

特集 自動車計器におけるユニバーサルの考察*

- アンビエントメータの有効性 -

Study of Automobile Meters from Universal Perspective
- Efficiency of Ambient Metering Devices -

柴田博万 浅井敏保 田中君明 龍淵 信 尾形慎哉
Hirokazu SHIBATA Toshiyasu ASAI Kimiaki TANAKA Makoto TATSUBUCHI Shinya OGATA
西平宗貴
Munetaka NISHIHIRA

We believe that conventional warning lights are inadequate for notifying drivers of emergencies when driving. In this study, we developed a so-called ‘ambient meter,’ which warns of an impending emergency by changing the ambient color of the meter from blue to red. We then studied its effectiveness as measured by the perception rate of warnings (including an actual driving test). It was significant that while younger drivers were more likely to notice an emergency through the ambient meter, there was little difference between the conventional meter and the suggested ambient meter for older drivers. Hence it is important to address the issue of a more universal and effective design and development of such meters.

Key words : Instrument panel, Visibility, Warning system , Universal, Ambient

1. はじめに

メータ内に表示される現状のウォーニングなどの警告情報は、運転中のドライバにより確実・効果的に知覚させる必要がある。そこで警告情報を照明色の変化で知らせる“アンビエントメータ”を考案し試作した。これを実車に搭載、若年者と高齢者を被験者に一般路を走行してのテストを実施した。今回はその結果を報告する。

メータとはドライバが走行上必要な情報を表示する計器であり、ドライバにとって車両の状態・異常を知るための唯一の手段である。なかでも警告灯、水温計・燃料計のレッドゾーン等の赤色で表示される警告情報は、ドライバの目に触れる頻度は低いものの、車両運行にかかわる大変重要な情報といえる。このようにメータにおいてはドライバへの車両情報の有効かつ効率的な伝達が大変重要である。

一方でドライバを取巻く環境に目を向けてみると、車両内に表示される情報はその種類・数も増加の一途をたどっている。例えば、メータ内の情報増加の一例として、ある車種の警告情報数の推移をインジケータ及び警告灯数でみてみると、79年モデルでは8個だったものが、99年モデルでは22個と約3倍にも増加しており (Fig. 1), ドライバの情報処理負荷の増加が懸念されている。

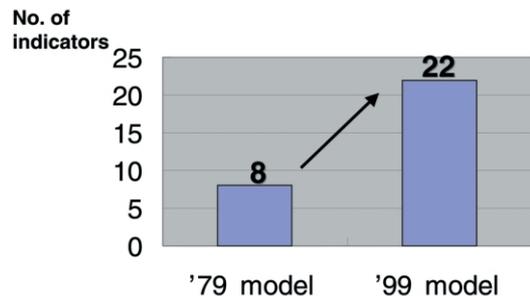


Fig. 1 Trends in number of console warning alerts installed in vehicles

2. 警告情報

2.1 警告情報の現状

この警告情報の現状を知るために、健康者（含高齢者）と障害者ドライバ約180名を対象に、「警告情報で問題に遭遇した経験」に関してアンケート調査を実施した。その結果、84%が「経験なし」とした一方で、16%が「経験有り」と回答した (Fig. 2)。ここでいう問題には、エンストやオーバーヒート等が挙げられており、その原因として回答者の多くが、警告灯をはじめとする警告情報の表示が「気づきにくい」「点灯したとしても）意味が分かりにくい」などであった。この警告情報の表示が十分その役目を果たしていないという事実は驚きであり、警告情報のより適切な伝達こそ急務と感じられた。

* (社)自動車技術会の了解を得て、2002年秋季大会学術講演会前刷集No.116-02, 211より加筆転載

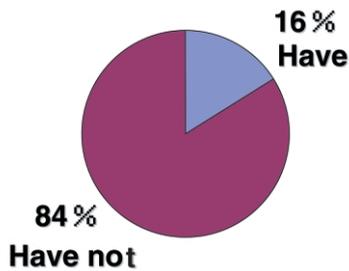


Fig. 2 Drivers' experiencing problems due to difficulty in noticing warning alerts

2.2 警告情報の考察

そこで我々は、警告情報の有効な伝達方法を探る上で、警告情報に対するドライバの情報処理ステップを考察し、以下の三つに分類できると考えた。(Fig. 3)



