

ストレス無しの視覚的走行制御‘シークエンスデザイン’ —環境情報の可視化による自然で適切な運転行動の喚起—

韓亜由美*

本稿で論じるシークエンスデザインは、道路交通に対する速度制御・整流などに視覚的効果を有する路面表示、壁面表示のデザインおよび配列設計であり、導入区間全体の走行安全性と円滑性向上を図る走行支援である。その主な特徴は、直接の知覚喚起を通じた確実な制御による危険予防であり、禁止や警告のように特定の意味を一切付加せず、緊張感や抑圧感を与えないことにある。本稿では、シークエンスデザインの成立の背景と概念を、速度制御効果などが確認され効果が持続する本線実施例を引き概説する。また、シークエンスデザインの独自の有用性と展開について論じる。

“Sequence Design” Stress-free Visual Driving Control —Evoke Natural and Appropriate Driving Behavior Through the Visibilization of Environmental Information—

Ayumi HAN*

Sequence design, as discussed in this paper, refers to stylistic, arrayed designs for markings on roads and walls. These designs have a visual effect on road traffic in terms of driving speed control and traffic flow management. Furthermore, they comprise of driver support measures for improving safety and smoothness throughout the segment of road in which they are incorporated. A primary characteristic of these designs is that they constitute measures for hazard prevention. Based on reliable control—the direct evocation of perception—they are completely absent of specific meanings, such as those conveyed by prohibitory messages or warnings. Therefore, they suggest no sense of tension or oppression. In this paper, the author provides an overview of the development of sequence design, based on actual implemented examples on main roadways. Some of which continue to provide ongoing efficacies in terms of speed control. The author also discusses the unique utility and future possibilities of sequence design.

1. はじめに

本稿では、筆者が考案し研究を進め、社会で実践してきたシークエンスデザイン^{*1}というデザインアプローチの概念について、その成立背景、特性や運用実績の報告、展開可能性について論じる。

シークエンスデザインとは、ヒトが環境の中で活

動するとき、視覚を始めとする探索的な自身の知覚システムに主導されて、意識化せずともおのずと引き出される適応行動を前提にした、環境埋め込み型のデザインである。ヒトと環境とのあいだの創発性を喚起し、適切な調整行動を促すための視覚的デザインであり、広く生活環境の空間設計に適用できると考えられる。

ここでは、このデザイン考案のきっかけとなった

* 公立大学法人前橋工科大学教授
Professor, Maebashi Institute of Technology
原稿受付日 2015年10月28日
掲載決定日 2015年11月30日

*1 登録第5281648号商標 シークエンスデザイン
道路の走行空間を対象に時間軸に沿って漸次的な変化を設計する概念

道路交通の走行空間の現状の課題と考察、安全性向上を目的とした壁面および路面表示の設計にかかわる内容について、以下にあげる実施例を通して概説する。また、その運用にかかわる経年実績の分析などの概要を報告する。

- i) トンネル壁面へのシークエンスデザイン
小鳥トンネル（2004年）：中部縦貫自動車道、高山清美道路
- ii) 高速道路の路面へのシークエンスデザイン
首都高オプティカルドット*2（2008年）：首都高速埼玉大宮線美女木ジャンクション付近

本稿で報告するトンネルシークエンスデザイン（以降TSQD）やオプティカルドットシステム（以降ODS）は、シークエンスデザイン独自の概念による視覚的走行制御である。そのアプローチは、走行中のドライバーが経験するオプティックフロー*3の展開の中に、安全走行のために必要な線形など走行環境にかかわる情報を、感知しやすいよう漸次的に変化するデザインで動的に示すことにある。道路空間内の路面や壁面上にパターン配置によるデザインを目的に応じて設計することにより表示する。

シークエンスデザイン（以降SQD）による走行制御により、以下の利点の実現が期待できる。

- I. ドライバーが平常心で安定した走行ができる。既存の警告、指示、規制など注意喚起表示にありがちな強制によるストレスや過度の緊張が無い。
- II. 交通全体の円滑走行や快適性を妨げることなく安全を担保できる。
- III. 時間経過による慣れが無く持続的効果がある。
- IV. 対象となるおのおのの道路条件や目的に合わせた計画と設計が可能で最適な効果と柔軟性のある走行制御ができる。
- V. 高額な設備投資が不要で、壁や路面用の既存の材料と施工で工期等の問題も少なく適用できる。

