を常に一定に保とうとしている．この体温調節には行動性体温調節と自律性体温調節がある．

行動性体温調節は，たとえば日射や冷風が当たらないように場所を変えたり姿勢を変えたりすることや，着衣を調整したり，空調機器を操作したりすることが当てはまる．

自律性体温調節は，血流，代謝，発汗により体内および環境との熱移動を制御することである．この自律性体温調節においては，代謝によって生成した熱は，体組織の伝熱と血流によって皮膚表面に運ばれ，対流と放射により環境に放出される．寒冷環境では血管収縮により皮膚血流を減らし皮膚表面温度を下げ環境への熱の放出を抑えるとともに，代謝により熱の生成を増加させる．暑熱環境では皮膚血流増加による皮膚温上昇と，発汗による蒸発環境への熱の放出を促進する．この熱移動には人間側要因として代謝と着衣量，環境要因として気温，湿度，放射，湿度の合計 6 要素が関わっている（4-1-2(3) 項参照）．

（b）車室内の温熱環境と快適性

1）温熱環境の特徴：自動車は，車体が金属でできていることやガラス面積の比率が高いことから，熱負荷が大きい．また，通勤や買物での利用など，乗車時間が住宅の滞在時間と比べて短い．そのため，夏季炎天下駐車後の冷房のように空調装置をフル作動させることも多い．夏季冷房時の車室内の空気温度と車室内壁温の変化例を図 4-88 と図 4-89 に，乗員周りの温度風速分布の数値解析結果例を図 4-90 に示す[160]．

車室内の環境は，自律性体温調節に関わる温熱 6 要素と行動性体温調節の一方に関連して建築物とは異なる次の特徴がある．

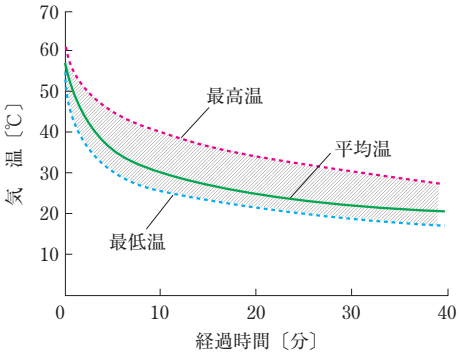
① 温度変化と温度分布が大きい．乗車中の車室内温度は，夏季は非常に暑い状態から涼しい状態に，冬季は非常に寒い状態から暖かい状態まで変化する場合がある．

② 風速変化と風速分布が大きい．

③ ガラスを通した日射と車室壁面からの放射の影響を大きく受ける．

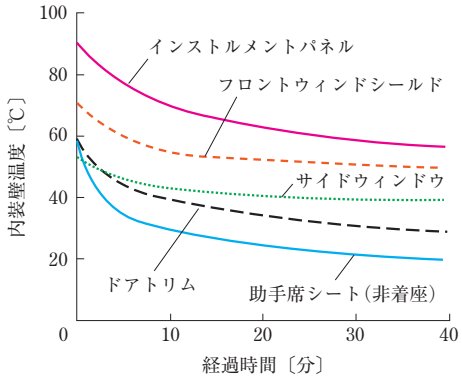
④ 冬季は窓曇り防止のために湿度を上げられないため，室内が乾燥している．

図 4-88　乗員周りの温度分布の一例[160]



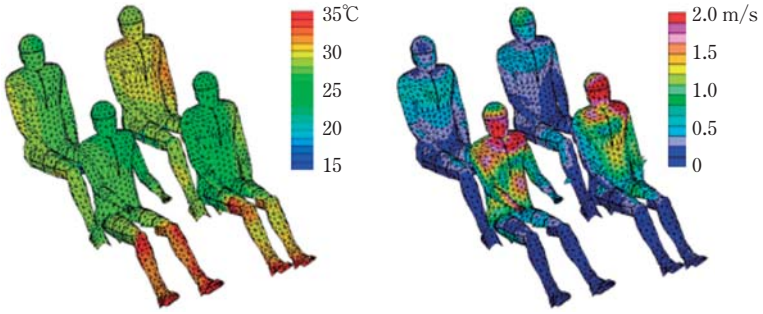
（条件：外気温 35℃，日射 1 000 W/m²，クールダウン時）

図 4-89　車室内壁温度分布の例[160]



（条件：外気温 35℃，日射 1 000 W/m²，クールダウン時）

図 4-90　乗員周りの温度，風速分布の数値計算例[160]



