

第11回オンデマンド交通カンファレンス

2018.2.9(金) 13:00~17:10 @東北大学情報科学研究科 2階大講義室

自動運転とMaaS (Mobility as a Service)

～地域に真に必要な近未来交通とは～

東北大学 未来科学技術共同研究センター(NICHE)

鈴木 高宏



構成

- 自動運転に関する取組状況
- 自動運転 ≪ **connected** による価値創出
- **“MaaS” = Mobility as a Service**
- 地域に必要とされる近未来交通とは
- 地域主体の体制づくりと地域**ITS**データセンター

自動運転に関する取組状況

NEDOエネルギーITSプロジェクト 自動運転・隊列走行の開発 (2008-2013)



車間距離 4m 4台 自動走行(80km/h)
テストコースでの実験(隊列 および CACC)
未開業高速道路での実証実験
専用道での長期耐久試験(一部機能のみ)

NEDO (経済産業省) エネルギーITSプロジェクト
自動運転・隊列走行の開発 (JARI・東大ほか)

わが国の自動運転に関する取組状況(1)

- 政府における取組
 - 官民ITS構想・ロードマップ： IT総合戦略本部が自動走行を含む戦略を毎年策定
 - 自動運転に関する取組
 - 内閣府SIP（戦略的イノベーション推進プログラム）の一つ（SIP-adus）として推進
 - 市場化を目指した取組、法制度検討、デジタルインフラ整備
 - **大規模実証実験**
 - 2つの流れ
 - 高速道路での自動走行 ⇔ 車メーカーによる先進安全自動車（高度な運転支援：Lv.2,3）
自家用車の高度化（負担軽減）、大型車隊列走行（ドライバー不足、省エネ）
× 人間が運転する車との混在
 - 限定地域での自動走行 ⇔ IT企業による新交通サービス（自動運転バス、ロボタク：Lv.4）
「ラストワンマイル」
 - その他
 - デジタルインフラの整備： 3Dダイナミックマップ ≡ **3D地図** + **動的情報**
 - 通信セキュリティ・プライバシー： 遠隔監視→遠隔操作・自動化 の基盤
 - HMI： テイクオーバー問題(自動運転モードからの復帰交替)
 - 法制度の検討、国際標準化など

「官民ITS構想・ロードマップ」

IT総合戦略本部は、これまで、自動運転に係る政府全体の戦略（「官民ITS構想・ロードマップ」）を、毎年策定。※最新版は、「官民ITS構想・ロードマップ2016」（2016年5月：IT総合戦略本部決定）

公道実証の推進

ロードマップ2016に記載した「2017年までの公道実証」に向け、関係省庁の協力のもと取組が進展。

<総合科学技術・イノベーション会議・SIP自動走行システムでの取組み>

- 沖縄でのバス自動運転実証実験（2017年3月～）
 - ✓ 車いすや高齢者の方々も乗り降りしやすいよう、バス停にほぼ隙間なく正確に横付け



- 関東地方等での大規模実証実験（2017年9月頃～）
 - ✓ 海外メーカーを含め、国内外に参加を呼びかけ、国際標準化及びダイナミックマップ等の研究開発を促進



最近の動向

高度な自動運転実現に向けた企業の取組、市場化のための制度整備に向けた検討が、世界的に進展。

<高度な自動運転の市場化に向けた企業の動き（海外企業の例）>

- Ford（米）
 - ✓ 2021年に配車サービスなどに向けた完全自律走行車を数千台提供すると発表。（2016年8月）
- BMW（独）
 - ✓ 2021年までに複数の完全自動運転車が連携して稼働するシステムの実現を目指すとして発表。（2016年7月）



<高度な自動運転の市場化に向けた制度整備の動き（例）>

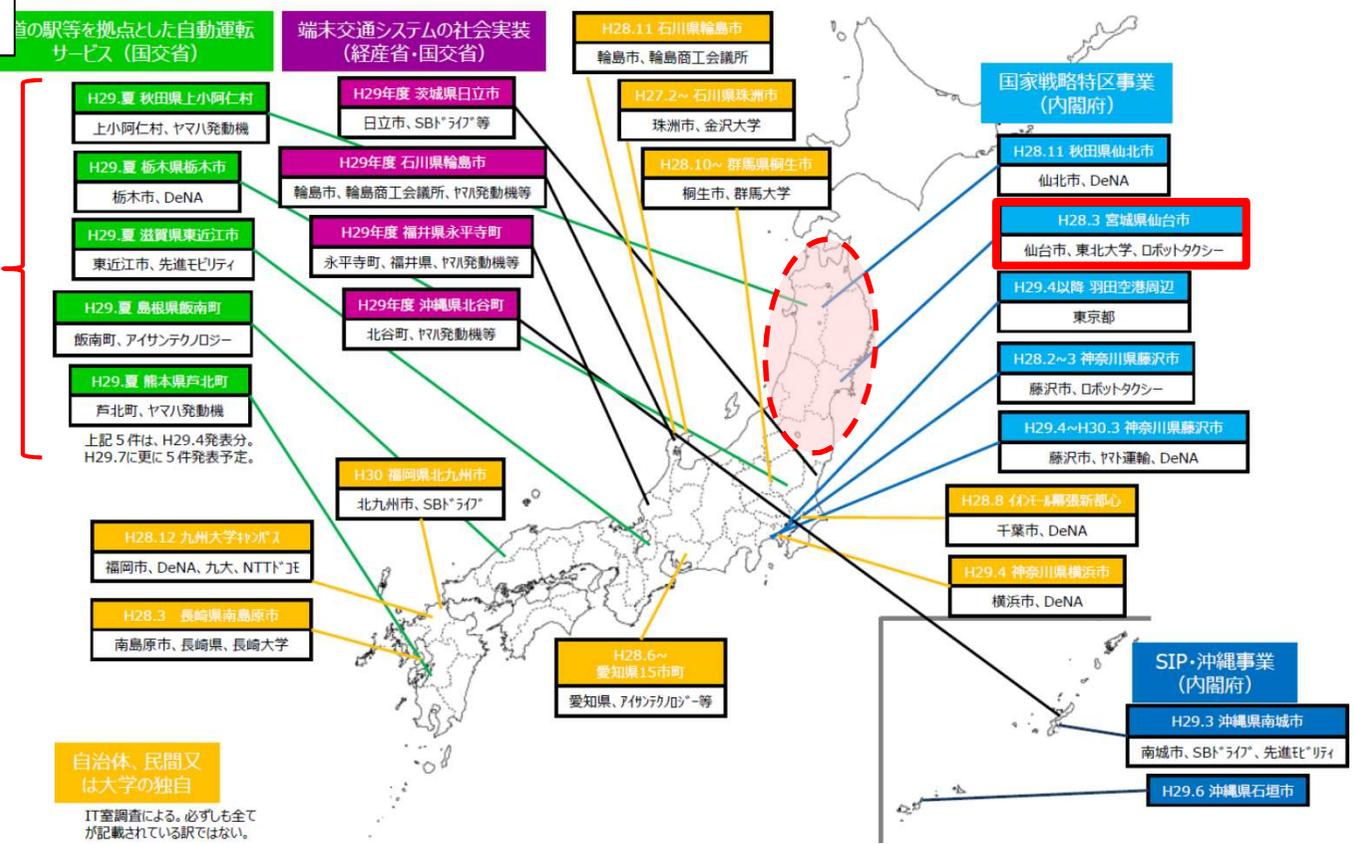
- 米国カリフォルニア州
 - ✓ 高度な自動運転車の公道での実走行に係る許可手続等の規則（案）を公表。（2016年9月）
- 国連
 - ✓ 「道路交通に関する条約」と自動運転との整合性につき、積極的に議論中。

高度な自動運転の実現に向け、公道実証の環境整備に加え、**市場化・サービス化を可能とするための本格的な制度整備の検討が必要（制度間競争）。**

内閣官房
IT総合戦略室
より提供

ご参考 日本における地域での自動運転実証実験 (2017年5月時点。予定含む)

地域毎に
分配



東北地域においては、自動運転以外の分野も含めて積極的な実証取組がまだ少ない

わが国の自動運転に関する取組状況(2)

- 車メーカー …… 各社が研究開発競争
いわゆるLevel 3 (または、Level 2+)
2020年前後に実用化、商用化
 - × 事故時責任、運転手存在など法的課題
 - × (特に地域の) ユーザーニーズとのgap

異常時：
自動システム⇒人間ドライバー
へ運転交替



“同床異夢” (参考：朝日新聞2017.8.20「自動運転 大競争時代」)

- IT企業 …… 地域の需要を意識
限定地域でのレベル4 (運転者なし)
各地で実証実験
 - × ビジネスとしての成立? (コスト負担は誰が?)
 - × 車が無い (国産車両の欠如)
 - DeNA : 仏EasyMile社、SB : 仏Navya社
 - ※ 国交省道の駅ラストワンマイル実証 (2017~)



RS Robot Shuttle



SB Drive

- ※ 警察庁は遠隔操作型の自動運転について公道実証ガイドラインを発表
(「センター」が「遠隔操作」で運転)



・使いやすい
プラットフォーム車
両
・地域の3Dマップ
・遠隔監視・管理を
行う情報センター
が必要

自動運転の実用化・社会実装における「死の谷」

- プロバイダ（供給者）側

- 車メーカー vs. IT企業 … 自動運転車の「主」は車体か、ITか？
- いずれにしても高いコスト … 誰が負担？
 - ハードウェア ⇒ 初期投資として一定期間補助し、普及すれば下がる？
 - 運用管理：高度な技術、安全・安心、即応 ⇒ 「外」に頼る限り高コストのまま



- ユーザ（需要者）側

- 地域交通の衰退：脆弱な公共交通 vs. 高齢者の運転問題
- “Driverless（運転者不要）”の矛盾 … 「レベル4」は本当の答？
 - 「ドライバーがない」 vs. 「自分で運転したい」
 - 「受益者負担」の原則 … リーズナブルな負担とするには

自動運転の社会実装における課題

- 法制度的課題
- 社会受容性
- ... その他に、
- ビジネスモデル(特に、地域ラストマイルへの導入)
 - 過疎高齢化、人口減少というニーズ ⇔ 地域交通の衰退
 - 無人⇒人件費0だから安くなる、という誤解
 - コスト削減 / **付加価値創出** の両方が必要
⇒ 「自動運転車」による新たな価値とは？

自動運転 ≪ **CONNECTED** による価値創出

自動運転と地域交通

- 「自動運転」のためのビジネスモデルをどうやって作るか、
ではなく、
持続的な地域交通のために「自動運転」で何ができるか
を考える
- 「自動運転」で何ができるか
⇒ 「自動化」より“**CONNECTED**”と考えた方が考えやすい

