

自発的なエコドライブを促す情報提示法の提案

Proposal of information provision method to encourage spontaneous eco-driving behavior

平岡敏洋*1 西川聖明*1 塩瀬隆之*2 川上浩司*1
Toshihiro Hiraoka Seimei Nishikawa Takayuki Shiiose Hiroshi Kawakami

*1 京都大学大学院情報学研究科 *2 京都大学総合博物館
Graduate School of Informatics, Kyoto University The Kyoto University Museum

Eco-driving is regarded as an effective way to reduce fuel consumption. However, the execution of eco-driving depends extensively on driver's motivation. Therefore, in this paper, a new eco-driving support system to encourage the drivers to perform eco-driving spontaneously is proposed based on the psychological theories about motivation. Furthermore, simulator experiments are conducted to verify the effectiveness of the proposed system.

1. 研究背景

エコドライブは、自動車が出す CO₂ の削減に有効であるとされているが、実行されるか否かは運転者のモチベーション次第に依るところが大きい。しかしながら、エコドライブに対する動機づけについての研究はほとんど行われていない。本研究では動機づけに関する心理学の諸理論に基づいて、運転者に自発的なエコドライブを促すためのエコドライブ支援システム (EDSS: Eco-Driving Support System) を提案し、ドライビングシミュレータ実験により有効性を検証する。

2. 動機づけに関する心理学の各種理論

2.1 効力期待と結果期待

効力期待とは『自分にはある行動をうまくやり遂げることができる』という一種の自信である。効力期待が高い場合に学習者の動機づけが高まるが、大きな目標や遠い未来の目標に対しては『自分にはできない』と感じて効力期待が低くなる傾向にあり、目標をサブゴールに分割することが有効である。

結果期待とは『ある行動を起こせばある程度の結果が得られるだろう』という期待である。具体的な数値目標などを提示することで結果期待を高めることができる。

2.2 パーセントイルスケジュール

学習者に特定の行動を行わせる簡便な反応形成の手法の一つにパーセントイルスケジュールがある。過去 N 個の成績の上位 $S\%$ の値を上回った場合に報酬を与えることで、訓練者の技能によらず一定の学習結果が得られる。 N, S は訓練者が決定しなければならないが、一般に $S = 30 \sim 80\%$ とすると学習効率が高くなるといわれている。

2.3 達成動機づけ理論

達成動機づけ理論とは、ある目標に対する動機づけ (M) が、その人の心理的特性 (c) と目標を達成できる可能性 (p)、目標の価値 (v) によって決まるという考え方である。ここで、簡単に達成できる目標の価値は低く、難しい目標の価値は高いとして、 $v = 1 - p$ と仮定すると、達成動機づけ (M) は $M = c \times p \times (1 - p)$ となる。この式より、タスクの成功可能性 (p) と達成動機づけの関係は、成功願望 (s) と失敗恐怖 (f) の大小関係で決まる $c (= s - f)$ の正負によって上に凸または

下に凸な放物線となる。成功願望が強い場合 ($c > 0$) にはタスクの達成可能性が 50% 程度の場合に最も動機づけが高くなる。一方、失敗恐怖が強い場合 ($c < 0$) は下に凸の曲線となり、達成可能性が 50% 程度の課題に対して最も動機づけが低くなる。

2.4 フィードバックと結果の知識

結果の知識 (KR: Knowledge of Results) とは行為の結果に関する情報であり、質的 KR と量的 KR に分けることができる。質的 KR とは『成功した』『失敗した』などの正誤のみの情報である。一方、量的 KR とは、正誤の情報に加えて『どの程度目標と異なるか』という情報が加わったものである。量的 KR を与えた場合の方が習熟が早いことが知られているが、常に量的 KR を与え続けると KR に依存するようになり、KR なしではパフォーマンスを維持できなくなるという報告がある。したがって、習熟中は量的 KR を、習熟後は質的 KR を与える方が好ましい。

