

先進のプロジェクト現場に見る－事業説明・合意形成・協議検討アプローチ

「シミュレータというのは非常に高価なのですが、こういう問題について何千万円もかけてやるというわけにもいかないものですから、企業が課長決裁で購入できるぐらいのものがあれば社会の安全に貢献できるのではないかと考えました」

戦後、急激な交通量の増加とともに事故件数および交通事故死者数も上昇。近年は国を挙げて取り組まれたさまざまな交通安全対策の効果もあり、それぞれピーク時と比べれば減少傾向になったとは言え、依然高い水準を維持している。他方、平成20年版「高齢社会白書」によれば、07年10月時点の日本の総人口1億2,777万人に対し、65歳以上の高齢者人口は過去最高の2,746万人。総人口に占める高齢者の割合（高齢化率）は21.5%（前年20.8%）と、初めて21%を超えた。

わが国を取り巻くこうした情勢を受け、もともとITS（高度道路交通システム）に関わる多彩な研究で知られる名城大学理工学部情報工学科にあって、山本研究室と中野研究室は共同で画像情報処理およびヒューマンインターフェースの各分野から高齢ドライバーの運転能力にフォーカスした研究に取り組んできた。数年前、この研究をスタートした当初は大掛かりな装置にならざるを得なかったシステムも試行錯誤を重ねる中で、コンパクト化を実現。運転能力の測定・評価を高度かつ比較的手軽に行える最新版システムの開発に繋がっている。そのカギとなったのが、VR（バーチャルリアリティ）技術による3次元CG空間作成およびドライビングシミュレーションの容易化だったと、同学科教授の山本新氏は述べる。

経済社会情勢の変化、環境や景観に対する社会的な意識の高まりなどを背景に、社会资本整備に当た

よりリアルな運転模擬状態で視覚と認知・判断能力を測定、 高齢社会の進展を視野にVR・CG技術を活用し、高度

名城大・情報工学科、ITS研究に力

産業界や医療研究機関とも連携

「いろいろな専門の先生が在籍していますが、学科から新しい情報を発信したいという考え方から、現在は（情報工学科を通じ）ITSへの応用ということにかなりフォーカスして研究しています」

名城大学の始まりは、名古屋高等理工科講習所として開設された1926年から遡る。その後、49年に商学部を設置し、現在の校名により改めて開学。翌50年以降、理工学部をはじめ各学部・大学院・付属高校を設置するなど、順次組織を改編・拡充してきた。「健正」という立学の精神を反映した学風もあり、地元愛知県はもとより東海地域の教育・経済界に多くの人材を輩出していることでも知られる。

とくに同校の理工学部は、数学科・情報

工学科・電気電子工学科・材料機能工学科・機械システム工学科・交通科学科・建設システム工学科・環境創造学科・建築学科の9学科から構成、同校最大規模の学部として発展してきた。

情報工学科はその中でも、2000年度にスタートした新しい学科。ITS、音声・言語処理、通信・ネットワーク、CG・VR、ロボット・制御などに關わる情報工学の広範な領域をカバー

運転視力と運転への影響（視野・深視力）



(a) 右折時



(b) 直進時

画像は名城大学 提供

運転視力と運転への影響（視野狭窄・老人性白内障）



健常者

視野狭窄



健常者

老人性白内障

名城大学 資料を基に作成

り事業の計画あるいはその実施プロセスを通じて地域住民はじめ関係者に向けた情報の公開・共有・説明ニーズが確実に高まっている。一方、そこからもたらされる考え方や要求を事業そのものへフィードバックさせようという流れも広がりつつある。また、効果的・効率的に事業を実現する上で、関係者が出来る限り正確に問題点や状況を把握し、相互に意識の整合を図ることは不可欠だ。そのような際にカギとなるのが、プロジェクトの内包する諸事情に応じた事業説明や合意形成、あるいは協議検討などの手法、先進技術の活用を含む高い説明性を実現するノウハウと言える。そこで、とくにこれらのアプローチで注目される先進的なプロジェクトに対してシリーズでフォーカス。多彩なアングルからそれらの具体的な取り組みに迫る。

本シリーズの第34弾となる10月号では、急速に進むわが国の高齢化を背景に自動車事故防止策の一環として継続的な研究・開発が取り組まれている高齢ドライバー向け運転能力測定シミュレータに焦点を当てる。運転中の視覚と認知・判断能力を総合的に測定するため、運転模擬状態で測定・評価する手法の研究を重ねる中で、現在はVR・CG技術を活用して実際の運転場面に近い環境を創出する第3世代のシステムが開発されている。そこで、一連の研究・開発が取り組まれるに至った背景、初期の運転視力測定システムから、続く運転能力測定システム、最新の運転能力測定シミュレータへとバージョンアップを続けてきた各システムの開発ポイント、これらの研究を通じて得たVRへの評価と今後の展開などについて、名城大学理工学部情報工学科の担当者らに聞いた。