TSQDについては i) 小鳥トンネル開通1カ月後の1,300人規模のアンケート調査結果がある。またODSの ii) 首都高本線上での速度制御効果（経過

についてと、実験室での被験者実験を通してのODSの視覚的表示法の違いによる検証結果については、それぞれITSシンポジウム2008¹⁾ 2010²⁾、および2011³⁾にて詳述の通りであるので参照されたい。本稿では特にⅢの「持続効果」に注目して、本線での運用開始以前2年間と以降4年間の当該区間に設置の速度感知器による通過交通の速度域の推移を分析する。

高速道路のランドスケープ等、現代特有の都市環境分野でデザイナーとして活動してきた筆者は、1993年に東京湾横断道路（現アクアライン）のうち延長9.6キロの海底トンネルの施設設計に携わった。当時、この路線は国内初の道路条件による長大トンネル空間であり、海底トンネルと海上の桁橋という特殊な道路構成から、長大トンネル走行特有の心理的圧迫感や意識低下など弊害の払拭が課題になった。このとき、初めて提案したSQD（上下トンネル内壁面全長が対象）においては、トンネル区間の基本計画案に留まり、川崎側進入路擁壁区間にのみ一部実現をみた。

その後の本線実施例には、長大トンネル走行の弊害軽減を図った“小鳥トンネルシークエンスデザイン”（2004年）、速度超過交通に対する速度制御を目的にした“首都高オプティカルドットシステム”（2008年）の他、“日本海沿岸東北自動車道トンネルルートシークエンスデザイン”：あつみIC~鶴岡IC、山形、（2013年）がある。これは、連続する長短4本のトンネル（総延長12.5km）を有する路線で、視環境の変化ギャップや長大トンネルの圧迫感の軽減を目的に安定的走行を支援する目的で本線に導入されている。

2. 背景

2-1 現在の高速道路設計をとりまく状況

日本国内において、初期の高速道路建設から大きく進歩した土木設計および建設技術により、都市間道路では、土工部は減り、国土の特徴である急峻な山岳地帯や河川を効率良く最短で横断させる長大なトンネルや高架橋が年々高い比率を占めるようになってきている。一方、人口密度が高く用地取得が制限される都市内高速道路では、狭い敷地内で長短に切り替わる上下勾配や急カーブ、分合流の多さから線形が非常に複雑で走行の難易度が高い。このような都市での用地取得問題の解決策として「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」が2001年に施行されて以降、首都圏の新規高速道路は順次地下トン

* 2 特許第4956228号 オプティカルドット
白色・楕円形の区間設置の路面表示によって、走行環境中の道路線形を視覚的に明示して適切な運転を支援する走行制御のデザイン

* 3 走行に伴う視界中の道路周辺環境の「見え」の流動

ネル化されている。

2-2 新規路線設計上の課題

設計に効率や合理性が優先される一方で、実際にドライバーが走行しやすい曲率や勾配などの条件を備える道路線形の設計は軽視され優先順位が低くなりがちなのが危惧される。そのことが供用後に交通上の難所を生み、事故を起こしやすい危険な区間となる蓋然性がある。現実には、事故発生率が高いのは特定の箇所である。

2-3 ドライバーをとりまく情報

最新装備の自動車を走る現代のドライバーは、ICT、ITSの情報通信技術の先鋭化により、車内で運転中に受け取ることのできる情報の種類と量が飛躍的に増大した。その分運転中のドライバーの情報機器への依存度も増しており、提供情報は過多で既にドライバーが認知できるキャパシティは飽和状態であると考えられる。

2-4 道路の安全対策「注意喚起」の現状

ここで、道路に設置する交通安全対策について、主な手法と影響の度合いの観点から現状をみる。法定標識、標示以外のこれまでの安全対策のアプローチは「注意喚起」を通して行われるのが通例となっている。