石巻地域 平成**24**年**12**月**7**日 交通シミュレーション+津波シミュレーションの合成画像

東北大学 次世代移動体システム研究会

逆走防止対策(三陸自動車道 河北IC)

対策前(2015)



対策後(2016.12)



DS実験(2016.1)



<社会実装>

ドライビング
シミュレータ



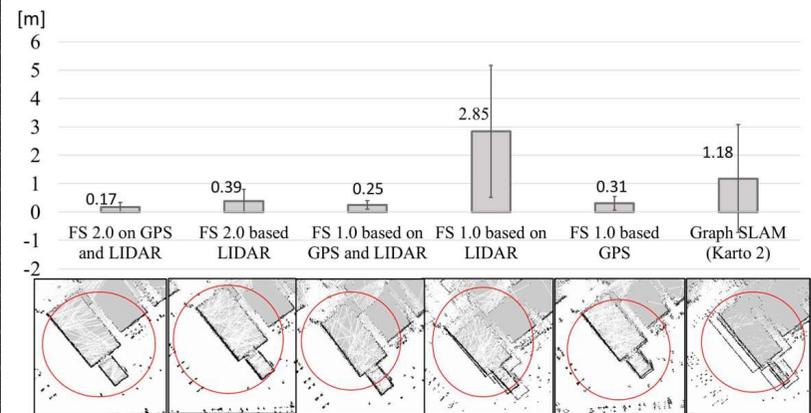
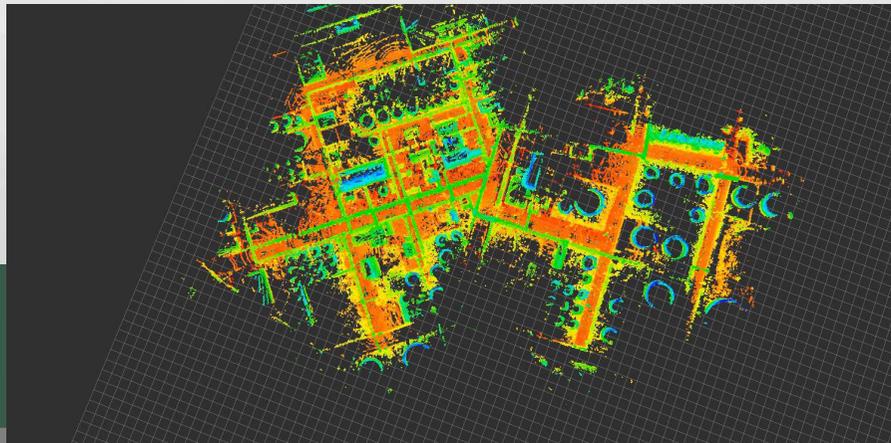
報道公開



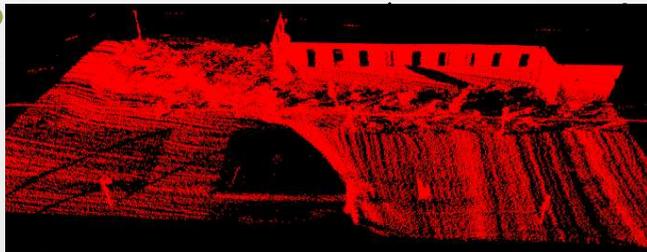
報道公開により、
多くの方に「ここに
対策されている」
と印象付けること
で、報道公開自体
が逆走対策の
一環となっている

高速道路の逆走による悲惨な事故をゼロに：DS研究成果を基に路面のカラー化を実施
三陸道河北インターチェンジ（H28.12.16～）の成果から、県内各地へ展開中

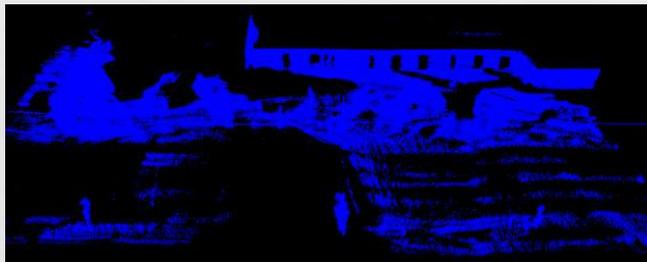
SLAM BASED ON GPS & LIDAR



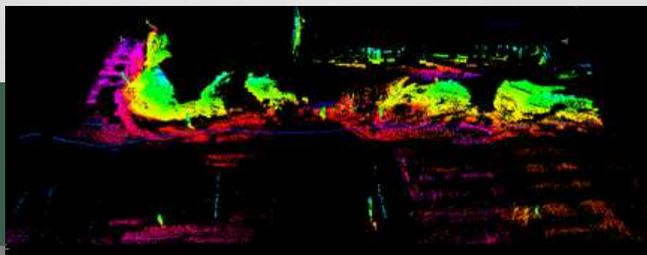
3次元点群から積雪の認識



夏季の点群データ

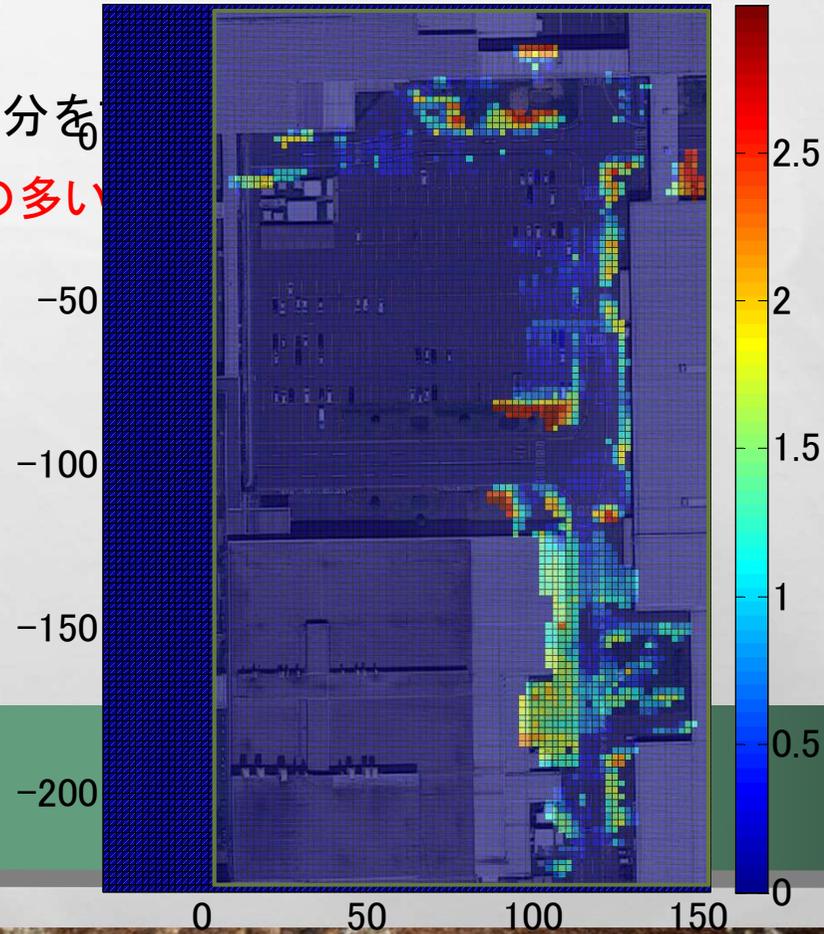


冬季の点群データ



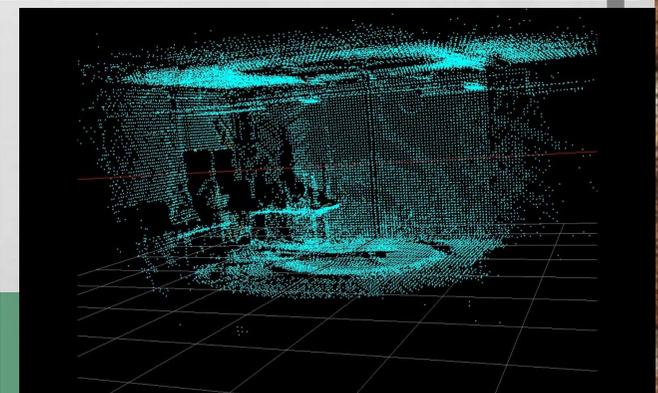
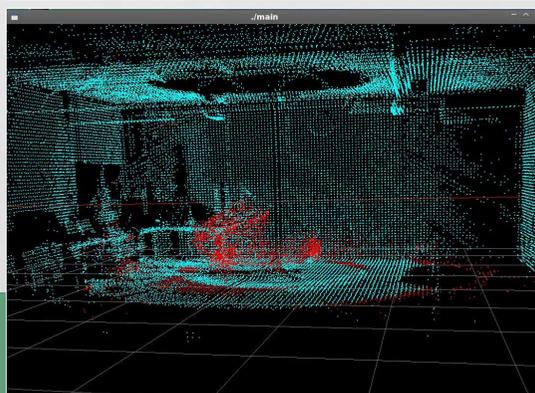
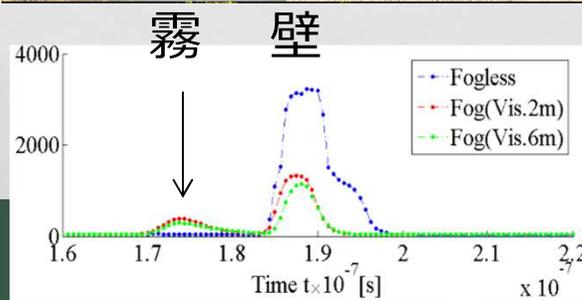
差分のデータ

差分を
雪の多い



3次元点群から霧の認識 [AR2016]

- 従来: 反射強度を利用した霧の認識



計測データ

霧の影響を除去

高齢者・重度疾患患者による交通事故を無くすために

- 高齢者・重度疾患患者による交通事故が大きな社会問題に
- 事故リスクから免許返納 → 外出意欲の減退, 引きこもり, 認知症進行, または診断拒否などの問題も