Fig. 3 Drivers' mental processing of warning signal

第1ステップ 知覚：ドライバが警告情報が表示されたことを知覚し、何か異常が起きたことに気づく。

第2ステップ 認知：どんな異常が起きたのかを認知し、重要度・危険度を判断する。

第3ステップ 理解：異常に対する対処方法を理解し、どのように操作するか決定する。

この一連のステップの中でも第1ステップ(知覚)が適切に処理されない場合、第2、第3のステップには進めず(つまり異常に対処できず)、ドライバはそのまま走り続けてしまうという危険性が潜んでいる。そこで本研究では適切な警告情報の表示方法についての取り組みとして、まず第1ステップである知覚について検討を行った。

2.3 知覚の具体的な方法

現状の警告表示の課題は、ドライバに十分に知覚させ得ない、つまり現状より強い刺激が必要ということである。そこで知覚させるための手段として、代表的な刺激である「音」「振動」「光」について検討した。まず「音」であるが、これは車両により警告音として既の実績があることから(例えば商用車等でみられる後退時の「ピッ、ピッ」という音)、車両には比較的使用しやすいと想定する。しかし免許を保持している

が聴覚機能が低下もしくは障害のある人(高齢者や障害者等)にとっては十分その役割を果たすとは言い難い。

次に「振動」だが、これは座席やハンドルに振動を伝えて知覚させるものである。この手法はどのようなドライバにおいても反応可能と判断する。しかしドライバの心理状態や運転状況により、驚かせてしまうなど運転を阻害する可能性も有る。また路面の状況を直接知るのはハンドルを通してであり、ここにメータという表示機の情報伝達を付加することも一考を要す。

最後に「光」だが、これはドライバならば本来誰でも反応可能である。ただし現状の表示方法では気づかないということが今回のアンケート調査で問題点として挙がっている。

結果として「音」と「光」のうち、ユニバーサルデザインの「誰でも分かりやすく・使いやすく」という観点から、聴覚機能の低下した人でも反応可能と言う点を重視し「光」を刺激として今回は検討することとした。

2.4 光の活用

光を活用する上で、負荷を増やさないこと、つまり運転を阻害することなく警告情報を伝達することが重要である。そこで我々はMIT(Massachusetts Institute of Technology)で研究の「アンビエントメディア」に注目した。

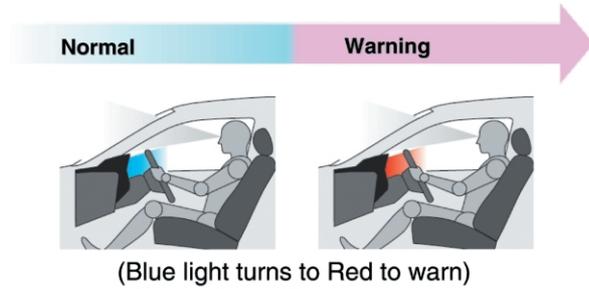
アンビエントメディアは次世代のインターフェイスの研究で、これは現在の情報機器で一般的なGUI(Graphical User Interface)に代表される直接的なインターフェイスではなく、背景である環境の変化で情報を伝達することを目的としたものである。具体的には人間に本来備わる周辺認知能力(意識を集中しなくとも風鈴の音で風の有無を感じたり、木陰の傾きや濃さで時間を感じる能力)を活用したもので、「主作業を阻害することなく、意識の周辺で気配を通じて伝達」としている。

そこで我々は、光をアンビエント光(環境光)として活用することで、警告情報を気配により伝達できないかと考えた。

2.5 アンビエントメータ

我々は、車両の運転という主作業を阻害しないようにするため、光を点滅させるなどの強い刺激は避け、アンビエント光の『色の変化』で情報を伝達できないかと考えた。つまり通常時は心理的に安心感や落ち着

きを与えるといわれる青色の照明を点灯し（正常時は常時点灯）、警告時にはこの青色が波長としては対極に位置する赤色に切り替わり注意を喚起するというものである。（Fig. 4）



(Blue light turns to Red to warn)

Fig. 4 Concept of "Ambient meter"

このメータを試作し、これをアンビエント光（環境光）を使ったメータ=アンビエントメータとした。

以下にその有効性を検証する基礎的な実験を行ったので、その結果を報告する。

3. 実験

3.1 実験概要

アンビエントメータの目的はドライバへの心理的な負荷を抑えつつ、警告情報をこれまでの表示よりは早く、確実に気づかせることである。その有効性検証のため、ノーマルメータ（現行の流動品）とアンビエントメータ間で、警告灯の知覚率の違いを比較検討することとした。