（条件：外気温 35℃，日射 1 000 W/m²，クールダウン時）

Sample

することで，運転行動意図や運転行動を検出する[250][251]．

図 7-68 に，交差点右折時の速度経過を AR-HMM でモデル化し，交差点への侵入前（図中の時刻 0 s）において速度予測を行った例を示す[252]．予測された速度の確率分布は，交差点進入時（図中の時刻 4 s）において 10 km/h 付近と 0 km/h 付近にピークがあり，① 徐行して交差点に進入する場合と，② 対向車両等により停車する場合があることを示している．

(3) 運転行動の隠れマルコフモデル

隠れマルコフモデル（HMM）は音声認識の分野で積極的に取り入れられた統計モデルであり，近年ではドライバの行動や個人特性の推定に用いられるようになった．HMM は物理モデルでは表現できないドライバの曖昧な行動，複雑な車両挙動や環境要因を機械的にモデル化するのに適しており，大量のラベル付きデータを集め学習することによりモデルの精度を向上できる．一方で，現象を理論的に説明することは得意ではなく，利用する対象には注意する必要がある．本節では，図 7-69 のような運転信号を観測して，ドライバ特性や運転行動を，HMM を用いて表現する事例について紹介する．

(a) HMM を用いた運転行動の理論的背景

運転信号から運転行動を推定するとは，任意の状況におけるドライバの運転信号の入力パターンベクトル X に一致する運転行動ラベル列（たとえば，右左折，停止，発進等）B を入力信号だけから推定する問題である．X を T フレームの時系列ベクトル $X=x_1, x_2, \cdots, x_T$，検出しうる I 個の運転行動ラベルを $B=b_1, b_2, \cdots, b_I$ としたとき，この問題を統計的に解釈すると，X が入力されたときに B が出力される確率である $P(B|X)=P(b_1, b_2, \cdots, b_I|x_1, x_2, \cdots, x_T)$ が最大になるラベル B を探す問題として定義できる．$P(B|X)$ は事後確率と呼ばれ，X が入力されたとき B が出力される確率を示す．直接計算するには，入力信号のあらゆる値ごとに実測値を千パターン程度も収集して計算する必要があり，その組合せは億を越えるため実用的ではない．このため，事前確率 $P(B)$ と条件付き確率 $P(X|B)$ を用いて間接的に計算することを考える．まずベイズの定理により

SAMPLE

図 7-67　右折行動を学習した AR-HMM の状態遷移図[242]

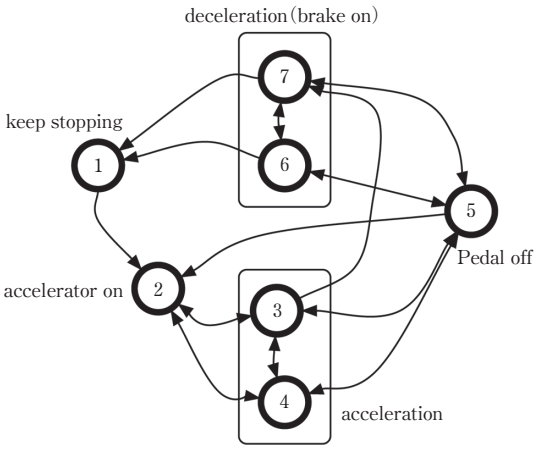


図 7-68　AR-HMM による右折時の速度予測[252]

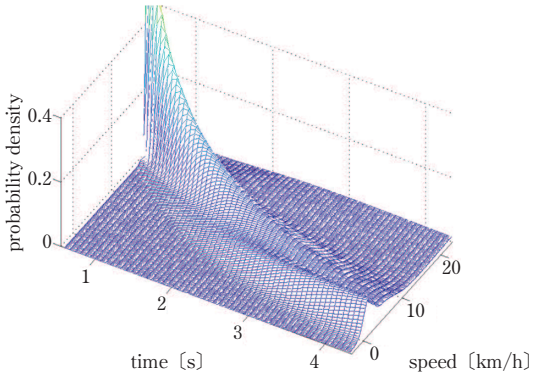
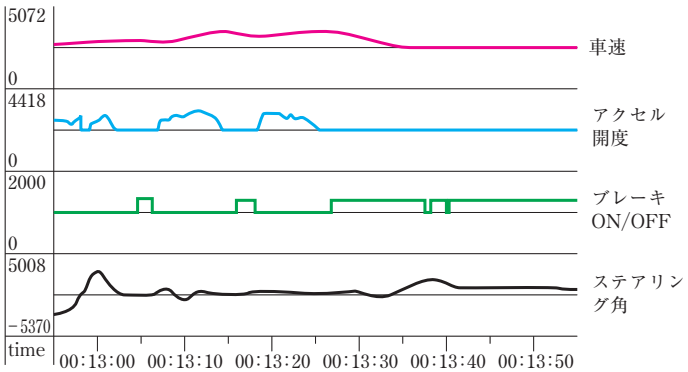