Table 1.
Medical Conditions Associated with Road Traffic Accidents

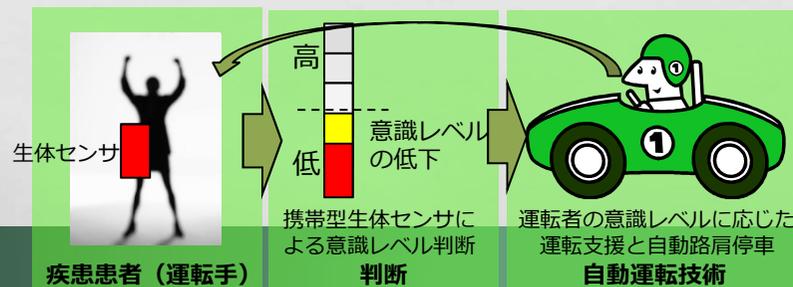
Epilepsy てんかん	38%
Insulin treatment インシュリン治療	18%
Myocardial infarction 心筋梗塞	8%
Stroke 脳卒中	8%
Other その他	21%

2010年の米国における疾患患者の事故割合
これらの事故は、本人の意識とは関係なく発生

Taylor J. Medical fitness to drive. In *Recent Advances in Occupational Health*. Harrington J, Ed. Edingburg, U.K., Churchill Livingstone, 1987, p.103



生体情報を計測、運転手の意識レベルや症状に応じて自動停車
(運転中の常時モニタリング + 状態予測判断 + 自動走行)



⇒ 『車に乗ると、そこは"病院"だった』
(搭乗者の生体モニタリング)

後藤教授 (睥島移植による糖尿病根治治療の研究, NICHe元プロジェクトリーダー, 医学研究科) との連携

1. 生体・行動データの常時モニタリング技術の開発



ドライビングシミュレータでのポリメイトによる生体計測 (例: 筋電計測)

車両データ



医療機器 ポリメイトII: 購入予定

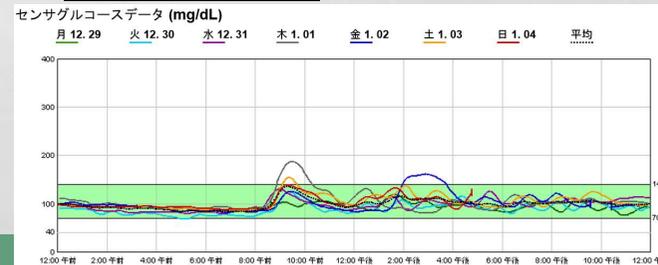
- 脳波
 - 心拍
 - 筋電
- などが計測可能

同期



医療機器
iPro2 (血糖値計測)
: 現有

連続的な血糖値計測が可能



非接触・非侵襲なセンサ類の開発・実証も並行して進めている

2. 運転者が安全運転を継続可能かリスク判定する技術の開発



- ドライバーの生体信号に基づく20～30分前の危険予測

$$y_t = \sum_{j=1}^p \phi_j * y_{t-j} + \varepsilon_t$$

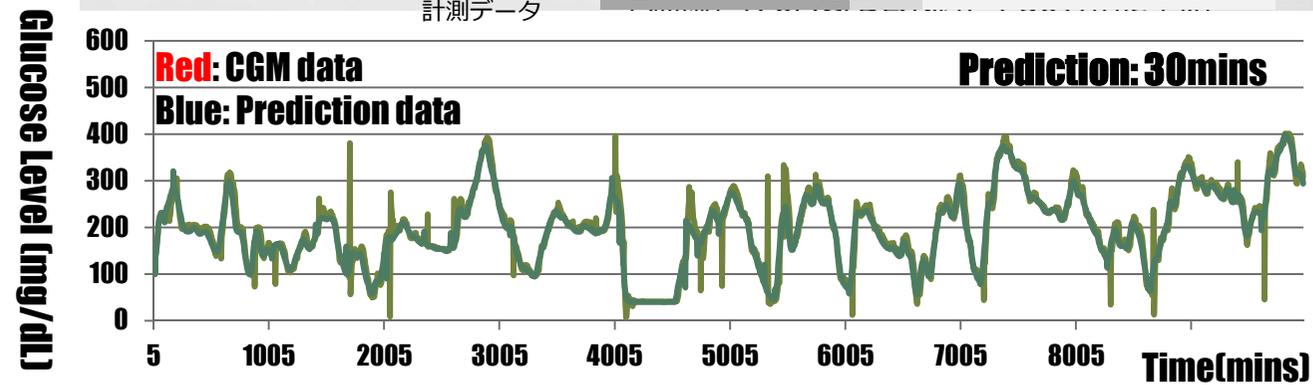
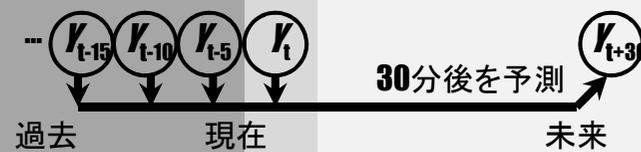
AR Model

$$y_t = A \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t$$

EKF Model



計測データ



“INCUNABULA”

- (WIKIPEDIAより)

インキュナブラ(INCUNABULA、単数形はINCUNABULUM)は、西欧で作られた最初期の活字印刷物のことであり、15世紀(グーテンベルク聖書以降、1500年まで)に活版印刷術を用いて印刷されたものを指す(本だけではなく、一枚物(ブロードサイド BROADSIDE)も含む)。揺籃印刷本、インクナブラともいう(**INCUNABULA はラテン語でゆりかごの意味**)。

- **AUTOMATED < CONNECTED → “INCUNABULA”**

- 「自動運転」への注目と期待? ⇒ 「LV4自動運転=無人運転」か?
- 軌道のない鉄道 ⇒ その地域の地域交通の衰退の原因は?
- 人が乗る以上、「意図」「意志」はある ⇒ 新たな“オートマ限定免許”?
- 「自動化」の活用法より、「コネクテッド」による価値創出

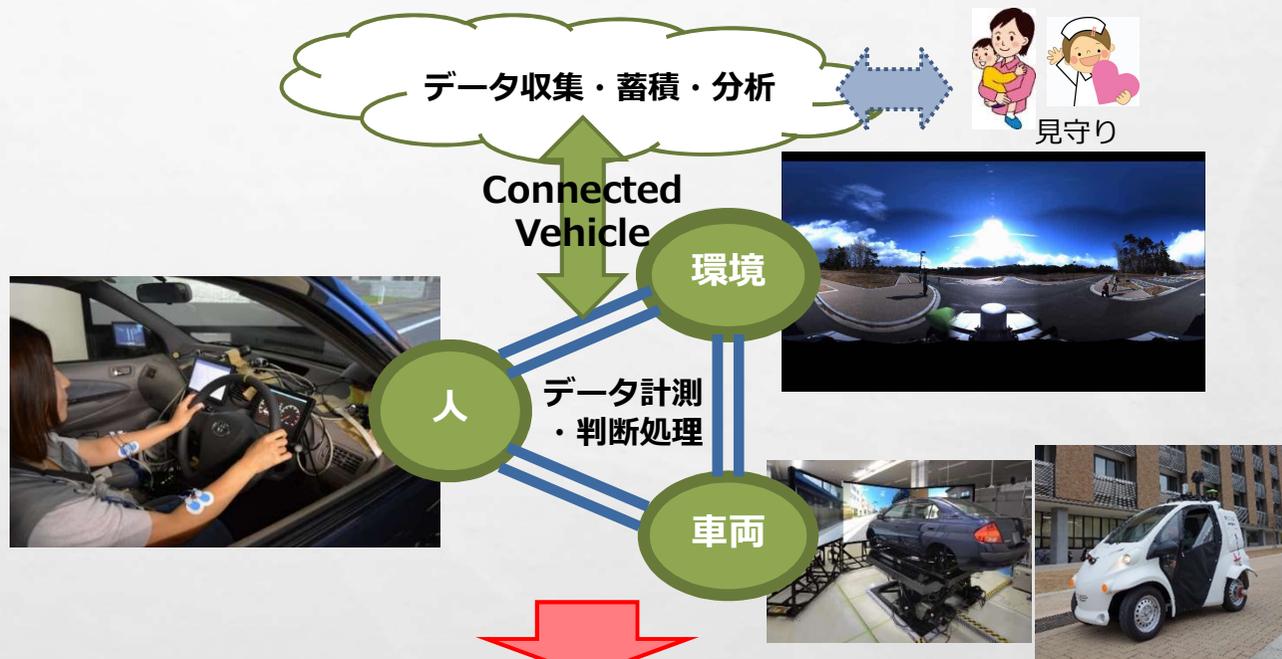
⇒ 地域を移動する情報ハブ : “外”の情報 + **“内”の情報**

= 乗っている“人”

- 目指したい姿 . . . 「高齢者・重度疾患患者が安心して出掛けられるクルマ」
⇒ “ゆりかご” となるクルマ

“ゆりかご”とは? : 「走る“棺桶”」 ⇔ 走る“ゆりかご” ⇒ 乗る人を“守り”、さらに“育てる”

“INCUNABULA” … あるべき社会像を実現する「人間と機械の融和」



運転中の計測から安全運転継続可能か判断 → リスクが予測された場合、システムへ権限委譲



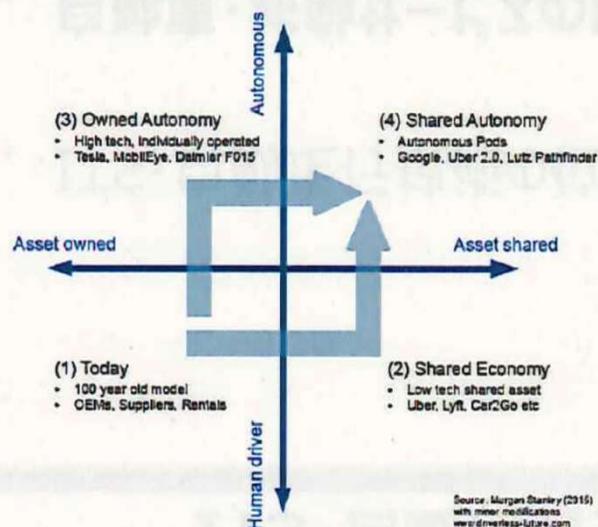
- ・ 高齢者・疾患患者が安心して運転できるクルマの実現により、通勤・通学・買物・通院など日常生活に車移動が欠かせない東北地域などでも住み慣れた地で暮らし続けられる社会に
- ・ ヒトの活動を制限せずに暮らせるための技術が本来の自動化

MaaS = Mobility as a Service

- 将来的に、自動走行システムに係る水平的ビジネス基盤（プラットフォーム）は、特にレベル4・無人自動走行移動サービスにおいて、現在拡大しつつある共有型経済（シェアリングエコノミー）の進展に伴う配車・マッチング等に係るプラットフォームなどとの競合、連携が進む可能性がある。