橋梁編纂委員会・編集（ライティング・ソリューションズ）池野隆

評価する高齢ドライバー向け「運転能力測定シミュレータ」 かつ手頃な運転能力測定手法の実用化を目指す

しつつ、教員にはそれぞれの専門分野で有数の研究者を擁する。その最大の特徴が、ITS分野で活躍する研究者の層の厚さと言える。

現在から少し先のことでのおかつ社会に役立つようなシステムをつくりたい。そのアプリケーションとしてITSに力を入れていこうとの発想が、同学科における当面の研究の柱と位置付けられている。

これには当然、愛知県が世界的な自動車生産拠点であることが大きい。その半面、モータリゼーションの発達もあって同県は昨年、交通事故死者数が3年連続ワースト1位を記録。交通安全対策は喫緊の課題とされる。一方、県内には国立長寿医療センターや認知症介護研究・研修センターが設置されるなど、高齢者医療に関する研究が先進的に取り組まれるべきもあった。

そこでITS研究の一環として、こうした研究機関や(社)

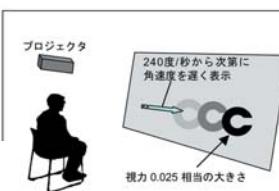
自動車技術会などと共に、交通安全と高齢社会に向けた対策をリンクして研究するといった流れも形成されてきたと、山本新氏は説明する。

運転視力測定システムの視野測定用画面
円筒スクリーン

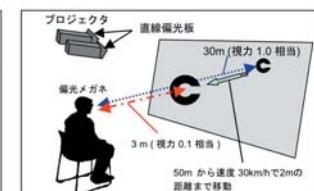
画像は名城大学 提供



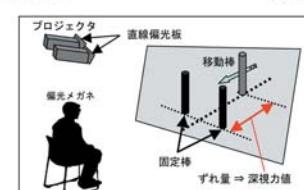
運転視力測定システムによる運転視力の測定方法



(a) DVAの測定方法



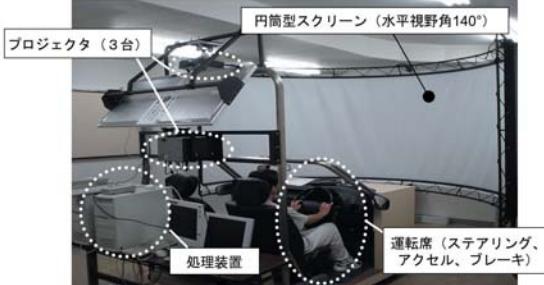
(b) KVAの測定方法



(c) 深視力の測定方法（三桿法）

画像は
名城大学 提供

運転視力測定システム（第1段階のシミュレータ）の構成



名城大学 資料を基に作成

運転状態のモニター技術、広がる可能性

高齢社会へ運転能力測定・評価手法の経緯

今回取り上げた研究で、そのスタート時から中心的な役割を担ってきたのが、山本新氏と同学科教授の中野倫明氏。両氏はかつて(株)豊田中央研究所に勤務し、やはり同じ研究室で多くのテーマに連携して取り組んできた経緯がある。

山本新氏が98年に、中野倫明氏が翌99年に、相次いで名城大学へ移籍。以降、ともにITSを主要な研究対象としつつ、山本新氏は画像情報処理を中心に、中野倫明氏はそれをヒューマンインターフェースとして活用する観点から、引き続き協調しながら研究を進めてきた。

