

自動車の未来を創る研究とエンジニアを目指す金の卵を応援する

# 大学研究室探訪

FUTURE ENGINEER

第11回

## 東京大学

大学院新領域創成科学研究科  
生活支援工学分野 Part 2

Assistive Technology Lab.

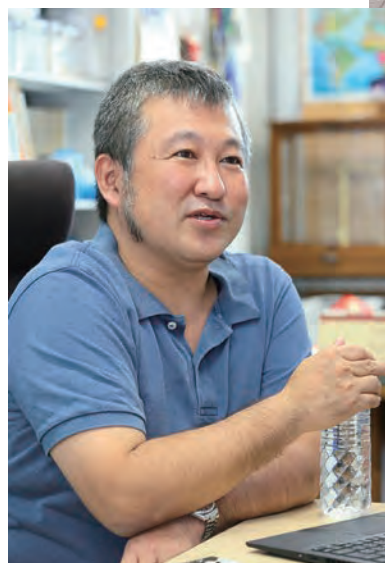
基礎研究だけにとどまらず、その応用となる実践的な技術の分野にも積極的に取り組む、東京大学大学院新領域創成科学研究科。後編となるPart 2は生活支援工学をテーマとして扱う小竹・二瓶研究室を紹介する。自動運転バスから歩行補助用の装具まで、さまざまな取り組みの先に見据えるのは、ヒトに寄り添うテクノロジーと社会の在りかたである。

TEXT:高橋一平 (Ipey TAKAHASHI) / PHOTO:山上博也 (Hiroya YAMAGAMI)

### 人間の生活を質の観点から社会に役立つ技術アプローチ

#### 小竹・二瓶研究室

生活支援工学をメインテーマに、人間の生活をサポートする技術を幅広く扱う。具体的な手段としては制御技術が中心となるが、自動車も含めそれらの技術を利用する人間の感性が重要になってくるため、技術や道具を使う人間の感じ方、さらには気持ちといったメカニズムの解明にも踏み込む。現代人のQOLを支える要素としてモビリティを位置づけ、自動運転はもちろん、技術と社会との協調も見据えながらラストワンマイル問題の解決にも力を注ぐ。



自動運転や  
運転支援技術を社会問題の  
解決のために役立てたい

#### 小竹元基 准教授

Motoki SHINO

東京大学  
大学院新領域創成科学研究科  
人間環境学専攻/工学部機械工学科

階段の昇降も可能な電動車椅子、自動運転のシニアカー、さらには歩行を補助する装置まで、小竹・二瓶研究室には障がい者支援を目的とした技術を研究するための、装置、設備が数多く並ぶ。「もともと私がやっていたのはヴィークルダイナミクス (VD) です。(自動車において) モーターをうまく使えばエミッション (低減) の部分で活躍するだろうという考えのもと、アクセルペダルに対してレスポンスの悪いエンジンダイナミ



いすゞエルガミオをベースとする自動運転バス(レベル2の自動運転)。カメラやLIDARなどのセンサーを複数装備するほか、高精度の位置検出が可能なRTK-GPSや、IMU(ジャイロセンサー)、さらには路面に埋設される磁気マーカー検出用のセンサーまでもを搭載。東京大学内に設置された柏ITS推進協議会が中心となりながら、地域の自治体(柏市)をはじめ多くの企業と共同で、社会環境の検証まで含め包括的な実証実験を行なっている。



クスを、モーターでどのようにサポートすれば、燃料の消費を効果的に抑えつつ、高応答の駆動システムができるのかということ、制御システムを作りながら研究していたのですが、そのためには対象となるエンジン、パワートレイン、シャシーのダイナミクスを理解する必要がありました。2000年頃のことです」(小竹准教授)

同研究室が手がけているのは生活支援工学。その研究の多くは、一見すると、我々にとって馴染み深い自動車とは少々かけ離れたもののようにだが、お話を伺った小竹准教授のスタートは自動車の運動制御に関する研究だったという。