<自動走行システムと共有型経済との関係（メモ）>

- 自動車・移動サービスについては、今後、自動走行技術の進展に伴う「自律化」と、共有型経済（シェアリングエコノミー）の進展に伴う自動車の「共有化」が進展し、その後、「自律化」と「共有化」に向かうとの見方もある。



(出典) Morgan Stanley (2015.4)

- GMは、ライドシェアサービスを提供するLyft社に対して、500百万ドルの出資を発表。(2016年1月4日)

- 自動走行のオンデマンド・ネットワーク（GMの自動走行技術とLyftのライドシェアサービスの活用による共同開発）
- レンタル・ハブ（Lyftのドライバーに対する短期的自動車利用に関し、GMは優先的に車両を提供）
- 連携性（Lyftのドライバーと顧客に対し、GMの自動車やサービスへのアクセスを提供）
- 共同移動オファー（GMとLyftは互いの顧客に対して、それぞれのパーソナライズされた移動サービスを提供）

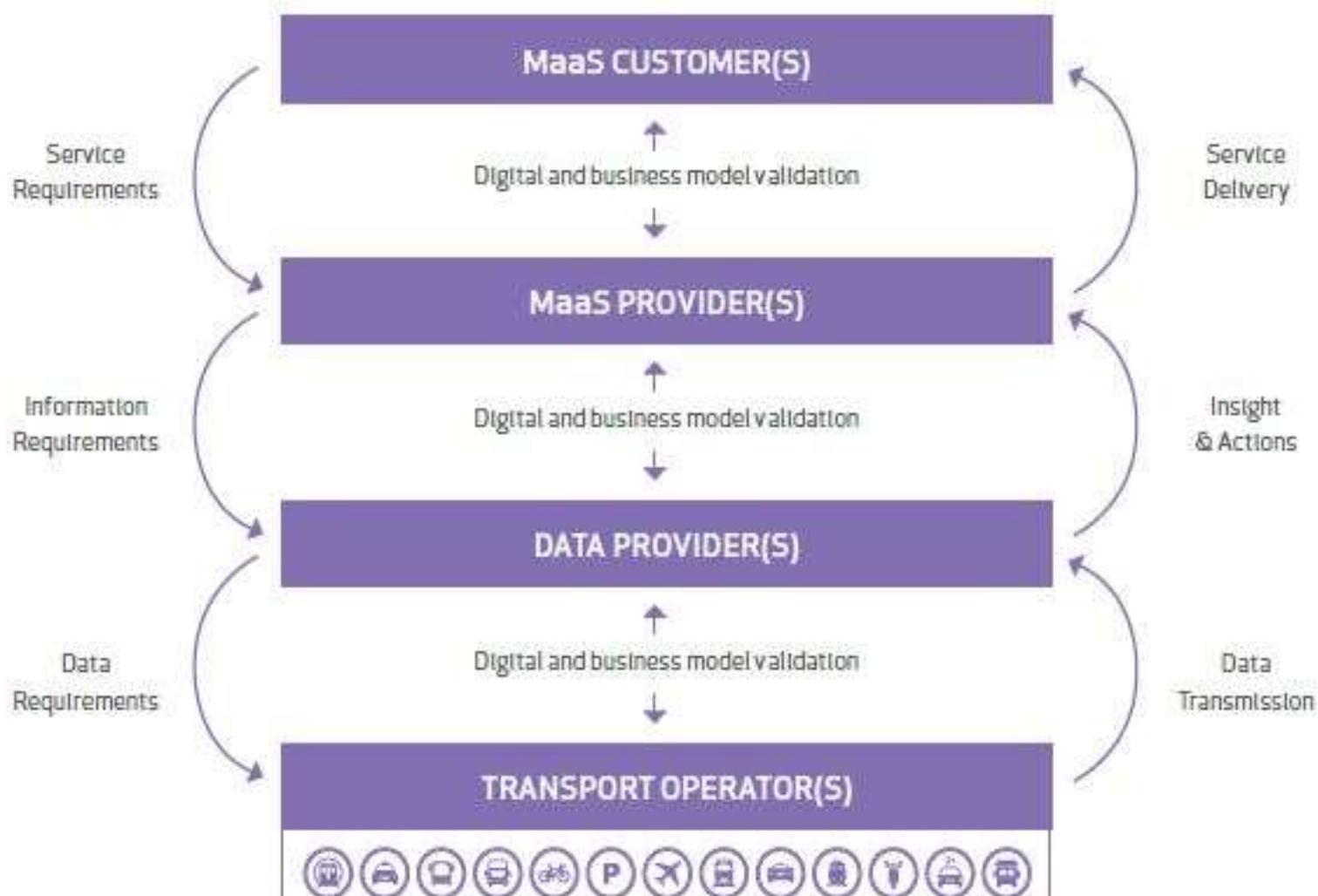
- 欧州では、2015年10月、Finlandのリードのもと、20団体の連携によるMobility as a Service Allianceを創設。



(出典) Eurotransport Volume 12, Issue 2, 2014

(内閣官房IT戦略室・道路交通分科会資料より)

[英国CATPULT社の "MaaS" の定義]



地域交通におけるMaaS？

- ラストマイル交通における **Provider** の候補
 - ラストマイル自動運転 . . . 実証はともかく、ビジネス成立は先？
 - オンデマンド交通、カーシェア、など他の手段との組合せでは
 - さらに言えば、既存交通の補完が前提
 - . . . 既存の事業者がミスマッチな領域を補完 ⇒ 既存事業者と共存
(自家用車が受け持っていた移動を代替)
- ⇒ 既存交通も含めた連携こそが重要
しかし、どうやって??

<仙台市を取り巻く環境>

近年、女性による起業相談件数が急増



震災後、起業マインドが大きく変化

	能力を活かしたい	他人・地域への貢献
震災前起業家	20.6%	16.5%
震災後起業家	15.2%	23.7%
起業家予備軍	8.8%	31.5%

(出典：仙台市調査)

東北地方は課題先進地域



起業しやすい
仕組みづくり

- NPO法人の設立認証の申請期間を約半分に
- 公証人の定款認証が公証役場外でも可能に
- 起業直後の企業等に雇用ルールを説明して労働関係紛争を未然防止



女性の社会
参加促進

- 地域限定保育士試験の実施により保育士不足を解消
- 都市公園内への保育所設置により待機児童を解消



大学との連携
による近未来
技術の実証

- 東北大学との自動走行等の実証により新たなイノベーションを喚起



「自動運転」に関する規制 ≪ 「道路運送法」「道路運送車両法」の規定
 既存のバス・タクシー、レンタカー ⇔ デマンド交通、カーシェアリング

自家用 → 一時利用 への転換 (カーシェアの前に、まずレンタカーで考える)

長崎EV&ITSプロジェクト : EVとITSによる離島地域活性化

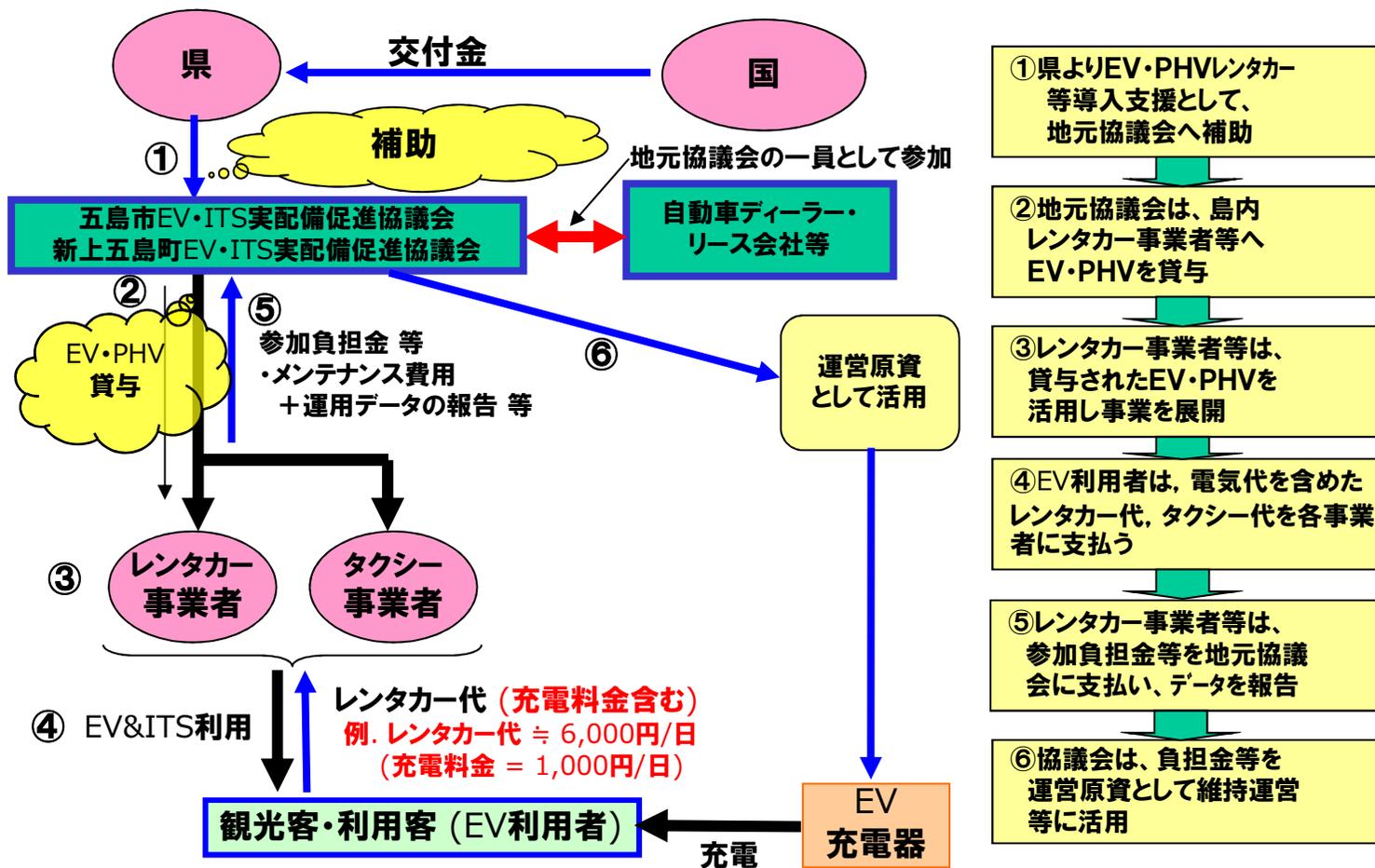
五島列島における整備状況

- 地理的分布(20~50km毎)、EV数とのバランス、および充電中の過ごし方を考え、観光スポット等に急速充電器とITSスポットを整備。
- 宿泊施設、海水浴場など長時間滞在する箇所には普通充電設備を整備。