その後、山本新氏がここ十年来一貫して取り組んでい

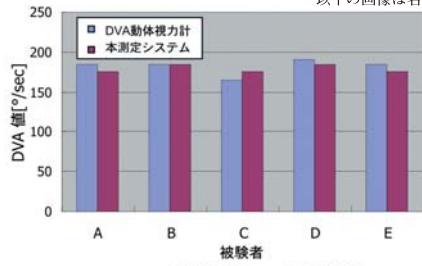


名城大学 理工学部 情報工学科 教授

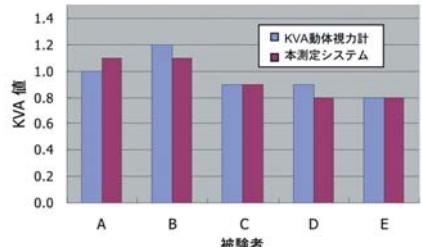
山本 新氏

運転視力測定システムによる運転視力の測定性能

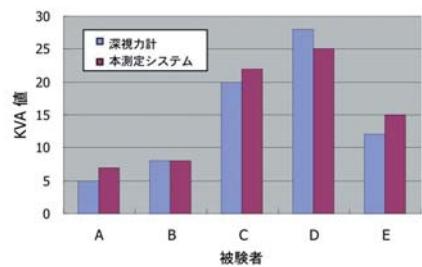
以下の画像は名城大学 提供



(a) DVA 動体視力の測定性能

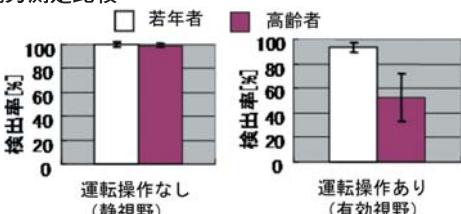


(b) KVA 動体視力の測定性能



(c) 深視力の測定性能

運転視力測定システムによる若年者・高齢者の運転視力測定比較



る一つは、ドライバーの居眠りや脇見、飲酒、あるいは携帯電話による通話など、安全性を低下させる諸要因が具体的に運転状態に与える影響をモニター(検知・監視)する技術だ。

たとえば、他の車と衝突しないよう距離を計測したり、停止させたりという自動車の外側のセンシングシステムについては一定の研究・開発が進んでいる。ただ、実際に事故を引き起こす主原因はドライバーであり、そのドライバーの運転中の状態をモニターする技術が安全対策を講じていく上では不可欠なはず。にもかかわらず、それへの対応はなかなか進んでいないのが実情だった(同学科准教授の山田宗男氏)。まさにその部分をターゲットとしてきたのが前述の山本新氏の取り組みということになる。

実は同氏が研究所時代から温めてきた構想を再構築しつつあった頃、(独)産業技術総合研究所および愛知県産業技術研究所、そのほか自動車メーカーや部品メーカーなどさまざまな関係者とともに(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプロジェクト(03年~05年)へ参加。新たなシナリオを実践する機会を得た。その成果として、外部環境やドライバーの状態を監視し、ドライバーが必要な時に必要な情報を適切に提供する手法が整理された。併せて、その検討過程でシミュレータを導入、これは以降の研究でも継続的に有効活用されている。

次いで着目されたのが、運転中の心筋梗塞や無呼吸症候群などの病気、あるいは心拍数や血流量などの生理情報をモニター、さらにそれらをハイブリッドして判断するという領域だった。その上で、ドライバー自身がもしそのような状態に気づいていなければ情報を提供する、あるいは自動車の制御に直接反映させる、といったヒューマンインターフェースも新たな課題として浮かび上がってきた。

「実は、その部分は今、山田先生も一緒になって外部の医学系研究者の皆さんと一緒に連携しながら検討しているところです」

山田宗男氏は今年、やはり民間企業のITS研究部門から移籍してきたばかり。画像情報によるセンシングやその



名城大学 理工学部 情報工学科 教授
中野 優明 氏



名城大学 理工学部 情報工学科 准教授
山田 宗男 氏

ITSへの応用を専門としている。

同氏は山本新氏との共同研究のコンセプトについて、運転中に急病の兆しがある時の状態を定量的に捉えることが出来れば、事前に休ませるなり、緊急時には直接病院や家族に連絡するなりして必要な対策も取り得る — といったイメージを描く。しかし現状では、インフラ面での新たな対応が必要になることもあり、研究自体もまだその前段として、従来行われてきたドライバー・モニターの拡張を目指しているところという。

「車室内のモニターということでは、ドライバー・モニターばかりではなく、車内犯罪あるいは盗難の防止策への応用など、安全・安心な車両システムの実現に向けた更なる展開も考えられます」

一方、中野倫明氏は研究所時代、車のディスプレイや警報などによるドライバーへの適切な情報提示のあり方を中心に取り組んでいる。そうした中から、高齢者の視覚機能を仮想的に再現し、高齢ドライバーの特性に対応した設計を可能にするシステムも考案。その後、これらの技術を駆使しつつ、地域社会に貢献し得る研究にウェートを置いてきた。

そのような一環として山本新氏とともに高齢社会の交通安全対策について考えるうち、高齢ドライバーを再教育・訓練することでより長く安全に運転できるようになるのではとの発想に繋がった。