図 7-69　典型的な運転信号の例



出力にドライバの経験が影響することや[168]，数字記憶タスクの難易度に関する感受性が低いこと[169]が報告されている．

この点から，LCT 法の有用性を高めるための改善方策が検討されている．たとえば，実験状況などの差を小さくして，タスク間の感受性を高めるため，無負荷状況のベースライン走行から修正基準軌跡を求め，この基準軌跡との偏差から各タスク実施時の Mdev を修正 Mdev（Adaptive Mdev）として算出する方法が ISO で標準化されている[166]．

以上のような改善提案はみられるが，先述の通り，ドライバの注意の配分に影響を及ぼす二重タスク状況下の教示と測定指標に関する手続き，また，LCT に対するドライバの慣れ，さらには，評価するタスクを LCT 課題実施中に繰り返す際のタイミングなど，本手法の手続きや分析上の課題は多い．

（b）検知反応課題（DRT 法）

LCT 法と同様に，視認操作や認知的ディストラクションの計測手法として期待されるのが，検知反応課題法（Detection Response Task Technique：DRT 法）である．LCT 法が全体的な運転行動からディストラクションを評価するのに対し，DRT 法は検知反応に特化した計測法である．

1）計測方法：DRT 法には，評価対象のタスクとともに刺激に対する反応を求める二重タスク状況や，DS 走行中に同様の二重タスクを実施する三重タスク状況下を設定する手続きがある．この中で，刺激に対する検知反応時間や誤反応数を計測しディストラクションの程度を測定する．

DRT 法では，刺激提示の感覚モダリティの選択が重要となる．DRT 法で用いる感覚モダリティは，視覚，聴覚，さらには，触覚が一般的だが，Wichens（1984）の多重資源モデル[140]で仮定されているように，複数の課題を同時に実施する場合に，評価対象のタスクと同じモダリティを刺激提示に用いる場合の課題間の競合の有無に配慮して，DRT の刺激提示モダリティを決定することが重要である．この点について，一つのタスクの評価に，複数のモダリティを用いて刺激を提示する手法も試みられている[48]．なお，現在 DRT の標準化が進められている ISO では，3 種類の刺激提示方式が検討されている（図 6-73）．

2）留意点：DRT 法では，刺激の提示間隔や頻度，さらには，強度がディストラクションの計測に際し重要となる．すなわち，評価対象のタスクの遂行中にいつ刺激を提示するかにより評価結果が異なる可能性がある．さらに，頻繁に刺激を提示することや刺激強度が大きい場合には，DRT の遂行にドライバの注意が集中しやすくなると考えられ，この場合には，DRT と評価対象のタスク遂行へのドライバの注意配分に関する配慮が重要となる．また，LCT 法と同様に，二重以上のタスクを遂行する状況下では，タスク間の優先順位に関するドライバへの教示と，複数の課題を実施することへの慣れの影響を考慮する必要がある．たとえば，DRT の成績だけではなく，評価されるタスクの遂行成績（たとえば，TTT や課題遂行中の誤反応など）を併せて，結果を解釈するなどの配慮が求められる．

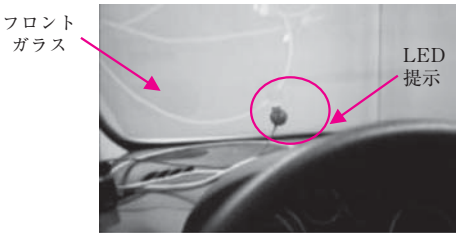
DRT 法は視認操作や認知的ディストラクションを伴う課題間の差の検出力が高いとの報告[173][174]があるが，先述の通り，課題間の差の検出力を高めるための DRT 法の要件や，実路走行時の安全性に係わる指標との対応関係についての検討が今後必要である．

（c）生理指標

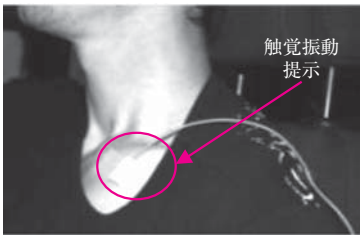
先述の視認行動や運転成績とともに，ディストラク

図 6-73　ISO で想定されている DRT の刺激提示方法[172]

（a）ヘッドマウント式



（b）リモート式視覚刺激提示



（c）触角刺激提示

①頭部移動によらず視野上の同じ位置に視覚刺激提示
②前方風景上の同じ位置に視覚刺激提示
③ドライバの左肩に触覚刺激提示

SAMPLE