高価なEVを買わせるよりも、まずレンタカーで「体験」させた... 初期導入のポイント

EV&ITSレンタカー等事業スキーム



事業者においても、ユーザへ積極的に体験を進められる事業スキーム



ITSで実現する地域主体の観光サービス



※平成25年度までに完成を目標して検討中のサービスを含みます。



さらに、EVに乗る前、乗った後も含めた「一気通貫」な観光ITSサービスの構築

地域に必要とされる近未来交通とは

自動運転と地域交通

- **Connected**, かつ自動化による価値 ○
- 加えて、「地域交通」に必要なのは **持続性**
- 持続的となるためには？

⇒ **地域主体・ユーザ主体** という提案

. . . . 自分(達)の道具として使いこなすことによる自律発展性

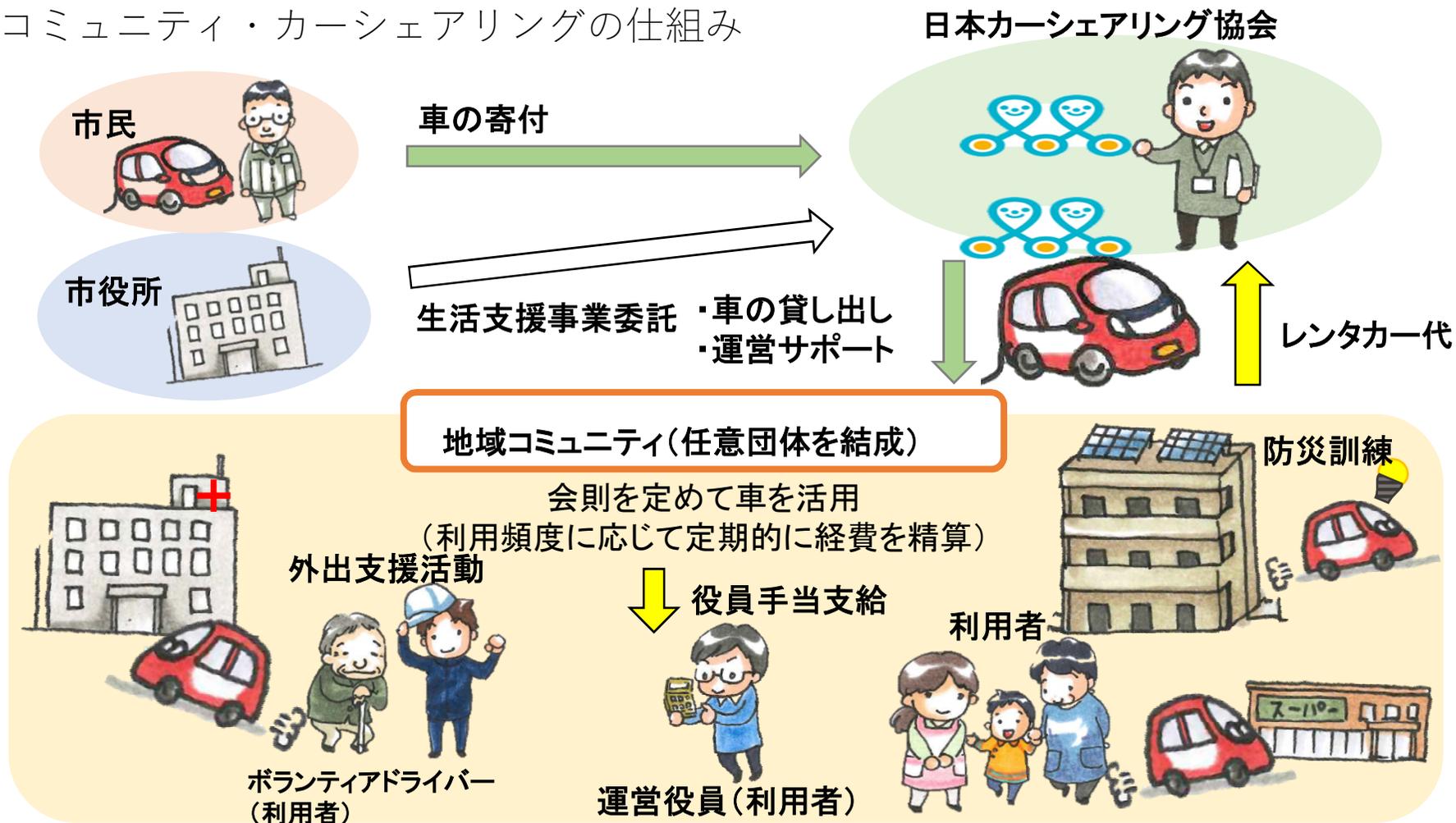
cf. “i-Phone”

被災地石巻発コミュニティ・カーシェアリング (一般社団法人 日本カーシェアリング協会)



震災で車を失った仮設住民へ全国から寄付された車両を提供
⇒ 共同所有・共同利用型のカーシェアリング

コミュニティ・カーシェアリングの仕組み



ユーザ主体による運営体制 ⇒ 様々な使い方が自律的に発展

防災訓練



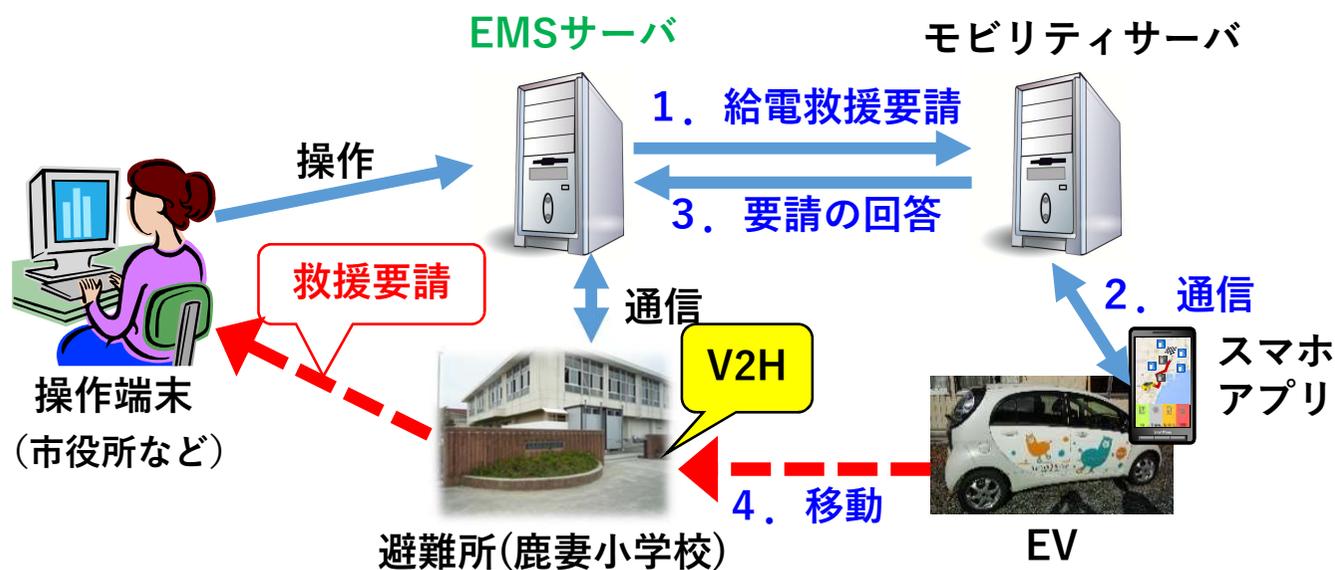
電気自動車9台を吉野町復興公営住宅に集め、
 「太陽光発電のみを活用した、電気自動車充電システム」で充電訓練を実施。
 その後、市内8箇所の被災想定地区へ向かい、各地区で給電訓練を行った。



EVカーシェアからの発展 ⇒ EV車載電池を非常用電源として利用
 ⇒ 防災訓練だけでなく、日常でも利用することで“訓練”（“お茶っこ”）

非常時におけるEMSとモビリティとの連携

- 2016年11月：**非常時対応システムの検証**
 - EMSサーバからモビリティサーバへ**給電救援要請**
 - モビリティサーバから各EVユーザのスマホアプリへ**協力要請**および調整
 - モビリティサーバからEMSサーバへ**協力調整結果の回答**
 - スマホアプリによる**目的地へのナビゲーション**