高齢社会への傾斜が増すとともに、高齢者、とくに高齢ドライバーが関わる交通事故増大の懸念が高まっている。そこでは、老化による視覚機能の衰えに加え、本人がそのことを含む自身の総合的な運転能力の低下について十分認識していないことが大きな要因とされる。そのため、高齢者の運転能力および特性を測定・評価できるシミュレータの開発が求められた。

まず、基本的な運転能力を測定するシステムを構築。次いで、実際の運転環境に出来るだけ近い状況を再現し、運転中に起こりがちな多様な事象を設定した。その上で、高齢ドライバーにそれを使って認知・判断・操作という一連の動作を試みもらい、運転能力を測定。併せて、認知症によ

る影響の把握も視野に、運転適性を総合的かつ客観的に判定する機能の実現を目指した。

その後、システムのコンパクト化を図る一方、システムを用いた訓練による運転能力の回復や運転前の脳トレ効果への期待から、継続的な研究が取り組まれてきている。

3段階にわたるシステム開発

高機能・低コスト化を実現

「第1段階はいろいろな目の機能を測るということが中心でした」

山本研究室と中野研究室が共同で高齢ドライバーの運転能力に着目した研究をスタートしたのは5年ほど前。それまでの高齢ドライバー向け再教育では、運転免許更新時に高齢者講習などを併せ、運転適性検査の受講が適用されてきた。ただ、これらには実際の運転場面を模擬し、運転能力を測定できるようなシミュレータはなかったことから、ドライビングシミュレーションにより目の機能や認知・判断機能を測れるようシステム化すべく、手づくりの実験を重ねながら、外注により比較的大掛かりな装置の開発を行ったと、中野倫明氏は振り返る。

この「運転視力測定システム」は、運転模擬状態で視野、動体視力、距離感を表す深視力などの各種運転視力を測定するもの。ステアリングやアクセス、ブレーキといった運転操作系、水平視野角140度の円筒型スクリーン、運転模擬映像表示用プロジェクタ1台、運転視力の検査指標表示用プロジェクタ2台、および処理装置から構成する。とくに、運転に集中している間に周囲の対象に気づく範囲(有効視野)のほか、動体視力や深視力については立体表示により進行(奥行き)方向の対象の認識や距離感に関する測定にも対応できるのが特徴。

同システムを用いた有効視野に関する測定結果からは、「運転操作なし」の場合と比べ「運転操作あり」の場合、若年者では差異がほとんど見られなかったのに対し、高齢者では明らかに検出率が低下。高齢者の視野が狭まっている状況が示された。また、高齢者のDVA(横方向に移動す

運転能力簡易測定システム(第2段階のシミュレータ)の構成



名城大学 資料を基に作成

運転能力簡易測定システムによる視覚および認知・判断機能の測定



視覚機能(視野)



認知・判断機能

高齢者運転能力測定シミュレータ用にVR・CGで再現した道路走行シーン

交差点右折場面(対向1車線)



(1) 交差点の手前で右折直前に減速

以下の画像は名城大学 提供

る対象を検出する)動体視力、KVA(遠方から近接する対象を検出する)動体視力、深視力はいずれも高齢者が若年者よりも低下しており、動く対象を認識する能力や距離感の能力も低下していることが確認されたとしている。



(2) 交差点を右折しながら対向車を確認している状況

運転視力測定システムをさまざまな関係者に評価してもらう中で、「もう少しこンパクト化し、たとえば、自動車学校などの高齢者講習会向けに使えるようなものにすべき」との改善点が浮かび上がってきた。



(3) 交差点右折で対向車を確認しながら停止している状況

これを受けた3、4年前に取り組まれたのが、第2段階の「運転能力簡易測定システム」だ。これは、必要な機能のみに特化する形で、2項目の視覚機能(視野および低照度/グレア環境での静止視力)と認知・

高齢者運転能力測定シミュレータ(第3段階のシミュレータ)の構成

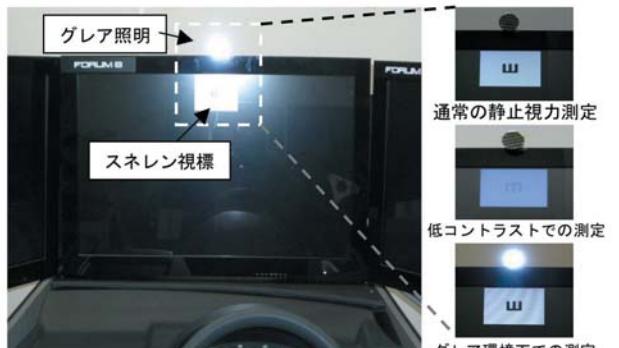


画像は名城大学 提供

高齢者運転能力測定シミュレータによる運転視力および静止視力の測定



運転視力測定システムの構成



静止視力の測定方法

交差点右折場面(対向2車線)