若年者12名と高齢者4名を被験者とし、ノーマルメータを装着した車両とアンビエントメータ（2種）を装着した車両をそれぞれ30分程度運転してもらった。各車両を運転中に点灯させた警告灯に気づくかどうかを観察した。この気づくかどうかの割合を知覚率と規定した。

実験に使う車両は、3台の同一車種を用意し、装備されているエアコンやオーディオは異なるものを用意した。被験者には「エアコン・オーディオを普段どように使っているかの調査である」と説明し、被験者が故意にメータへ注意を向けないようにした。一方でメータの仕様が異なる点を十分に説明した上で、走行中何か異常（点灯）に気がいたら知らせるように教示した。また、統制をとるために実験の順序（ノーマルメータかアンビエントメータ）は被験者ごとに変更した。

なお、走行コースは神奈川大学周辺の約10kmのコ

ースを二つ設定し、ここをそれぞれノーマルとアンビエントの車両で走行させ、同じコースを2度走ることが無いようにした。

点灯の組み合わせは、ノーマルメータが異常時に警告灯のみ点灯するのに対し、アンビエントメータでは通常時には上部あるいは背面が青色に点灯しており、異常時には警告灯点灯とともにこの部分が赤色に切り替わるタイプAとタイプBを用意した。（Fig. 5）

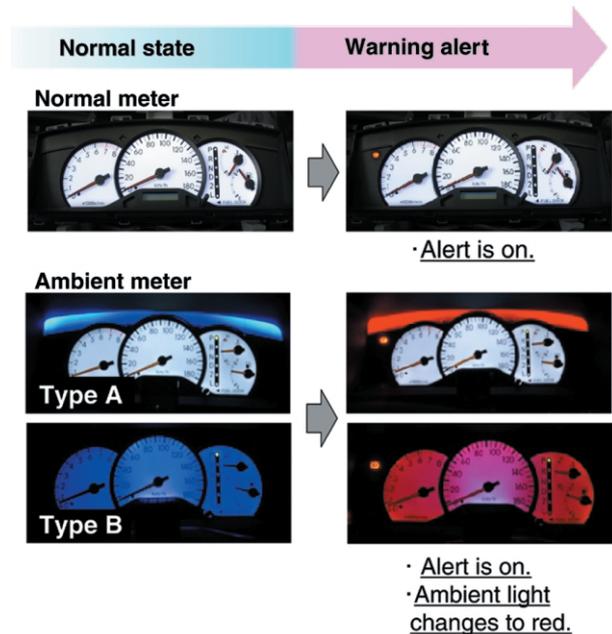


Fig. 5 Testing sequence

3.2 知覚率の確認方法

警告灯はa・b・cの三つを用意し、それぞれ点灯箇所を変えた。理由はすべてのタスクで点灯箇所が同じである場合、被験者が点灯箇所を覚えてしまうことで警告灯の知覚が容易となってしまふことや、一箇所度重なる点灯が意図的と感じられてしまうことを避けるためである。また、警告灯aは発進時のみに点灯、警告灯b・cは走行中に点灯させた。（Table 1）

- ・警告灯 a：発進時、約30秒間表示
- ・警告灯 b：走行中60秒間～90秒間表示
- ・警告灯 c：走行中5分間以上表示

Table 1 Warning alert lighting sequence

Warning alert	Length of alert	State of vehicle (during alert)
a	30 seconds	Starting
b	60 - 90 seconds	Running
c	Over 5 minutes	Running

車両には被験者以外に助手席の道案内役が同乗し、道案内をするとともにオーディオ/エアコンの操作タスクを指示した。後部座席に同乗した観察者は、観察を行うとともに、警告灯点灯のスイッチ操作を任意の箇所で行った。(Fig. 6)



Fig. 6 Test equipment (installed)

知覚率の確認方法は、実験中の会話と、走行中の目線の動きを録画したVTRから注視状況を検証し、かつ走行後にインタビューを行うことにより確認するなどした。

4. 結果

4.1 若年者における警告情報の知覚率比較

若年者における警告情報の知覚率をノーマルメータとアンビエントメータで比較した。

どちらのメータでも点灯時間が長くなるにつれて、知覚率も向上していることが分かる。またどのタスクにおいてもアンビエントメータの知覚率はノーマルよりも高く、特に点灯時間が30秒の警告灯 a では明らかな有意差が生じた ($p = 0.02$)。(Fig. 7)

