



5

# 高齢社会と智能化自動車

鎌田 実 (東京大学高齢社会総合研究機構)

## 高齢化と移動

日本の高齢化率（全人口に占める65歳以上人口の割合）は2012年9月に24.1%となり、4人に1人が高齢者という時代もまもなくであり、世界で最も高齢化が進んでいる国となっている。日本の高齢化はさらに進んでいき、2030年には32%、2055年には4割に達すると予想されている。また、75歳以上の後期高齢者の数がこれから急増することになり、高齢者の高齢化が日本の高齢化の大きな特徴である。上記の数値は日本全体のものであり、地方の過疎地域ではすでに3割を超えたところも少なくなく、限界集落の問題も顕在化している。一方、大都市部では、団塊の世代が高齢者となっていくため、高齢者人口の急増が顕著であり、その対応も大きな課題となっている。

人口構成が大きく変わっていく中で、移動や交通の分野でも高齢化対応が重要になる。これまで高齢者はどちらかという交通弱者として扱われており、交通事故でも被害者になるケースが多かった。しかし、高齢者数の増大にともない、高齢ドライバ数も増加傾向であり、高齢ドライバが第1当事者となる交通事故も増えている。加齢により運転能力が低下することにより、事故を起こしやすくなっているという指摘もある。

本稿では、高齢者の移動の問題を考え、高齢者にやさしい自動車開発に乗り出した知事連合の活動を示し、それに関連して筆者らが取り組んでいる自動運転知能を応用した運転支援システムの開発プロジェクトについて紹介していく。

## 知事連合の高齢者にやさしい自動車開発

地方地域では公共交通が貧弱なため、移動はもっぱらマイカー主体になっているが、既存の車は特に高齢者の使用に配慮したものはほとんどなかった。全国35（のちに36）の知事が合同で、高齢者にやさしい自動車開発知事連合を2009年5月に設立し、専門家やメーカ・行政などが加わる開発委員会を設けて、活動を行っており、2011年2月には新しいコンセプトを盛り込んだ中間報告を行い、同年秋には実証実験も行ってきた。以下、この活動の主要な部分を紹介する（詳しい報告書は、事務局の福岡県Webサイト<sup>1), 2)</sup>にある）。

### ■ アンケート

高齢者の移動の実態やニーズ等を把握するために、アンケートを実施した。30を超える道府県が参加するため、それぞれ300程度のサンプルを集めることとし、全体では1万人規模のアンケートとなり、かつてないものが実施できた。質問項目は、車への要望や不満等を中心に、家族構成や公共交通機関など生活に関するものも加えた。最終的に、10,856件の回答が得られ、前期高齢者4,580、後期高齢者4,658、高齢者予備軍の65歳未満が1,037、また都市部3,090、地方都市3,193、農村部3,074、男女比は8:2とバランスよいデータを集めることができた。結果の詳細は報告書にあるので、ここでは概要のみを記す。車の使用頻度は、毎日64%、週3~4回が25%で、それだけで約9割に達した。普段の運転距離は、59%が10km以下であり、約半

分類	アンケートの回答結果	ニーズ
①近距離の運転しか行わず 高速道路を利用しない者 (3割)	<ul style="list-style-type: none"> <li>車の利用目的…買い物：8割 通院：4割 地域活動：3割 ※ドライブや旅行にはほとんど利用しない</li> <li>運転頻度…毎日：5割 週3～4回：3割 週1～2回：1割</li> <li>普段の運転距離…10km以内：8割 10km超：2割</li> <li>希望サイズ…軽自動車サイズ：6割 小型自動車サイズ以上：3割</li> <li>重視するもの（※安全、価格、燃費以外） 乗り降りのしやすさ&gt;視界のよさ&gt;小回り&gt;乗り心地</li> <li>希望価格…100万円以下：5割 101万円～150万円：4割 151万円～200万円：1割 201万以上：ほとんどなし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日常生活のために車を利用</li> <li>運転頻度は高いが、普段の運転距離は短い</li> <li>小さいサイズの車を好む</li> <li>視界、小回りなど運転のしやすさを重視</li> <li>安価な車を希望</li> </ul>
②長距離の運転を行い 高速道路を利用する者 (4割)	<ul style="list-style-type: none"> <li>車の利用目的…買い物：8割 地域活動：4割 通院：3割 ドライブ：2割 旅行：2割</li> <li>運転頻度…毎日：7割 週3～4回：2割 週1～2回：1割</li> <li>普段の運転距離…10km以内：5割 10km超：5割</li> <li>希望サイズ…軽自動車サイズ：3割 小型自動車サイズ以上：5割</li> <li>重視するもの（※安全、価格、燃費以外） 乗り心地&gt;視界のよさ&gt;乗り降りのしやすさ&gt;高速走行時の安定感</li> <li>希望価格…100万円以下：2割 101万円～150万円：4割 151万円～200万円：3割 201万以上：1割</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日常生活のほか、旅行やドライブにも車を利用</li> <li>大きいサイズの車を好む</li> <li>乗り心地や高速走行時の安定感なども重視</li> <li>ある程度の価格は許容 等</li> </ul>
③長距離の運転は行いが 高速道路を利用しない者 (2割)	・近距離の運転しか行わない者の回答結果およびニーズに類似	
④長距離の運転は行わないが 高速道路を利用する者 (1割)	・回答結果は全体平均に類似	