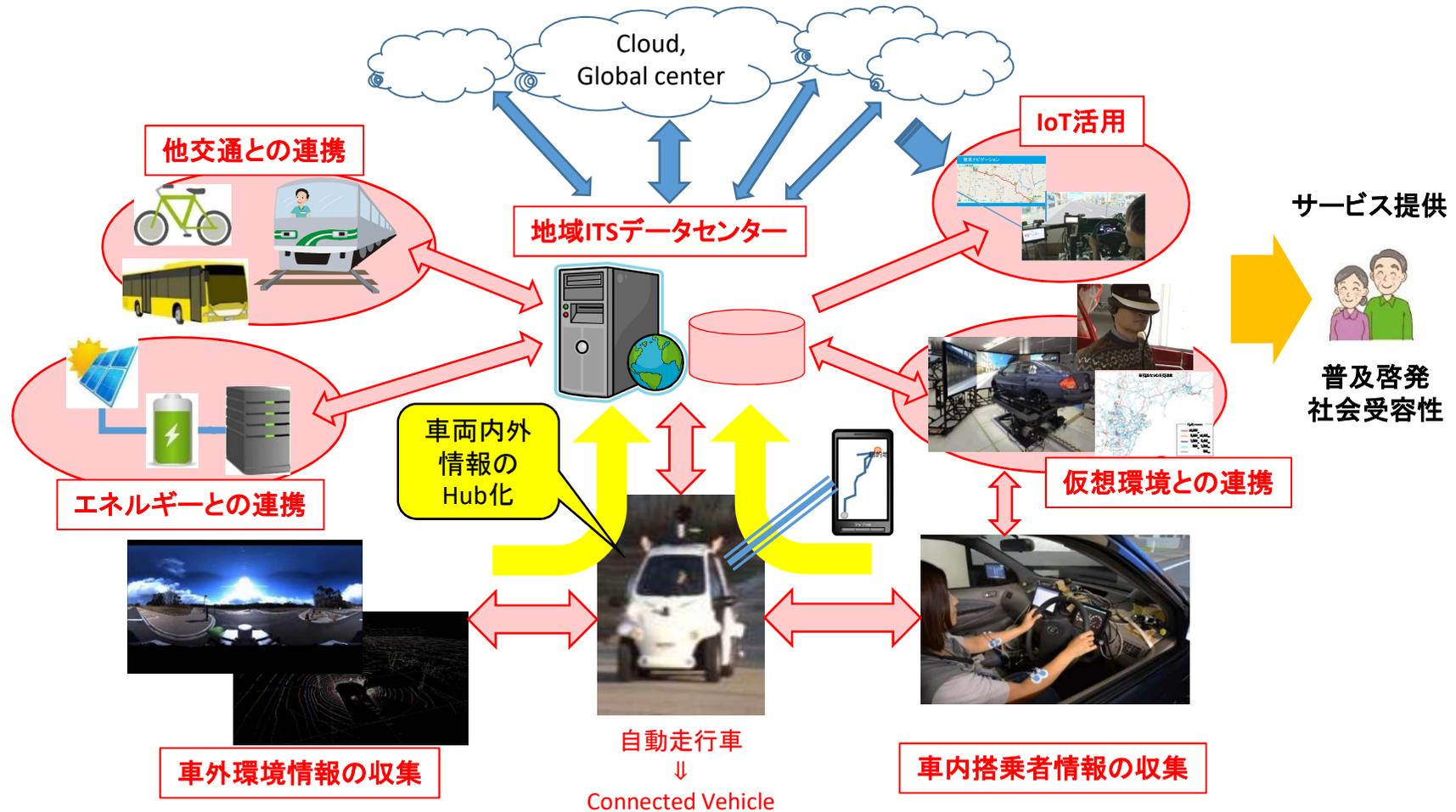


EV非常時利用の発展形としての案 ← ユーザに定着させるあと一工夫が必要

地域主体の体制づくりと 地域**ITS**データセンター

自動走行車/Connected Vehicle = 地域のデータ収集Probe

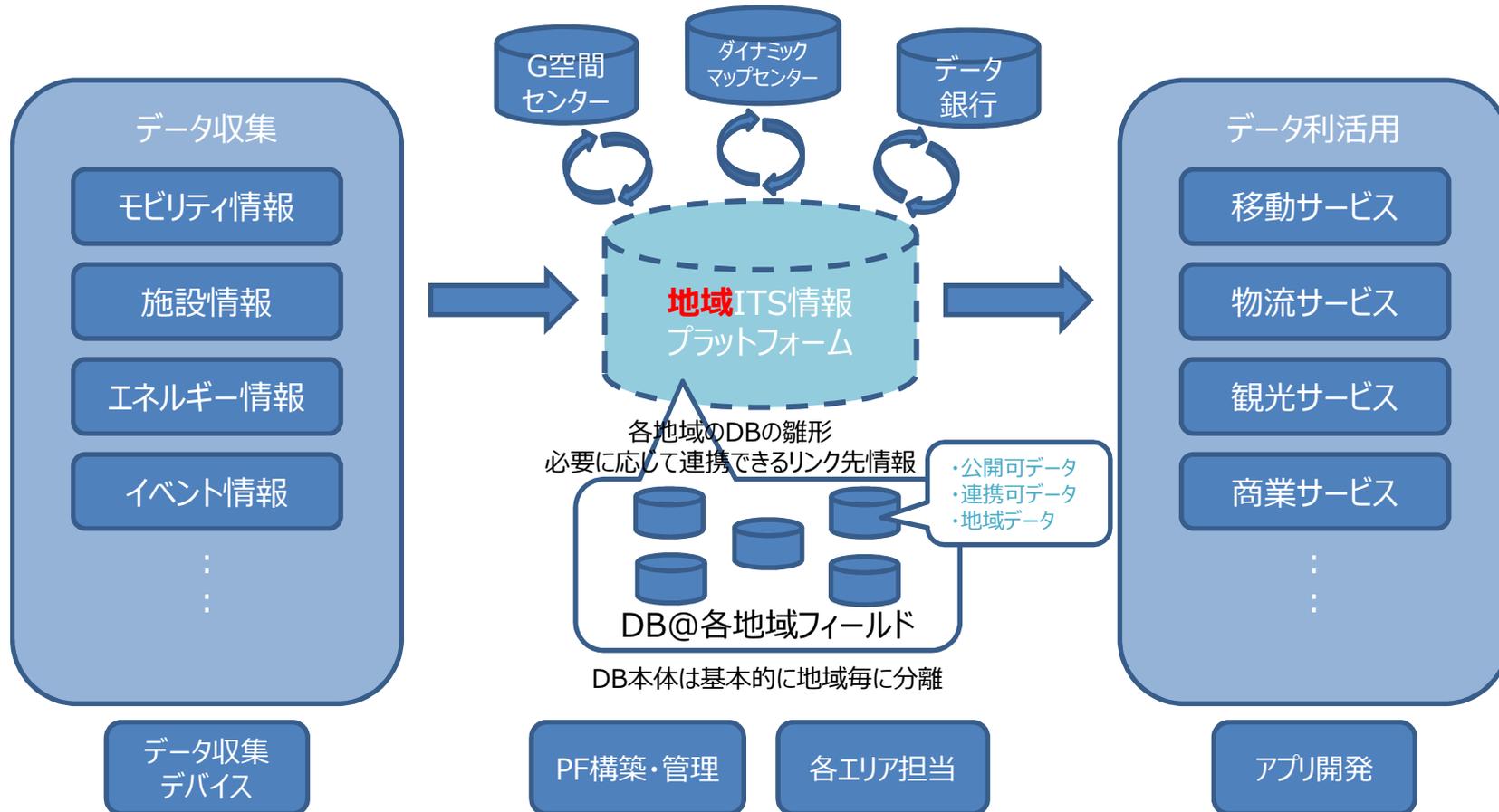
Connected Vehicleと地域ITSデータセンターの構築



「情報Probe」としての自動走行車を、特に地域で持続的に活用するためには、ユーザに近い「地域」でその情報の利活用を進めることが重要と考えられる

Local Needs に根差したサービスを支えるために

地域ITS情報センターの構築



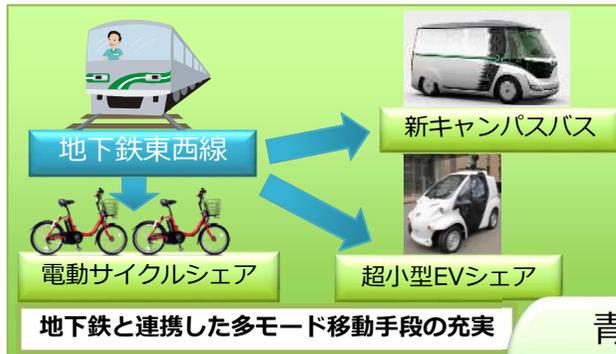
Local に情報の **mush up** を図る (同時に、global cloud ともデータ共有)
データ交換プロトコル、データ利用アプリ などは地域間で共通化を図る

東北大学重点戦略支援プログラム(H22~27)

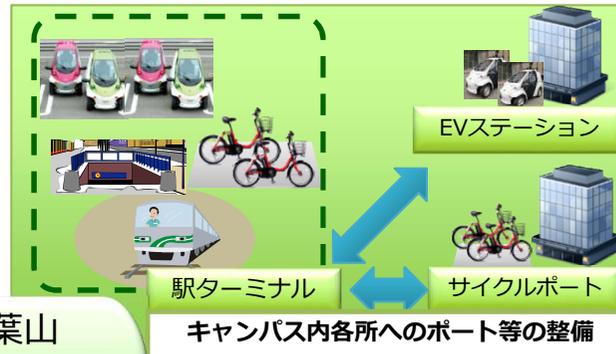
「環境と安全に配慮した次世代移動体システムの実証研究拠点整備」
 (青葉山キャンパス新交通システムモデル構築構想)

- ・『環境と安全に配慮した次世代の移動体』による新交通システムのプロトタイプを実現.
- ・将来あるべき姿をイメージしつつ、地下鉄開通時に間に合う現実的な計画を策定.
- ・地下鉄駅を基点に、巡回バス、超小型EV、交通モニタリング等を活用したシステムを提案.