注意喚起の設置の根拠として最も大きいのは、「交通事故」である。法定標識や標示には道路新設時に設置基準があるが、一方の注意喚起策については、事故が起きた現場や線形が厳しく事故が危惧される地点、速度超過交通が多く危険な地点に、現状や結果への「対策」として警察から道路管理者への指示で個々に対処的に設置されている現状がある。

1) 注意喚起策の強度と影響の特性

次のTable 1は、ドライバーに与える影響の強さを4段階に分類して、注意喚起の主な種類と特徴を

筆者の意見としてまとめたものである。これらは必ずしも独立ではなく、各施策の中心的な影響で区分しており、相互に排他的な区分とは限らない。

表中、①が注意喚起の強度がより高く②-③-④の順に弱くなる。①は、道路に凸の段差をつけ車体を振動させたり、光の明滅⁴⁾など物理的に強い刺激は回避が難しい分、危険性や緊急性を訴求できるので、否応無い効果を持つと考えられる。②③は、意味記号として一定の効果があるが、実勢の走行感との乖離や必要以上の多用は慣れや反発から効果が減じる蓋然性がある。④は料金所前やカーブ等に既に道路一般に広く普及しているため既視感からか効果が緩やかな傾向にある。

①の物理的に避けられない手法以外の注意喚起は、導入道路でのドライバーの走行頻度によって、いったん「慣れ」が生じると肝心の注意喚起力が弱まり効果は短期間で減衰することは関係者の共通認識である。繰り返す同じ意味の認知を迫ることから慣れが生じる注意喚起策には「賞味期限がある」のが道路管理者の悩みの種である。

2) 注意喚起策の課題

以上のように、ほとんどの注意喚起策はドライバーに対して注意を引き意識的に行動させる、「認知-判断-操作」という心理的抑圧の強度による制御において共通している。また交通事故対策の手段として定着しているので、必要最小限の設置が確実な伝達のために規定されている法定標識と違って、少しでも高い効果を期待して、既存のものより更に強い刺激や負荷をドライバーにかける傾向にある。また事故対策の緊急性から加算的な設置になりがちである。それが慣例となり、危険箇所では複数の表示が重複したり競合したりする例が多く見受けられる。

Table 1 注意喚起策の種類と特徴

主な特徴	強制度	手法	設置形態	対策具体例
①能動的	高	光や振動、障害物など物理的な刺激を用いる	舗装・路面の凹凸変化	ハンブ（段差）、薄層舗装（摩擦）、溝切り（振動）
			光学的・動的刺激	エスコートライト、電光掲示、デリネータ、再帰反射板
②視覚的	中	見かけ上の障害物で違和感の演出	錯視表示	エスコートレーン、区画線内側の破線、イメージハンブ
			区間面舗装	色面舗装、ビーズ舗装（光反射）
③理性的	低	言葉や記号による提示と訴求	標識表示	線形表示、矢印（記号等）、図柄、ピクトグラム等表象
			言語的指示	「事故多発」「速度落とせ」「急カーブ注意」他
④受動的		路面標示に準じて区間設置	パターン表示	横断型ストライプ、矢羽根型ストライプ（減速策）

この現状では、刺激や情報の受け手であるドライバーに安全どころか混乱を招くことにもなりかねない。むやみな注意喚起の乱立を避け、適材適所の役割分担のある体系的な導入こそ効果的であると考えられる。

3. シーケンスデザインのコンセプトと思想

3-1 走行中のドライバー心理

ドライバーが安全に走行できるのは、自身が目視できる自然な地形に沿った矛盾や無理のない線形の道路であると仮定する。この状況は、走り進むにつれ移り変わりゆく風景の見通しが良く、つまり先の道路の予測が容易な外光の環境で、前後に適度な交通流があって速度の目安になるような状況を指す。その状況でドライバーは平常心で、環境の変化に知覚感覚が活性化して十分に働く心理状態であり、情報の取捨や認知能力に余裕があると考えられる。また、そのような心理状態のときには異変に気づきやすく最も危険回避能力が高まるのは言うまでもない。