表-1 高齢者1万人アンケートからの分類<sup>1)</sup>

数の人は高速道路を使用していなかった。普段の乗車人員は1名が40%、2名が54%で、それだけで9割を超えている。不満な点は、夜間の視認性、合流や右折の判断、乗り降りや後退時の体の負担などの指摘が多かった。車に求めるものとしては、燃費、安全、価格への重視の割合が高かった。

アンケート結果から、分類分けすると、高速道路走行の有無と1日の走行距離が30kmを超えるかどうかで整理ができ、表-1のようになった。前期高齢者では長距離・高速ありが48%で一番多く、後期高齢者では近距離・高速なしが34%で一番多い集団となった。表-1の①のカテゴリが従来の車にはないもので、こういった車の開発が求められていくものと考えられた。

## ■ 技術調査

高齢者が起こしやすい事故について、全国の事故統計や福岡県警の協力による事故事例などを分析した。また、高齢者の運転特性などを文献調査し、事故防止機能30種および運転能力向上機能26種をリストアップした（さらに積雪寒冷地ニーズ8種も）。これらを要求機能として、技術的な対応の可

能性について議論を行った。この種の検討は、国土交通省のASV（先進安全自動車）プロジェクトとして研究開発がなされているものであるが、技術として実用化されているもの、実用化されているが高級車しか設定がないもの、研究開発段階のもの、といったかたちで分類整理し、さらに車両単体の自律的要素と、インフラ等との通信が必要なものといった整理も行った。その結果を表-2に示す。64種のうち実用化済みなのは46にとどまり、価格の点から容易に普及がはかりにくいものも多い。

## ■ コンセプト

さまざまな検討をもとに、表-3のような車両コンセプトをまとめた。支援機能は2タイプ共通であるが、車両規格としては、これまでにない2人乗り超小型車を提案している。後者のスペックを表-4に示す。

このようなものが、高齢者にやさしい自動車としてユーザに受け入れられるかを確認するために、デモビデオを作り、高齢者約1,000人に対してインタビュー調査を行った。その結果、支援機能については約9割が欲しいと回答、2人乗り超小型車につい

		事故防止機能 (30 機能)	運転能力向上機能 (26 機能) 積雪寒冷地向けオプション (8 機能)
実用化済 の機能 (46 機能)	車体構造や レイアウト、 デザイン等で 対応 (8 機能)	○ 1 機能 ・ アクセルとブレーキの踏み間違いを防ぐペダルの 配置や構造 ⇒ 踏力調整, ペダル間の間隔設定・段差の最適化	○ 7 機能 ・ 見やすいメータやスイッチ類 ⇒ メータ直径や文字の大型化, スイッチ類の最適 レイアウトによる視認性向上 ・ 楽に乗り降りができる車体構造 ⇒ 着座位置のレイアウト最適化, 低床フロア, ア シストグリップ
	支援装 置の装 備によ る対応	○ 4 機能 ・ 高制動のブレーキ/タイヤ ⇒ ABS (アンチロックブレーキシステム) ・ ブレーキ踏力の補助機能 ⇒ ブレーキアシスト	○ 1 機能 ・ 楽にハンドル動作ができる機能 ⇒ パワーステアリング  ○ 1 機能 (積雪寒冷地向けオプション) ・ ブレーキ時のスリップを防止する機能 ⇒ ABS (アンチロックブレーキシステム)
	普及度 高 (6 機能)	○ 10 機能 ・ 交差点で死角から接近する側方車を知らせる機能 ⇒ 交差点左右視界情報提供装置 ・ 前方車との車間距離を維持する機能 ⇒ 車間距離制御装置	○ 15 機能 ・ 夜間や雨の日でも周囲を見やすくする機能 ⇒ 配光可変型前照灯  ○ 7 機能 (積雪寒冷地向けオプション) ・ 発進時のタイヤの空回りを防止する機能 ⇒ TCS (トラクションコントロールシステム)
	普及度 低 (32 機能)	○ 15 機能 ・ 横断歩道を通行する自動車や歩行者の存在を知ら せる機能 ・ 赤信号を知らせる機能 ・ 交差点の状況を感じて発進を支援する機能	○ 3 機能 ・ スーパーの駐車場から道路に出る場合などで合流 を支援する機能 ・ 夜間に対向車のライトによるまぶしさを防止する 機能 ・ サイレンや踏切音を知らせる機能
実用化に至っていない機能 (18 機能)			