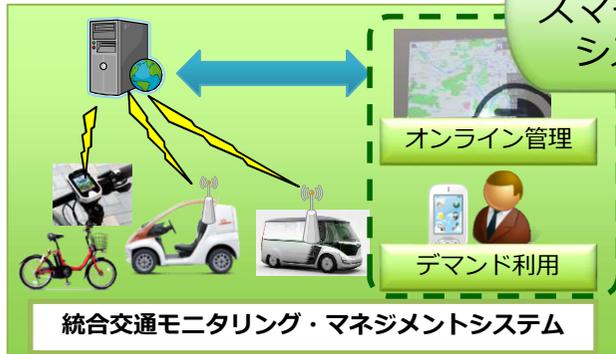
I. 学生の円滑な移動を助ける多モード交通



II. 学生の立寄り先と一体化したポート整備



青葉山
スマート交通
システム



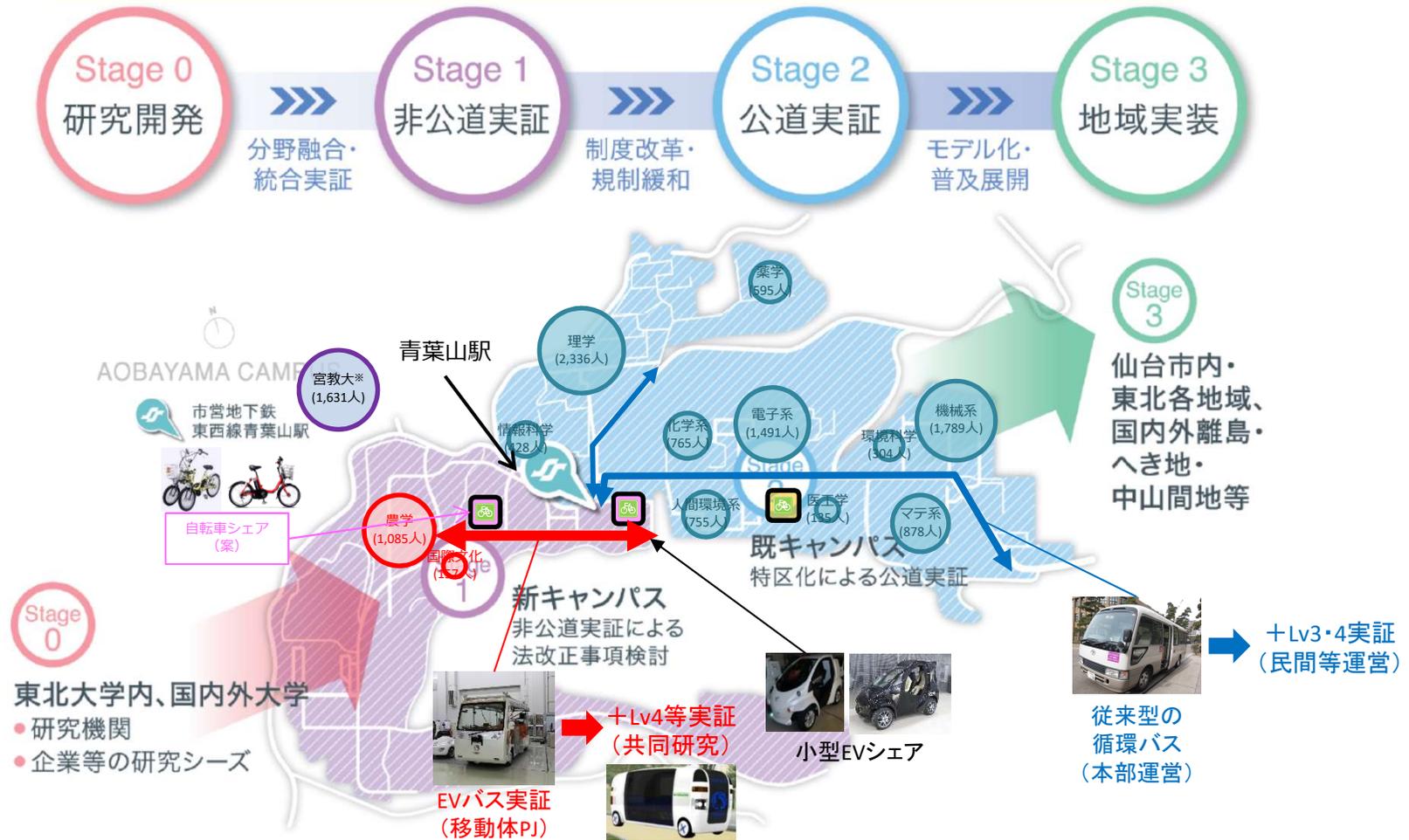
青葉山を先端技術のショーケース・オープンラボに

III. 多様な要求に応え得る先進情報システム

IV. 世界に誇れる大学キャンパスとしての発信

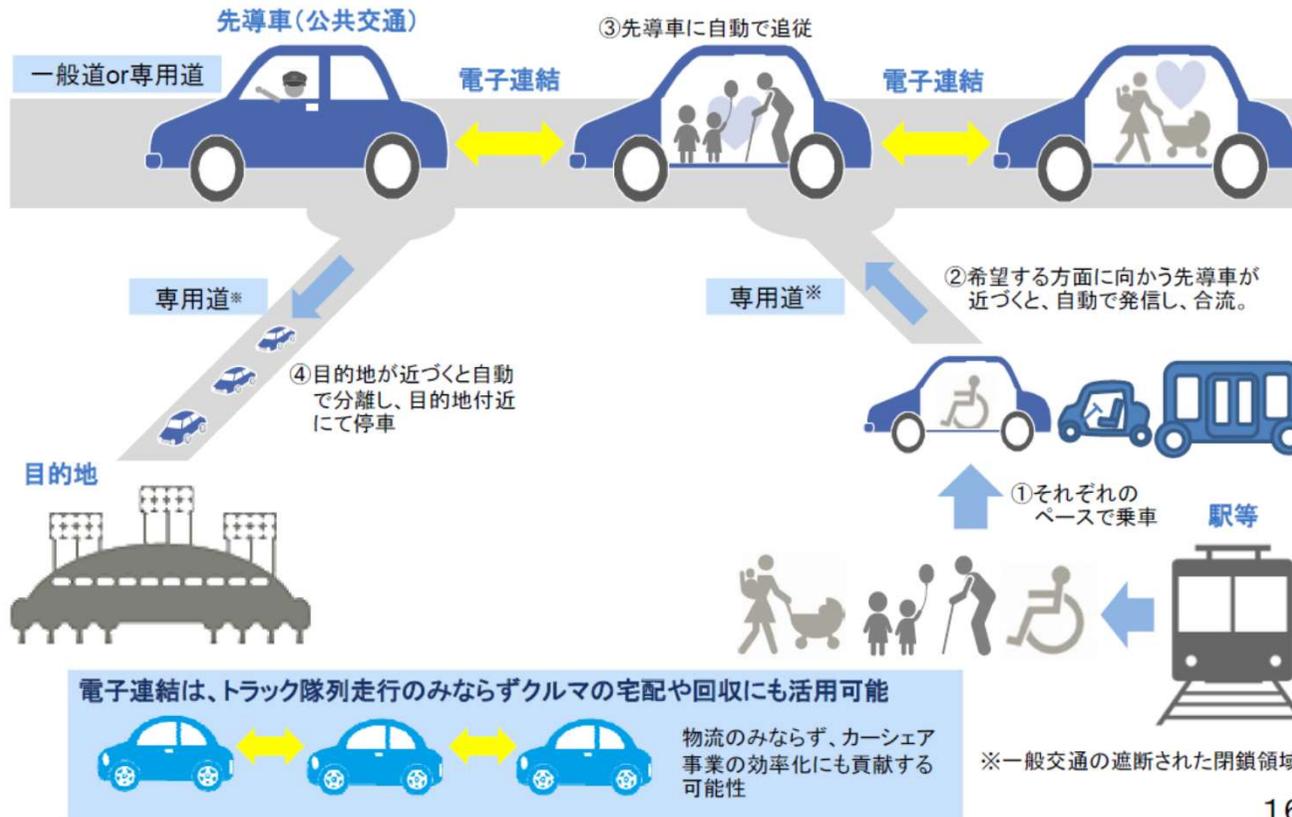
ビジネスモデル確立を進める実証エリアづくり(1)

青葉山キャンパスにおける新交通システム実証計画（案）



【参考】ラストワンマイル自動走行の例

高齢者や子育て世代、車いす利用者等の移動制約者にもやさしい移動手段を提供するため、以下のような例も含む、ラストワンマイル自動走行の実現に向け、技術開発を進めるとともに活用方法を検討する。



SWG2：特定地区・次世代モビリティショーケース

＜特区等、特定フィールドでの実証実験＞

候補②：泉パークタウン

○住宅エリア（泉パークタウン地区）における次世代移動体システムをはじめとした近未来技術ショーケース、および実証フィールドとして整備

- （例）
- ・寺岡SCの空き店舗スペースでの小型EVシェアリングサービス（車両保管場所・充電場所確保）
 - ・地区内公道部分を用いた走行実証場
 - ・パークタウン内～泉中央駅間の連絡
 - ・住民に向けたデモ・ショーケース（プロモーション、受容性向上）
 - ・先行的マーケティング
 - ・地域の魅力向上（将来ビジョンの作成・提示）

- ⇒
- ・夏～秋頃に市民向けイベント開催
 - 住民向け説明会・座談会
 - 企業向け実証検討会
 - ・秋頃までの計画検討（冬期に入る前までに実証）



ビジネスモデル確立を進める実証エリアづくり(2)

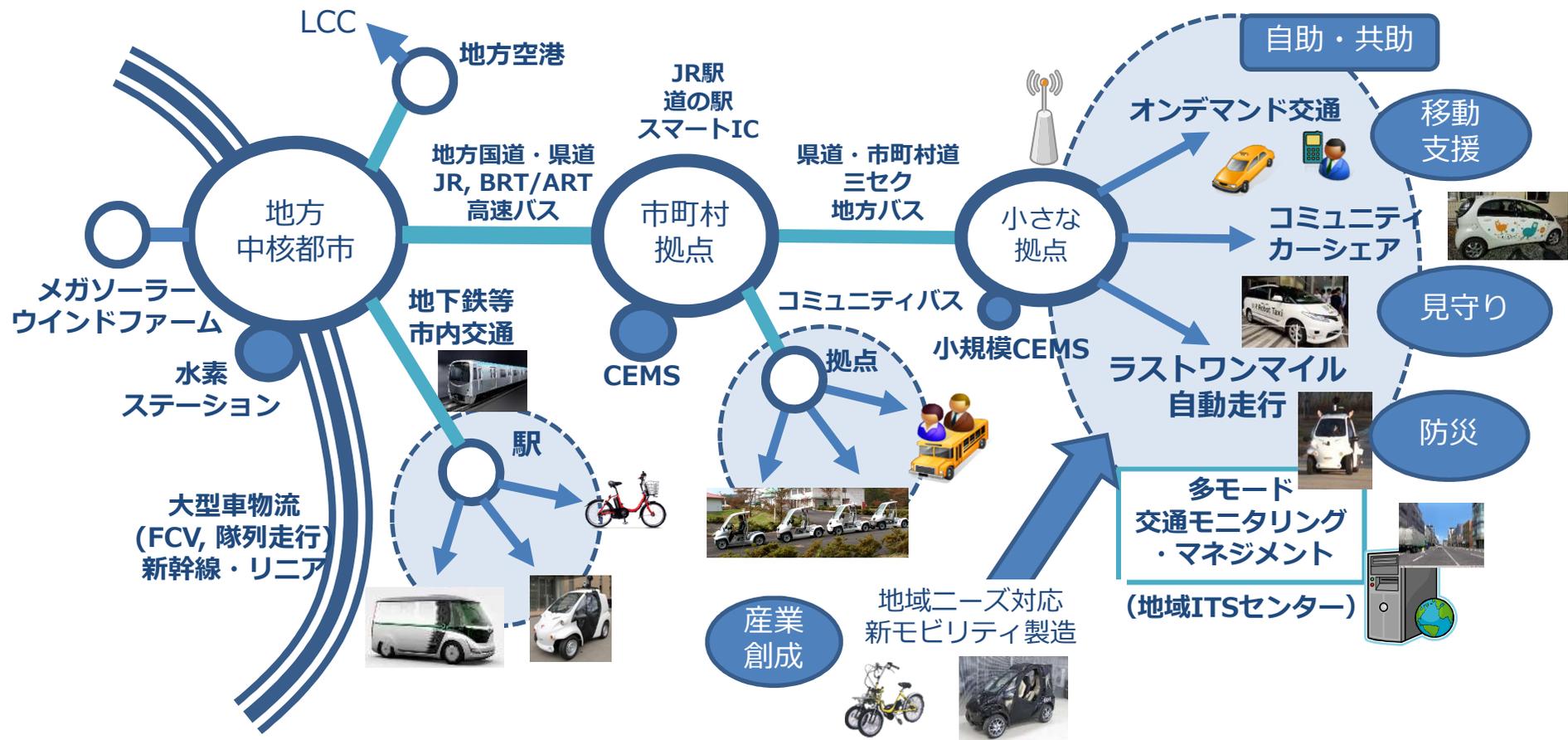
泉パークタウン (仙台市泉区) : 人と自然が共生する、いきいき近未来パークタウンプロジェクト (案)