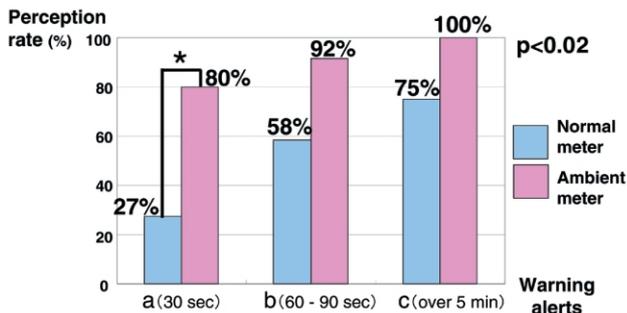


Fig. 7 Perception rate of emergencies Normal meter vs. ambient meter (Younger drivers)

4.2 高齢者における警告情報の知覚率比較

高齢者における警告情報の知覚率をノーマルメータ

とアンビエントメータで比較した。

警告灯 a においてはノーマルメータで知覚した者が 0% だった。その一方で、アンビエントメータでは 75% が知覚している。警告灯 b においてはノーマルメータ、アンビエントメータ間の差は見られない。

警告灯 c では逆にアンビエントメータの知覚率がノーマルメータより低い値となった。(Fig. 8)

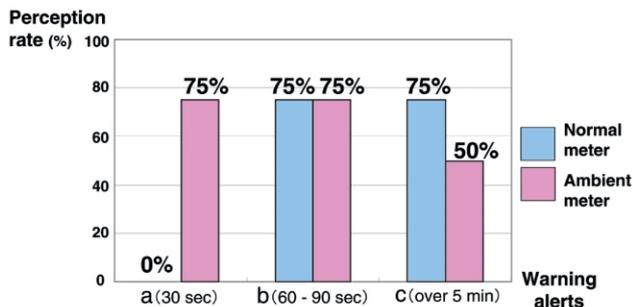


Fig. 8 Perception rate of emergencies Normal meter vs. ambient meter (Older drivers)

4.3 ノーマルメータでの若年者と高齢者の比較

ノーマルメータでの知覚率の違いを若年者と高齢者間で比較した。

すべての警告情報において知覚率は80%を下回っている。若年者・高齢者間とも、警告時間が短い警告灯 a では知覚率が低く、警告時間が長くなるにつれて向上する傾向にある。警告灯 a・b では若年者の知覚率が高いが、警告灯 c では知覚率に差は見られない。(Fig. 9)

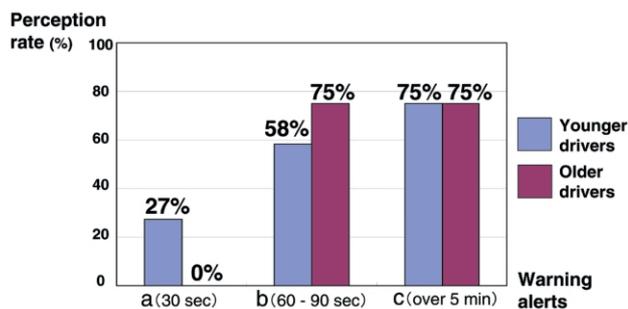


Fig. 9 Perception rate of emergencies Younger drivers vs. older drivers (Normal meter)

4.4 アンビエントメータでの若年者と高齢者の比較

アンビエントメータでの知覚率の違いを若年者と高齢者間で比較した。

若年者では警告時間が長くなるにつれて知覚率が向上するが、高齢者では逆に下がる傾向にある。また一般的に高齢者の方が知覚率が低く、警告灯 c では有意差が生じている (p = 0.05). (Fig. 10)

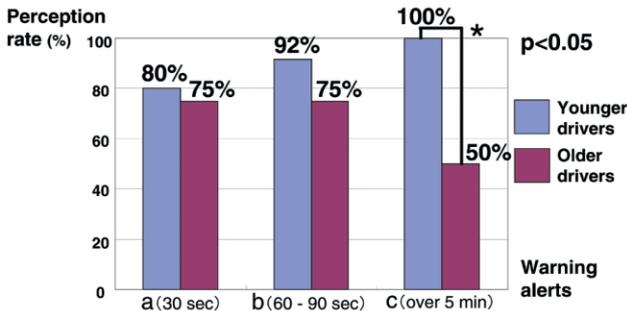


Fig. 10 Perception rate of emergencies
Younger drivers vs. older drivers (Ambient meter)