表-2 技術調査のまとめ<sup>1)</sup>



車両規格	○軽, 小型・普通自動車 (長距離用高齢者自動車)  颯爽と走れるクルマ 長距離の旅行やドライブにも最適	○軽自動車より小さい2人乗り自動車 (近距離専用 超ミニ高齢者自動車)  ちょい乗り(日常生活)に便利なクルマ 細い道や狭い駐車場もラクラク
支援機能	○事故防止機能 (アクセルとブレーキの踏み間違いを防止する機能) ・ 踏み間違いを感知し, 自動で止まる機能 (追突事故を防止する機能) ・ 車間距離を維持する機能 等 (右折時の事故を防止する機能) ・ 対向直進車の接近を知らせる機能 等 (出会い頭事故を防止する機能) ・ 死角から接近する側方車を知らせる機能 等	○運転能力向上機能 (知覚機能を補助する機能) ・ 夜間や雨の日でも周囲を見やすくする機能 ・ 見やすくシンプルなメータやスイッチ類 等 (体力, 筋骨格系機能を補助する機能) ・ 乗り降りしやすい車体構造 ・ 楽な姿勢でバックの運転ができる機能 等 (情報処理機能を補助する機能) ・ 右折を避けて目的地まで案内する機能 ・ 合流を支援する機能 等
<積雪寒冷地向けオプション> ・ 冬道でのタイヤのスリップを防止する機能 ・ フロントガラス等の凍結を防止または短時間で溶解する機能 等		

表-3 車両コンセプト<sup>1)</sup>

では約7割から支持があった。

さらに、車両イメージを明確化するために、デザインのコンテストも実施した。約100点の応募があり、図-1のものが最優秀作品として選ばれた。2011年の東京モーターショーでは、数社から2人乗り車のコンセプトモデルが出品された。その一例

を図-2に示す。

### ■ 実証実験

車両のイメージがまとめられたが、実際の使用環境の中で、超小型車がどのように受け止められるかを確認するために、実証実験を行った。実験は、国



サイズ	○長さ 2.3m～2.8m 運転スペースのほか荷物スペースにも配慮 ○幅 1.3m～1.4m 横に2人が座れるスペースを確保 ○高さ 1.5m～1.6m 高齢者があまり腰を曲げないで乗り降りができる高さ
定員	2名
最高速度	時速 60 キロ以下 ・生活道路および一般道路は走行可 ・高速道路は走行不可
航続距離	60km 程度 ・エネルギー使用の多いヒーター使用時でも航続距離 30km 程度を確保 ※ヒーターのフル使用時には航続距離は半減(メーカによる実測値)
車両重量	700kg 以下 ※ FRP (繊維強化プラスチック), アルミ, スチール等, 使用する素材等によって車両重量に幅がある.
燃料の種類	電気 (バッテリー) ※家庭用電源で充電可
最高出力	10kW～20kW ・混合交通下でスムーズな運転ができる加速性能を確保 ・山間部における十分な登坂性能を確保

表-4 2人乗り超小型車のスペック<sup>1)</sup>



図-1 デザインコンテストの作品<sup>1)</sup>

土交通省の環境対応車を活用したまちづくりのプロジェクトの一環として実施され、福岡県朝倉市の2地区(美奈宜の杜, 杷木)での市民モニタ(1週間貸し出す)と朝倉市中心部での体験走行会(2日間)を行った。詳細は報告書を参照いただくこととし、ここでは大まかな概要のみを記す。