Part 1 (Vol.195にて掲載)で紹介した藤本研究室が、エネルギーの利用方法や、よりきめ細かな制御の技術など、どちらかというと電気モ-

ーターの駆動、つまりパワートレインそのものに「寄った」テーマを扱っていたのに対し、小竹・二瓶研究室が扱うのは、電動制御技術を応用した生活支援。冒頭の障がい者支援はもちろん、自動運転や高度運転支援技術(AD/ADAS)も重要なテーマのひとつとなっており、その対象は身体の機能にハンディキャップを持つ障がい者や高齢者だけでなく、健常者も含めたすべての人々に及ぶ。そして特徴的といえるのが、それら(支援技術)を利用する人間や社会との関係についても掘り下げている点である。

「制御応答性に優れるモーターの技術を利用してなにか良いことはできないかということ、私が次に注目したのがEPS(電動パワーステアリング)です。(操作する)人間に伝える力をう

まくコントロールすることで、(タイヤと路面間の接地状態などの)予測や推測、操作に対する結果への期待など、人間の感じ方を作り込むことができる。これは面白いということで、さらに研究を進め、上側(ステアリング)と下側(操舵系)を切り離し、人間側とシャシー側それぞれに最適な制御を独立で作る研究を始めました。いまでいうところのステアバイワイヤーです。下側を制御すれば自動運転、上側の制御は運転支援に役立てることができる。人間のもつ機能や特性をよく知ったうえで、より良く快適な運転支援、自動運転はどうあるべきなのかということに興味を持ってやっています。例えばステアリングを把持する人間の指や腕の機能や力がどのようなものなのかということが、ステ



東京大学・生産技術研究所・次世代モビリティ研究センター(ITSセンター)が柏キャンパス内に設けているITS実験コース。次世代型の自律分散型交通信号システムに加え、ITS用のセンサーや通信設備などが備え付けられており、「千葉試験線2.0」と呼ばれる鉄道も敷設(なんと実際の鉄道車両も用意されている)。鉄道の敷設は大学としては国内初。パッセンジャーカーはもちろん、自動運転バスの試験も可能な規模となっており、企業の研究活動などにも広く用いられている。

## 制御技術を駆使した階段を昇降する車椅子

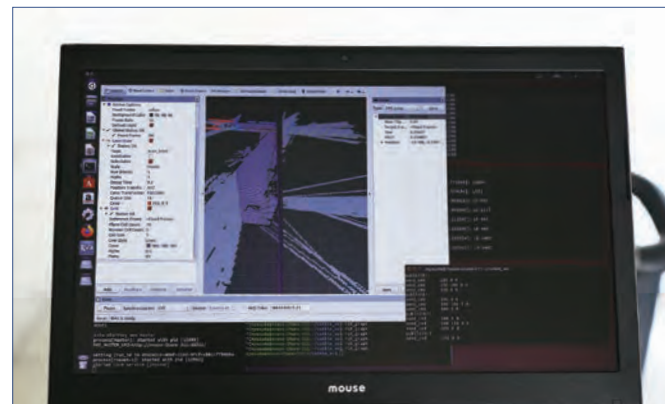


### “真”のラストワンマイルで克服すべき 建物内の移動に必要な最後のワンピース

歩行の困難な高齢者や障がい者の移動において、最後にして最大の障壁となるのが、バス停から住居、あるいは施設内の移動といった“真”のラストワンマイル。健常者の二足歩行、つまり徒歩を基本に設計された階段や段差などをクリアしていくには、車輪の回転だけに頼る移動手段では困難がともなう。たとえクローラーであってもそれは同様だ。写真は前後に配置したふたつの車輪をリンクごと回転させながら、階段を昇降するというもの。シート下に設置されたスライドによる重心制御により、リンク回転時の一軸状態でも搭乗者のバランスをとることが可能となっている。



## SLAM技術を備える自動運転シニアカー



### 複数のセンサーにより転倒リスクを回避

3D-LIDARに加え、前後方向の監視と路面走査用、計3基のLRF (Laser Range Finder) により、地図作成と自己位置推定を行ないながら走行する自動運転システムが実装されたシニアカー。走行可能ゾーンの判定はもちろん、IMU (ジャイロセンサー) や車速、舵角などの信号をCANで取り込みながら、ダイナミクス制御することで安定性、安全性も確保。一般的なシニアカーがベースだが、これらの制御技術を階段の昇降も可能な上段の車椅子に組み合わせれば、行動可能範囲を大幅に拡大することも可能だ。