3. エコドライブ運転支援システム

前章で述べた心理学の知見に基づいて本研究で提案する EDSS の特徴は以下の通りである。

- 1) 1 分間隔ごとの燃費評価 (実験 1, 2): 効力期待を高めるために、目標値と 1 分間の平均燃費 (1 分燃費) の比較を 1 分ごとに行い、達成した場合に EDSS のランプが点灯する。
- 2) 運転技能に見合った目標値の提示 (実験 1, 2): 過去 10 分間における 1 分燃費のデータを用いて、新しいデータを重視するように重み付けを行なったうえで、達成可能性 $S\%$ となる数値を次の 1 分間の目標燃費とする。
- 3) 目標値の難易度を設定可能 (実験 2): 実験 2 では、運転者が図 2 に示すロータリースイッチを操作して、目標燃費の難易度を示す達成可能性 $S\%$ について、10%~100% で 10% 刻みの中から設定できる。
- 4) 表示内容を切替え可能 (実験 2): 実験 2 では、運転者が図 2 のボタンを操作して「燃費バー表示」と「達成ランプ表示」を切り替えることができる。

4. ドライビングシミュレータ実験

4.1 実験 1: 提案システムの有効性検証

実験参加者はインフォームドコンセントを得た普通自動車免許保有者 12 名 (男性 11 名, 女性 1 名, 平均: 22.4 歳, SD: 1.8 歳) である。実験参加者は、1) 燃費計なしの通常走行 (Normal),

連絡先: 平岡敏洋, 京都大学, 京都市左京区吉田本町, TEL: 075-753-5042, E-mail: hiraoka@sys.i.kyoto-u.ac.jp

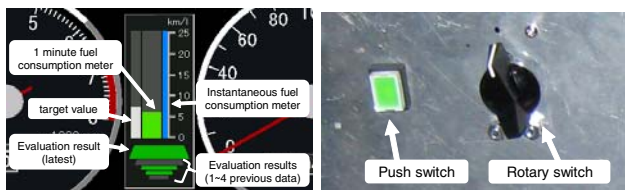


図 1: 実験 1 の表示系

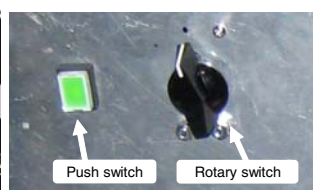
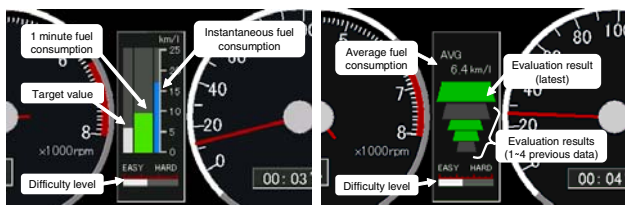


図 2: モード切替えボタンと難
易度設定スイッチ



(a) 燃費バー表示

(b) 達成ランプ表示

図 3: 実験 2 の表示系

2) 燃費計提示走行 (FC-meter), 3) EDSS 提示走行 Lv.1 ($S = 75\%$), 4) EDSS 提示走行 Lv.2 ($S = 50\%$) の 4 条件で走行した。条件 3) と 4) は図 1 のシステムを使い, 燃費目標値の難易度を表す達成可能性がそれぞれ 75, 50% と異なる。

走行コースは全長 9[km] の片側二車線の直線道路である。自車両前方には一定の加減速パターンで走行する先行車両が存在し, 自車両の右後方には並走車が走行する。実験参加者には並走車に割り込まれないように先行車に追従するよう教示した。

平均燃費を図 4 に示す。先行研究 [平岡 10] では通常走行に比べて燃費計提示走行の平均燃費が有意に向上したが, 本実験では有意差は認められなかった。これは, 通常走行時の燃費が先行研究よりも高かったこと, 追従走行の条件が先行研究よりも厳しかったこと, が原因であると推察される。

アクセル, ブレーキ入力がなく加速度が負である走行状態を惰性走行と定義し, 総走行時間に占める惰性走行時間の割合を惰性走行率とする。図 5 に示すように, 通常走行に比べて, 燃費計提示走行と EDSS 提示走行での惰性走行率は 5% 水準で増加した。つまり, 燃費を向上させようとする運転行動が促されたことがわかる。

図 6 に示すように, 実験参加者 7, 10 は燃費計提示走行ではエコドライブを行わなかったが, 本研究で提案する EDSS 提示時には惰性走行率が増加し, 結果として平均燃費も向上した。

また『メータ中央の(目標値や)燃費計を活用しましたか(1: 活用していない~5: 活用した)』という質問に対する回答では, 燃費計提示走行(3.41), EDSS Lv.1(4.5), EDSS Lv.2(4.5)となり, 燃費計提示走行に対して EDSS 提示走行の場合に 5% 水準で活用度が高くなった。