モニタ実験では、2地区それぞれ16名で、自己所有車、2人乗り(韓国製 ezone), 1人乗り(トヨタ車体コムス)の3種について、それぞれ1週間日常生活で使用し、常時記録ドライブレコーダで記録しアンケートに答えてもらった(知事連合で提案するコンセプトの市販車はないため、市場で入手可能な超小型車を実験車として用いた)。



図-2 コンセプトモデルの例(ダイハツ・PICO)

体験走行会は、高齢者に限らず多様な年齢層の方々に、市内一周(4.2km)を、小型乗用車(ビッツ)、2人乗り2車種(ezone および日産ニューモビリティコンセプト)、1人乗り(コムス)の合計4種を乗り比べてもらうもので、33名が参加した。実験の様態を図-3, 4に示す。

モニタ実験のアンケート結果としては、1～2人乗り車の利活用で約2割の人が日常行動に変化があったと回答し、その半数は気軽に外出できるようになったと答えている。また、将来の利用意向としては、63%が使いたいと答え、69歳以下が53%に対し70歳以上では71%と高年齢ほど評価が高い。超小型車は比較的ゆっくり走るため、後続車の渋滞や追い越し・あおりが気になるが、常時記録ドライブレコーダの100時間分の映像分析からは、渋滞は皆無、追い越しは13件、あおりは6件が確認さ



図-3 体験走行会の模様 1



図-4 体験走行会の模様 2

れた。追い越しがしやすい環境を用意するか、制限速度の低速化で他車も含めてゆっくり走のような環境を用意するかが必要と思われた。

体験走行会でも超小型車はおおむね好評で、特に狭路走行では幅の狭い車種は容易にすれ違いができ、運転しやすさについて高い評価が得られた。また、心理的な面も測るため、心拍計を装着してもらったが、今回の条件設定の範囲では車種間の違いは有意には現れなかった。

以上の実証実験から、いくつかの課題はあるものの、超小型車が高齢者の日常生活の足として活用できるという手ごたえが得られた。

## JST s イノベのプロジェクト紹介

### ■ ねらい

知事連合のプロジェクトでも確認されたように、公共交通の貧弱な地域においては、日常の足としてマイカーが重要であり、それがないと自立した生活ができなくなるともいえる。しかしながら、加齢により運転能力の低下が見られ、交通事故の懸念がある。統計によると、高齢ドライバー数も高齢ドライバーが第1当事者になる交通事故の件数も上昇傾向で、特に認知症や軽度認知障害により、逆走による事故

なども顕著になってきている。運転免許の返納や認知機能検査（講習予備検査）をもとに更新不可とすることもなされてきているが、後期高齢者のドライバーの急増に向けて、色々な面からの対応が必要になってきている。

ITS等の技術により、情報提供や警報などの運転支援システムが研究レベルから実用レベルになってきているが、高齢者では情報支援が有効でないケースも少なくないという報告もある。高齢ドライバーの特性はさまざま一括りにできるものではないが、頭の処理能力の点から、せっかくの情報支援がうまく伝わらなかったり、さらに驚いてパニックになったりしてしまうことが懸念される。

一方、自動運転の研究開発も進んできており、インフラ協調でも自律でも条件がよければあるレベルまでの自動運転は技術的に可能になってきている（しかし、まだ万能とは言えず、万一の場合の責任問題を考えると、実社会への適用にはハードルが高いと言わざるを得ない）。

以上の背景から、自動運転技術を運転支援に役立てる、特に高齢者の日常生活圏における走行条件下で比較的安価で普及を広めることを重視した開発プロジェクト「高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム」を2011年からスタートさせた。トヨタ自動車、豊田中央研究所、東京農工大学、東京大学が共同し、JSTの「戦略的イノベーション創出推進プログラム」（通称、sイノベ）のプロジェクト<sup>3)</sup>として採択され、鋭意検討を進めているところである。

### ■ 開発仕様と展開計画

プロジェクトは10年間で社会実装し普及を目指すというもので、3つのフェーズからなる。第1フェーズは、開発企画を行い、各所のリソースをもとにハード・ソフトの共通プラットフォームを構築し、要素技術開発を進め、受容性に関する初期検討を行い、プロトタイプ車のスペックを定めるところまでで、2012年度で終了する。第2フェーズはプロトタイプ車を作成し、テストコースや実フィールドに

