサー

5mで1cm
の精度

地上5mま
ではGPSと
気圧セン
サー

地上

大阪府ものづくり企業の協力が期待される

4. まとめ

1. 空飛ぶクルマの実現が近づいている
2. 技術課題もあるが、用途によって実現が早いものもある
3. 大阪には、万博およびIRへの交通など、実現が早く見込まれかつ事業性が高い用途がある。瀬戸内海で気候条件もよい。ものづくり企業にもチャンスがある。
4. 社会実装大阪ラウンドテーブルに先導役を期待

ご清聴ありがとうございました

Keio University



M. Nakano

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、
アフリカ、東南アジア

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
 - 機体最適設計
- ビジネスモデリング & シミュレーション
 - システム標準化提案
 - インフラ検討
 - 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