アリングのコントロールや、その形状などインターフェースの設計につながってきます。ですので、始まりはVDでしたが、いまは人間工学の分野、つまりヒューマンダイナミクスにも踏み込んでいます。その成果のひとつが2&のペットボトルです。持つのにちょうど良いところが

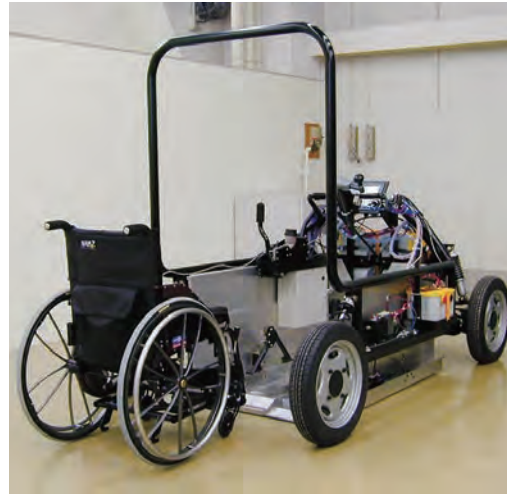
凹んでいますよね。アレは私の技術です(ペットボトル：KIRINとの共同研究)。(小竹准教授)

聞けばこのペットボトルの凹みの位置は、心理学における“アフォーダンス”という概念に基づいているとのこと、人間が形状から直感的、経験的に得る印象を利用して、多くの人が無意

識に握る“ちょうど良い場所”“手の機能に適する形”になっているという。

制御の話は何うつもりが、まさかペットボトルの話題に及ぶとは、まったく持って予想外であったが、准教授が説明するように、もともとは“クルマと人間”の関係の探求から発展したも

## さまざまな形態のモビリティを検証



### モビリティの 新たな操作方法にも 積極的にトライを重ねる

左は、トヨタCOMSのホイールベースを大きくストレッチした“ニワコムス”。軽トラックでは入れないような細い農道、小道などでも走行が可能だ。右は、車椅子のまま乗降を可能とする電気自動車で、ジョイスティックレバーと小径ハンドルによるワイヤ機構により、シームレスに屋内外の移動を実現する。そのほかにも、協調学習操作系と呼ばれる、ペダルの動きを中心とした下肢のみで操作ができる、いわゆるハンズフリーで操作可能な電動車椅子など、生活支援を目的としたさまざまなモビリティの研究が行なわれていた。

## 運転時の心身機能／認知機能を定量化しながら検証



### 認知機能の遅れを 優しくサポートする技術を目指す

視界を取り囲むように設置されたディスプレイに、あらかじめ撮影した運転者目線の映像を表示するという実験装置。脳波 (EEG) を同時測定しながら、交差点や“ヒヤリハット”の場面で、どのような確認、操作を行なうのかということを見ることが、認知の視野範囲や遅れなどを検証する。実際の車両をウィンドウを目隠した状態で、モニターにAR (拡張現実) を用いた画像を表示しながらテストコースで実走行させるという実験も行なっている。



の。そしてこの“奥深さ”こそ、今回の東京大学訪問で強く印象に残る部分でもある。“掘るべき部分はとことん掘り尽くす”その姿勢は、やはりさすがである。

「(前述の) ペットボトルは、形状という静的な要素で、人間のダイナミクスをコントロールできるという一例です。形状自体が制御の入り口にもなっている。そこでカギになるのが認知機能、そしてその形成に大きく関わる記憶と経験。

これらの性質をうまく利用することで、運転時の認知能力の支援補助にも役立てることも可能となり、高齢者の身体機能とその性質をうまく利用することで、高齢者が自動車に乗り降りするときの負担低減に役立てることが可能になる。このことは高齢者ができるだけ長く最後まで安全に運転できるように、あるいは移動を担保できる仕組みをどのように作るのかということにも繋がっていきます」(小竹准教授)

自動車に限らず人間が道具を使うとき、“使いやすい”という感覚は人によって微妙な差があるものだが、認知機能や運動能力に個人差がある高齢者などでは、それが大きく変わってくる。制御技術を応用すれば、利用者に応じた“使いやすさ”が可能にできるはず。小竹・二瓶研究室が目指すのは、あまねく人々にテクノロジーの恩恵が的確に行き届く、豊かで快適な社会の実現である。