4.5 メータの分かりやすさ評価

ノーマルメータとアンビエントメータで、どちらのメータの方が分かりやすいと感じたかを、走行後にインタビューで調査した。

82%がアンビエントメータを分かりやすいと評価し、どちらでも見やすいとした者は12%、ノーマルメータの方が分かりやすいとした者は6%でこれは高齢者であった。(Fig. 11)

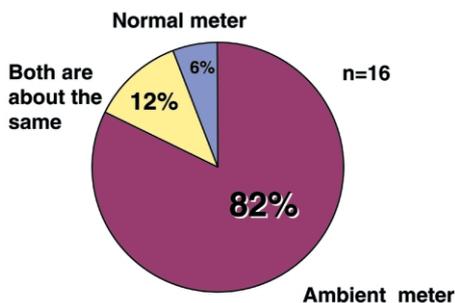


Fig. 11 Which meter type is easier to discern

4.6 アンビエントメータの色の変化に対する受容度

アンビエントメータの色変化に対し、その受容度 (色が変わるということを受容的に受け入れてもらえ

るか) を走行後にインタビューで調査した。

変わらない方が良かった13%に対し、87%は変わる方が良かった。その理由として多くは「変わった方が分かりやすいから」であった。(Fig. 12)

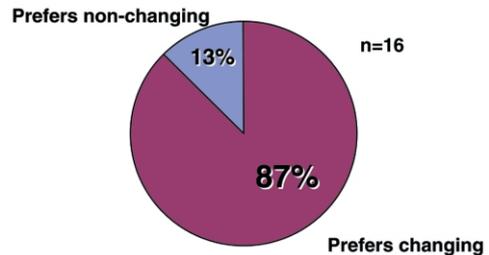


Fig. 12 Acceptance towards changing ambient light

4.7 若年者と高齢者の注視回数比較

今回の実験の目的ではなかったが、VTRを確認する上で高齢者のメータ注視頻度が高く感じられたので、若年者と高齢者で、1分間に注視を1回以上行う割合を調べた。(なお、1回の発車~停車を1行程として算出し、注視と判断が困難な視線移動はすべて省いた)。

1分間に注視1回以上の割合は、若年者が33%であるのに対し高齢者では83%と約2.5倍となり、高齢者の注視回数が多い傾向が見られた。(Fig. 13)

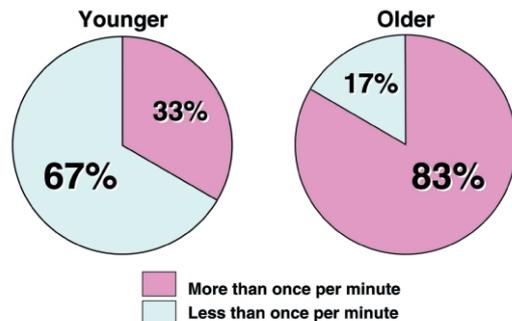


Fig. 13 How often drivers look at meter (per minute)

4.8 アンビエントメータ間の比較

上部に点灯箇所をもつタイプAとメータ背景が点灯するタイプBの2タイプのアンビエントメータにおいて、知覚率がどう異なるかを比較した(若年者のデータのみ)。

アンビエントメータのタイプに関係無く、どの警告灯点灯時でも、80%以上の知覚率である。警告灯 b では知覚率に若干の違いがあるものの、タイプが異なることで知覚率に明確な差は見られない。(Fig. 14)

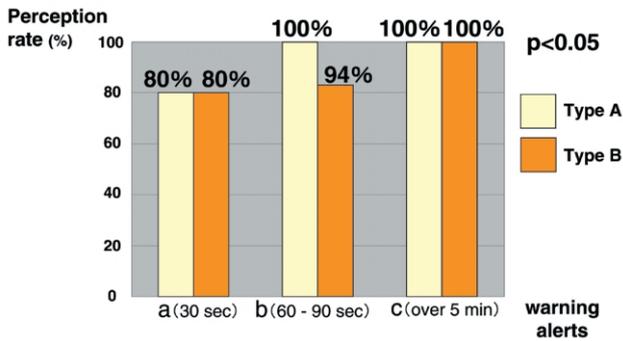


Fig. 14 Perception rate of emergencies
Ambient meter type A vs. type B (Younger drivers)