以上の結果より, 本研究で提案するシステムは, 燃費計提示だけではエコドライブを行わない運転者に対してでも有効であることが示唆される。

4.2 実験 2: 表示内容や難易度の選択行動分析

実験 1 とは異なる男性 12 名の実験参加者 (平均: 23.0 歳, SD: 1.0 歳) が, 1) 通常走行 1 回目, 2) EDSS 提示走行 1 回目, 3) EDSS 提示走行 2 回目, 4) EDSS 提示走行 3 回目, 5) 通常走行 2 回目の 5 条件を順に走行した。条件 2) から 4) は図 3 の表示系を使い, 図 2 を操作することで, 目標値の難易度設定と表示系の切替えが可能である。

5 条件の走行における 12 名の平均燃費に有意差は認められなかったが, 惰性走行率については通常走行 1 回目にして

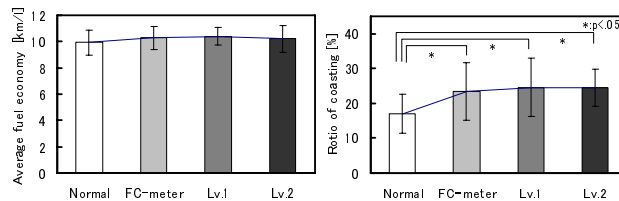


図 4: 平均燃費 [km/l]

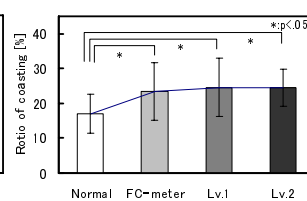
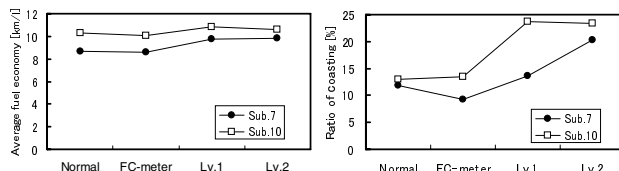


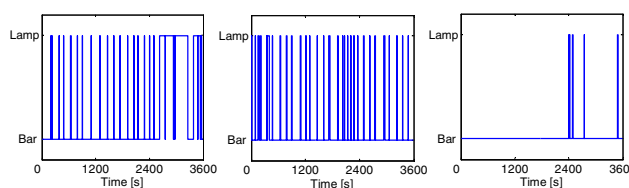
図 5: 惰性走行率 [%]



(a) 平均燃費 [km/h]

(b) 惰性走行率 [%]

図 6: 実験参加者 7,10 の実験結果



(a) 実験参加者 4

(b) 実験参加者 7

(c) 実験参加者 6

図 7: 表示モード切替え履歴

3 回の EDSS 提示走行が 5% 水準で増加した。また, 通常走行 2 回目も通常走行 1 回目より増加しており, EDSS の提示が無くなっても惰性走行が継続して行われたことがわかる。

つぎに, 難易度を運転者自身で設定可能にしたことの効果について考察する。実験 1 では 75% と 50% の二種類の難易度で実験を行ったが, 実験後の主観評価では 12 名中 10 名が 75% の方が適切だと回答した。しかしながら, 本実験では, 3 回目 EDSS 提示走行時の難易度の平均値は 50.0% であった。つまり, 難易度を自分で設定できる場合には, より難しい課題に挑戦しようという動機づけが生じたと考えられる。

3 回の EDSS 提示走行時において, 12 名の実験参加者が燃費バーと達成ランプのどちらを表示していたか (図 7) を分析したところ, 以下の四つのグループに分類できた。

1. 習熟に合わせた適切な表示を選択 (Subs. 1, 4)
2. 燃費バーに依存 (Subs. 5, 6, 8, 12)
3. 習熟しているのにバー表示のまま (Subs. 2, 7, 9, 11)
4. エコドライブを習熟できなかった (Subs. 3, 10)

すなわち, 量的 KR と質的 KR を選択できる場合に, 適切な情報表示が促される実験参加者が存在する一方で, 情報量の多い量的 KR 表示に依存したために, システムが使えなくなった 2 回目の通常走行でパフォーマンスが 1 回目の通常走行程度に戻るような実験参加者も存在した。したがって, 運転者に適切な表示の選択を促すような方策についても, 今後検討しなければならないと考えている。

参考文献

[平岡 10] 平岡, 寺門, 松本, 山邊: エコドライブ走行の教示内容および燃料消費量計の提示が燃料消費率削減効果に与える影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.12, No.1, pp.71-80 (2010).