+ 「次世代モビリティ・ショーケース」化

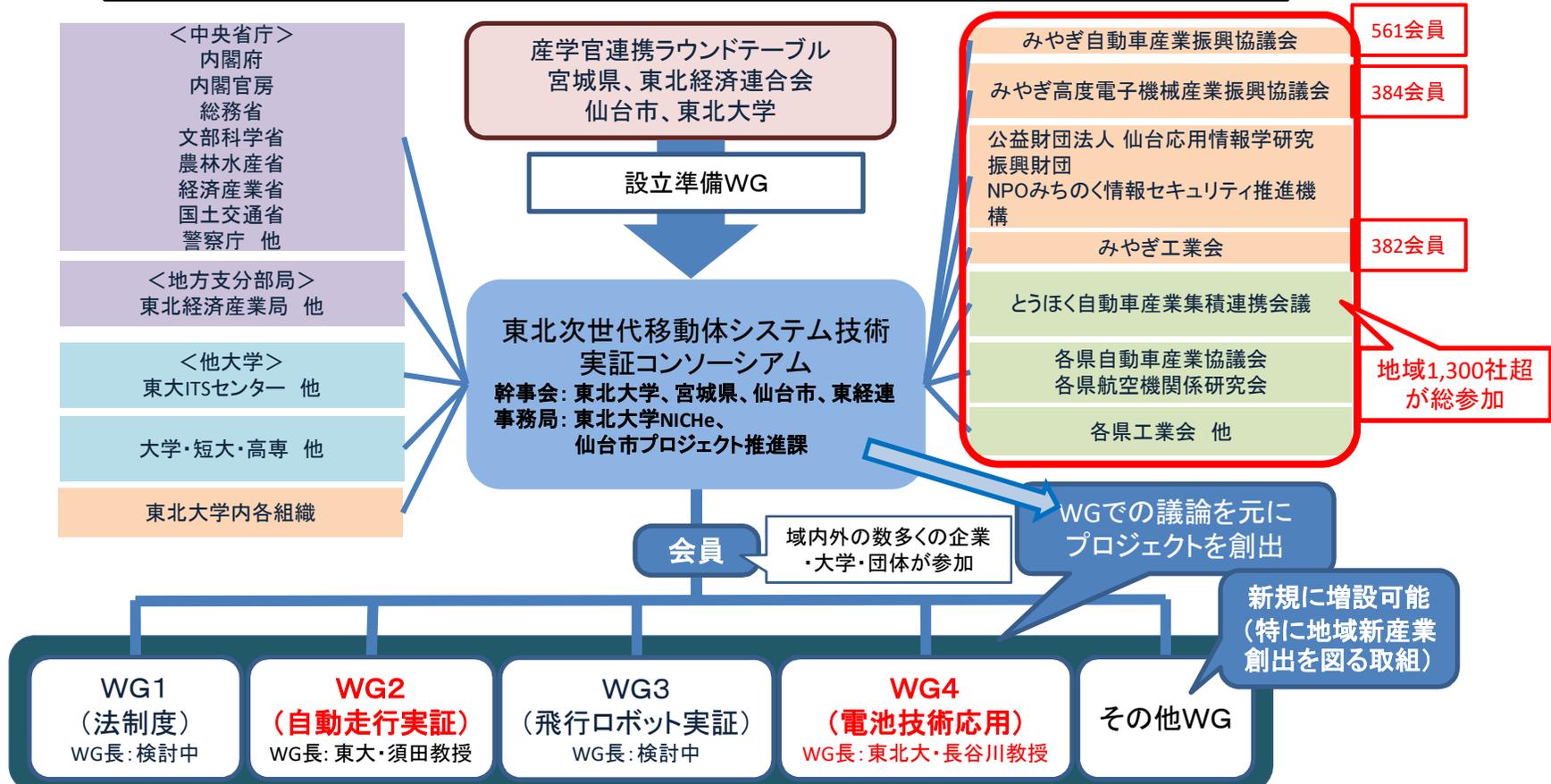
“ラストワンマイル”は「ラスト」の交通モード

地域交通システムの提案（イメージ）



実現に向けた体制づくり

東北次世代移動体システム技術実証コンソーシアム 組織関連図 (2016年8月18日発足)



※WG2 (自動走行実証) にSWGを新設、具体的に推進

※WG4 (電池応用) は特に先行して、プロジェクト創出、実行中

*** WG2状況**

- 5つの分科会 (SWG) を新設:
SWG1(青葉山新交通)、SWG2(特区実証)、SWG3(多地域展開)、
SWG4(車内計測)、SWG5(支援センター)
- SWG1~3 ⇒ 具体フィールドで実証、SWG4,5 ⇒ 研究開発・連携実証

*** WG4進捗状況**

- 電池製造分科会: 極低温作動用の電極・電解液等の開発着手、公的評価システム創設の協議、
大学ベンチャー3法人の設立、試作ライン設備の増強、第1号生産工場、EV試作
- 電気バス製作分科会: ベース車両輸入の準備、キャンパスバス化の検討をスタート
- ワイヤレス給電分科会: 3大学+高専で民間との大型共同研究をスタート(2016.12月)

近未来技術実証特区を元に、幅広い分野横断・産学官金連携の地域エコシステム形成の場を設立

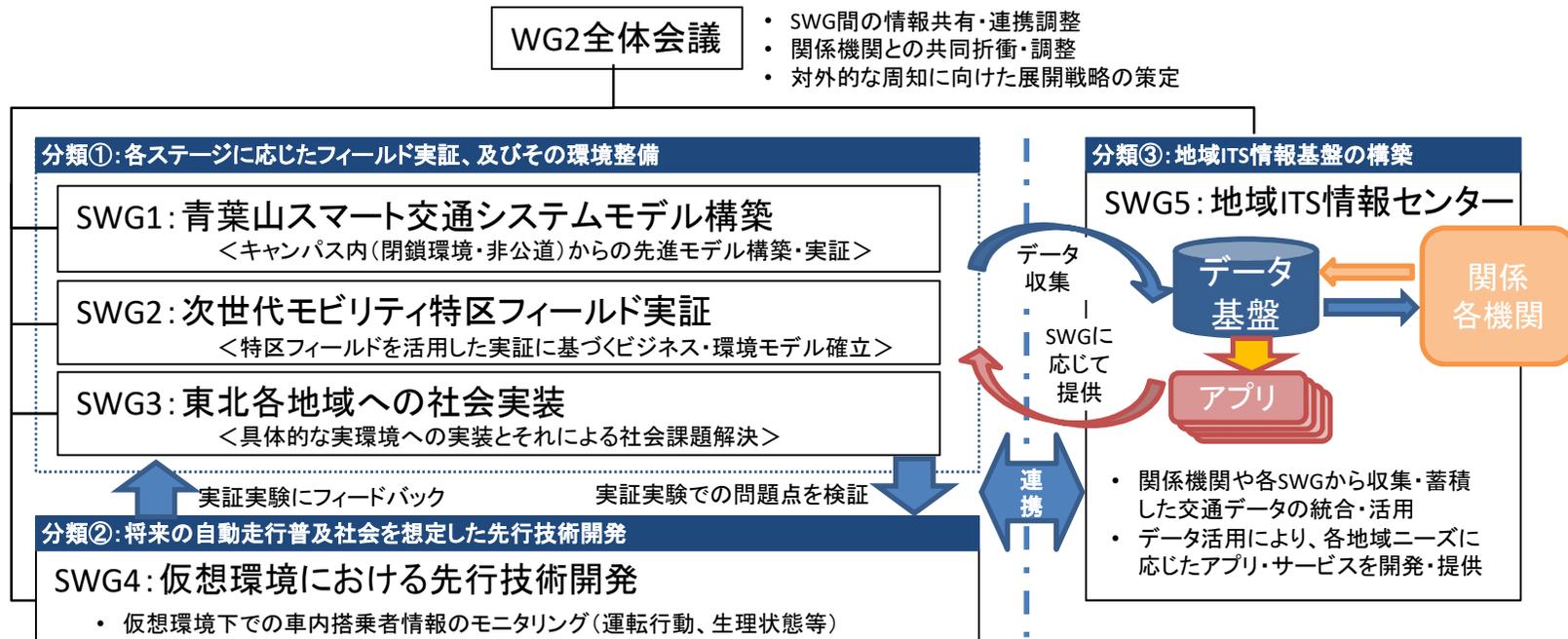
東北次世代移動体システム技術実証コンソーシアム
WG2：自動走行実証 サブワーキング(SWG)構成 (案)

■ WG2全体の目的

5つのSWGによる実証を踏まえ、新たな地域型交通システムのモデル構築と他地域への展開を目指す

■ WG2の体制・進め方

- WG2は①実フィールドと②仮想フィールドでの実証と③地域ITSデータセンターの分類から5つのSWG体制で構成
⇒ 各SWG実証結果の総合・統合により、WG2のアウトプットを産出する。
- 2017年度：SWGメンバー募集・一部実証と整備を開始 → 2018年度：実証・展開開始 → 2019年度：実配備



全体構想

- 次世代モビリティを適材適所で導入・普及
 - 走行地域・道路に応じた役割分担と交通ネットワーク化
- 各技術のステージに合わせて順次実用化ステップアップ
 - STAGE0(ラボ) → 1(閉鎖空間) → 2(特区) → 3(実地域)
- 地域特性に合ったモビリティを共創的に発展
 - 地域主体で維持・発展させる体制づくりを基本に

地域において必要と思われること

- 取組の目的 … 自動運転を入れること、ではなく、本質的な目的をどう考えるか
地域における課題・特性を明確化し、ビジョンを主体的に作る
- 基盤整備 … EV化、IoT化 ← 自動運転にほぼ必須な上、汎用性が高い
地域におけるエネルギー、ICTなど包括的な政策が必要
- 体制構築 … 地域主体、かつ外からのプレイヤーが入りやすい仕組みづくり
常に新陳代謝、成長発展をしつつ、地元が主体的に意志決定
新しいものを「自分達のもの」にし、自立化へ向かう

御清聴まことにありがとうございました

THANK YOU FOR YOUR KIND ATTENTION

52