5. まとめと考察

今回の実験では、警告情報を知覚させやすくするメータとしてアンビエントメータを考案し、その有効性の検証を行った。その結果からまとめと考察を実施した。

- (1) 若年者、高齢者ともにアンビエントメータによって警告情報を知覚させやすい傾向が見られる。
これは、アンビエントメータの警告時の変化量（色相・面積）が大きく、そのためドライバにとってはその変化を気配（周辺視野）で察知しやすいのではないかと考察される。
- (2) 若年者・高齢者ともにノーマルメータでは点灯時間が長くなるにつれて知覚率が上がる。
これは、ドライバによって時間の間隔などは個体差があるものの、定期的にメータを注視していると考えると、長時間点灯によりこれを目にする機会が増えたためと考えられる。
- (3) ノーマルメータでの知覚率は大きな差がなかったのに対し、アンビエントメータでは若年者に比べ高齢者の知覚率が全般的に低い。
これは、高齢者は、アンビエントメータの『通常時に青 警告時に赤』とする意図そのものが理解しにくかったことが想定される。これまでとは違う新しいロジックにはより一層の説明や、予備テストの実施などを検討する必要があると思われる。
- (4) アンビエントメータにおいて、若年者では警告時間が長くなると知覚率は上がるが、逆に高齢者では下がる。
これは、高齢者では、アンビエントの光が変化した後その状態が長く続くと逆にそれを正常な状

態と理解してしまう可能性があると思われる。

- (5) 発車直後に点灯させた警告灯 a（点灯時間30秒）では、アンビエントの方が明らかに知覚率が高い。
これは、発車時は行わなければならない操作や確認すべき情報が多いので、周辺視野で確認できるアンビエントは特に有効に機能していると思われる。
- (6) 高齢者は若年者に比べ注視回数が多いが、メータの変化には気づきにくい。
これは、高齢者は漫然と視線を移動している、あるいは加齢により視野が狭くなる関係から視野周辺での変化に気づきにくいのではないかとと思われる。

6. 今後の展開

- (1) アンビエント光が運転タスクに与える影響
今回の調査ではアンビエント光による知覚率向上を図った。特に若年者に対してはおおむね良好な結果を得た。また実験後のインタビューでも評価を得た。しかしアンビエント光が常時点灯していることやそこに色を使うことで、被験者の心理状況や運転タスクの処理に対してどのような影響が出ているかは不明である。今後はこの点を調査していきたい。
- (2) 発進時の確認手段としてのアンビエントの有効性
今回は警告情報が走行中に表示された時の知覚率を中心に実験を進めていたが、発進時に車両に問題が生じてない（問題無く発車できる）という状態を確認する手段としても効果があることが垣間見られた。今後は警告情報を知覚させるだけでなく、正常であることを表示するといった観点でも検討していきたい。
- (3) 警告情報の情報処理ステップの検証
今回規定したドライバの情報処理ステップは、第1ステップを「知覚」、第2ステップを「認知」、第3ステップを「理解」の三つとし、第1ステップの知覚に関して今回は実施した。次回は今回分かった問題点等を再検討し、第2ステップである「認知」について取り組んでいきたい。
- (4) 高齢者への有効な情報表示方法の検討
今回の実験では高齢者において十分な結果が得られたわけではない。今後、実験方法の改善も含め、高齢者に向けた有効な情報表示方法を探っていきたい。

7. おわりに

今回アンピエント光による警告灯の知覚率向上については良い結果を得た。とくに若年者で良好な結果を得た。

一方で高齢者では想定どおりにはいかない点も多々あった。また今回の調査から高齢者特有とも思える特性が垣間見られるなど、得るものが多かった。今後は今回の結果をふまえ、自動車用計器のさらなるHMI (Human-Machine-Interface) の向上に努めていきたい。



< 著 者 >



柴田 博万
(しばた ひろかず)
ポデー機器技術1部
車両用メータの要素技術開発, 商品開発に従事



浅井 敏保
(あさい としやす)
ポデー機器技術1部
メータ・表示系製品開発, 事業企画に従事



田中 君明
(たなか きみあき)
ポデー機器技術1部
車両用メータの表示・操作系HMI研究, 商品企画に従事



龍淵 信
(たつぶち まこと)
株式会社ユー・アイズ・ノーバス
ユーザビリティR&D担当, ユーザセンター開発と評価のプロジェクトマネージメントに従事



尾形 慎哉
(おがた しんや)
株式会社ユー・アイズ・ノーバス
ユーザビリティR&D担当, ユーザセンター開発及び評価に従事



西平 宗貴
(にしひら むねたか)
株式会社ユー・アイズ・ノーバス
ユーザビリティR&D担当, 評価を専門として従事