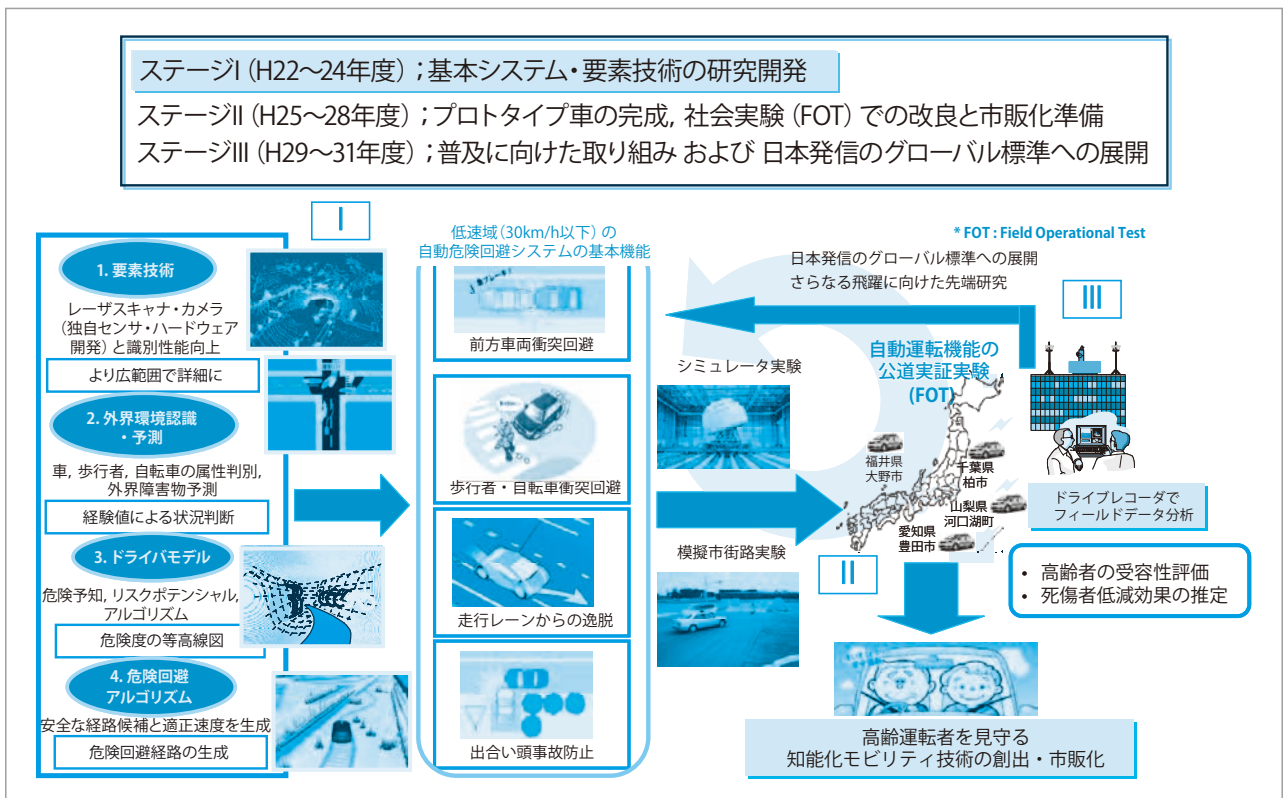


図-5 プロジェクトの展開計画

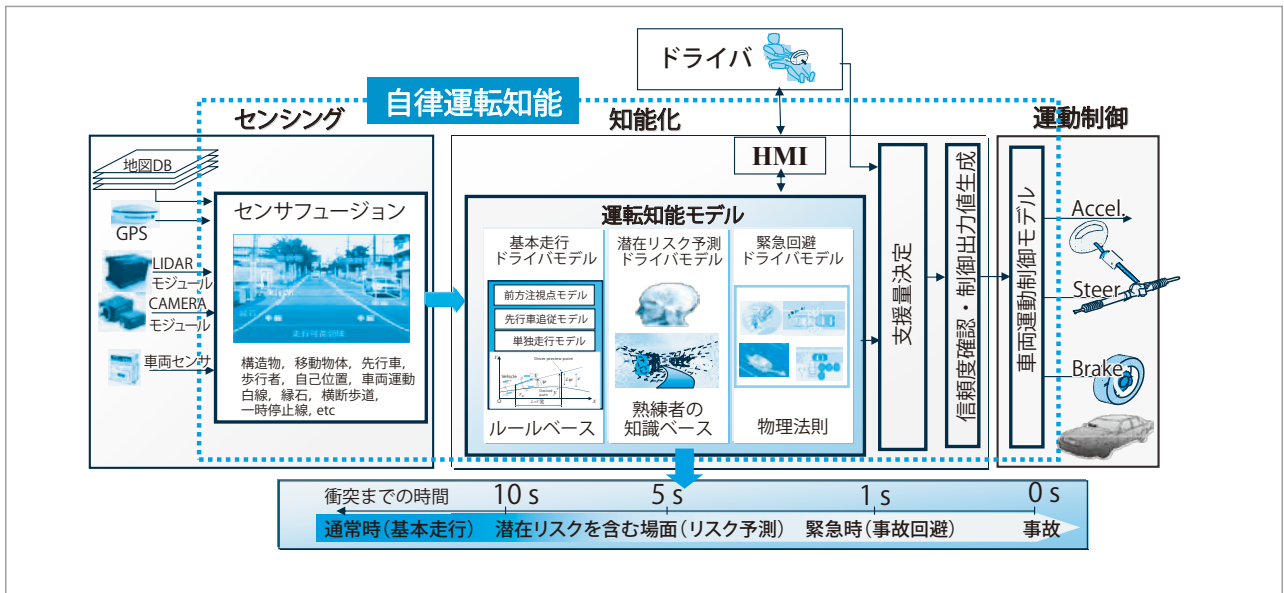


図-6 開発システムの概要

において走行実験を行いつつ、ドライバならびに社会の受容性検討を行っていき、市販レベルのスペックをまとめるところまでで、2016年度まで。第3フェーズは市販を開始し、市販車でモニタを募り、フィールドデータを収集し、さらなる改善や技術の高度化を目指すという展開計画になっている(図-5)。

ポイントとなることは、完全自動ではなく、通常は運転者に主権があるものの、自動運転知能が見守り、ある範囲を逸脱した際に制御介入がなされるようなシステムを目指していることである(図-6)。衝突寸前の被害軽減や回避については、自動ブレーキが商品化されているが、ここで目指すのは、衝突



寸前だけでなく、リスクが高まらないように熟練者ドライバモデルにより見守り・介入を行うことであり、障害物のセンシングとその挙動予測、熟練ドライバモデルの構築、制御介入のやり方の受容性などが研究開発項目になる。

## ■ これまでの進捗等

これまで各所でなされてきたものの一部は、東京モーターショーでのトヨタ AVOS や農工大自動危険回避コムスなどで一般向けに公開されているほか、ITS 国際会議や fastzero11 などで講演やパネル展示等をしてきている。

現在取り組んでいる内容については、しかるべき時期に研究発表等をしていく予定であるが、新しいシステムの社会的受容性については、車両メーカー 1 社だけで対応できる話ではなく、メーカー相互の連携・協調や、大学等の研究組織も入ったかたちでの受容性検討を続けていく必要があり、複数メーカーでの連携については FAST 研究会<sup>4)</sup> を立ち上げて議論を重ねてきている。

## まとめ

本稿では、これから日本が迎える超高齢社会の状況について示し、それに向けて動いている知事連合

と s イノベのプロジェクトを紹介してきた。高齢者がいきいきとした生活を送っていくためには適切な移動手段があることが必須であり、地方地域ではマイカーの役割が大きく、高齢者にやさしい自動車、あるいは知能化運転支援システムが、その手段として非常に重要な役割を占めると考えられる。それぞれのプロジェクトがさらに進展した段階で再度ご紹介していきたい。

終わりに、本稿で紹介した内容は、それぞれのプロジェクトからの提供で、図表も報告書等からの引用であることを記し、結びとする。

### 参考文献

- 1) 高齢者にやさしい自動車開発委員会報告書 (2011年2月), [http://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/life/39/39250\\_12681916\\_misc.pdf](http://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/life/39/39250_12681916_misc.pdf)
- 2) 高齢者にやさしい自動車開発推進知事連合 高齢者にやさしい自動車開発委員会 合同会議 (平成24年3月27日), [http://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/life/61/61540\\_14943400\\_misc.pdf](http://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/life/61/61540_14943400_misc.pdf)
- 3) <http://www.jst.go.jp/s-innova/research/h22theme05.html>
- 4) <http://www.asahi-net.or.jp/~yw5m-tti/fast/index.html> (2012年12月10日受付)

鎌田 実 [kamata@iog.u-tokyo.ac.jp](mailto:kamata@iog.u-tokyo.ac.jp)

1987年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。1990年同大講師、91年同助教授、2002年同教授、2009年から現職。自動車技術会、日本機械学会、日本生活支援工学会などの会員。