(1) 交差点の手前で右折直前に減速



(2) 交差点右折で対向車を確認しながら停止



(3) 交差点を右折で通過する途中

判断機能の測定に限定。従来から自動車学校などで使用されてきたドライブシミュレータと同程度のサイズで、比較的短時間に高齢ドライバー向け測定に対応するよう考慮されている。

同システムでは、高齢者と若年者の被験者による性能評価を実施。併せて、認知症の疑いのある高齢者の評価実験を通じ、危険な運転の予測や認知症の早期発見方法についても検討している。

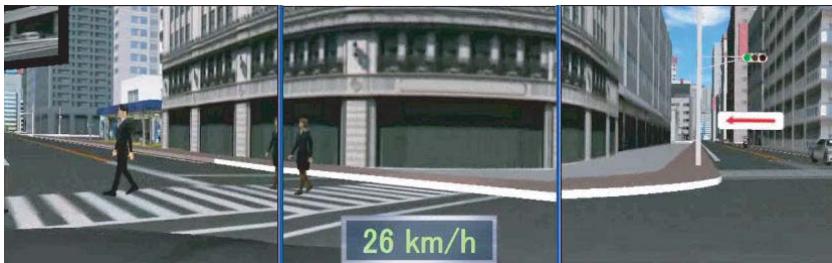
実は、運転能力簡易測定システムの開発に当たっては、当時企業に在籍していた山田宗男氏がそのモデル作成を担当。システムの機能面ではほぼ完成段階に至ったと、山本新氏は語る。

第2段階のシステムは、

交差点左折場面



(1) 交差点の手前で左折直前に減速



(2) 交差点を左折しながら歩行者を確認している状況



(3) 交差点左折で横断中の歩行者の前に停止している状況

機能面での完成度の高さに対し、シミュレータのCG画像には改善の余地もあった。また、システムそのものを製品化しようとする際、かなり大幅にコストを引き下げることが求められた。

そこで、第3段階のシステム構築に当たっては、これらの条件をクリアする3次元リアルタイムVRベースの汎用ドライバシミュレータを採用。そこへ、これまで蓄積してきた高齢ドライバー向け運転能力簡易測定システムのアイディアを融合させ、「運転能力測定シミュレータ」の開発へと繋がっている。

同システムは、広視野の運転場面表示や有効視野測定に対応する3面ディスプレイ、運転模擬映像に同期した運転操作系、音声認識による自動計測を行うマイク、グレア環境による視力計測を行うLEDライト、運転模擬映像の制御や各種測定項目のデータ処理を行う制御PCから構成。「ハンドルの感覚や反動に加え、画面も大型化し、機能的にも、価格的にもかなり優れたシステムになっています」。前バージョンより自らシステム構築に携わる山田宗男氏は同シミュレータをこう評価する。

また、同シミュレータでは運転能力の測定だけではなく、それを使った訓練、さらにその先には車載化した上で、ドライバー自身による乗車前の訓練、乗車中の測定や急病への対応なども想定されている。

今後はシステムの普及に注力

「運転場面を比較的低成本で自由に作成でき、それをシミュレータ上で再現するという点でVRは優れたツール」と、各氏は一致した見方を示す。

一方、最新の高齢ドライバー向け運転能力測定シミュレータはすでにシステムとしては完成していることから、今後はそれをいかに普及させていくかが重要な要素になると、山本新氏は述べる。

「実際、システムは社会で使われなくては意味がないません」

そのため、中野倫明氏を中心に(財)科学技術交流財団の「認知症を含む高齢者の運転能力判定方法とそのシステム化研究会」や自動車技術会の「ヒューマンファクタ部門委員会」といった外部組織・研究者との連携、あるいはイベント参加などを積極的に進めており、同システムの理解浸透と普及に力を注いでいるところという。

「研究会活動などを通じ、警察や厚生労働省、あるいは医療関係者の皆さんとようやく同じ土俵に立ち、(こうした技術の有用性について)話し合おうという基盤が出来たというのが実感です」。今後さらに、大学として強力に駆動していく必要があると、中野倫明氏は考え方を示す。

また、山田宗男氏は運転に必要な視力や能力を運転状態で測定しようという一連の取り組みの意義を説く。

「運転能力は当然、運転状態で測らなければ、精確な原因を追求することは出来ません。それにはVRの世界に依らざるを得ないわけで、実際にシミュレータ上で(高齢ドライバー向けに運転能力を)計測可能なアプリケーションとして開発している例はおそらく他にないと思います」