しかし、前章に記したように実際の自動車道路は必ずしも走行しやすい設計ではなく線形に無理が多く危険箇所は減らない。また、高速走行やトンネル、見通しの悪い線形、分合流、交差点など、緊張を強いられる変化箇所は道路に付きものである。渋滞や気象条件も走行難易度を上げる。

それゆえ、危険を補い事故抑止する目的でさまざまな情報提供が行われるが、一方的に際限ない情報のインプットが続けば、道路上のドライバーは受け身であることから「認知-判断-操作」の情報処理に追われ心理的負荷は高まるばかりである。結果として疲弊して走行に不可欠である本来的な危険感知能力の相対的な低下につながりやすいと考えられる。

3-2 走行環境とドライバー心理

筆者が提案するSQDが、働きかけるのは、通例の「認知-判断-操作」の階層とは別の「直接的な知覚」の階層である。前提にするのは、ヒトが動物として本来的に備えている周囲の環境に対する探索（センシング）能力とその根拠となる危険回避能力である。

走行中のドライバーの挙動を「直接知覚」の視点から述べる。「運転は、走行中継時的に展開する進行方向の視環境において、知覚者の不断のセンシングによる状況変化への感知能力と、それに同期する動物に本来的に備わる安全担保のための自然な調整行為・適応行動によって支えられている。」と言える。

SQDが依拠しているのは、この環境とヒトの知覚システムの創発的關係性である。

その安全担保への適応行動を導出するには、前方の道路の環境要件である線形などを道路空間自体に可視化、体現し、ドライバーに自然に感知させることが重要であると考えられる。言語的な意味合いを帯びない、あくまでも環境を感知させる情報であるので、注意喚起のように注目させたり刺激強度を持たせることは、このデザインの手段でも目的でも無い。走行中のドライバーが周辺視も含め、前方道路全体を視認できる「過不足無い」視界が確保されれば十分であると考えられる。

SQDによるドライバーへの環境の適切な感知と安全な運転行動への制御には、緊張ではなく、平常心の保持が必要条件である。

3-3 デザインコンセプトと条件

走行中のドライバーに働きかけ安定した走行を引き出すために、SQDは走行に沿って動的に変化する特徴を持つ。オプティックフロー（時間軸に沿って展開する前方の視界の流動）中に、継時的に適切な走行をガイドする線形などの情報を、視認しやすく壁面や路面にパターン配置で表す。視覚効果として、前方の道路の特徴や周囲との関係性などが一瞥で視認できると同時に、それに適応した運転行動や調整操作を自然に導出するガイドとなる。

SQDは、以下の条件を満たすものとする。

設置条件

- 場所：道路側面または路面のサーフェイス
- 対象：道路区間全体または部分的延長区間
- 延長：連続的な数百メートル／区間を単位
- 表示形状：単位となるパターンとその変化形
- 設計：道路条件に応じたパターンの配置設計

設置延長については、高速移動中のドライバーに環境情報を感知させるために必要な一定以上の時間距離の区間設置が原則である。速度に応じて感知に必要な通過時間である約20秒を最小単位とする。

3-4 デザインアプローチと評価指標

SQDは、走行中、常に緊張を強いられがちなドライバーから心理的負荷を軽減し平常心を保たせるため、SQD自体は意味や記号性を帯びないニュートラルなアプローチに限定する。特定の意図伝達が無いことで、ドライバーはSQDを意識して解釈したり判断する必要が無い。この点がSQDを他のサインや注意喚起と大きく差別化する特質である。

また、表示に「意味」が無いことで、既存のサイ

ンや注意喚起策がドライバーに要求する「認知-判断-操作」の回路を必要としない。

ドライバーはSQDについて視認はしても、自覚の有無は問われない。そのことは、既存の視覚的効果の尺度である心理的影響力の「強度」が強いほど効果が高いという基準に当てはまらない。逆に、強すぎる視覚効果は強制性が上がり特定の意味と結びつきやすくなりSQDの特質や利点を損なう。

SQDがドライバーに求めるのは注意喚起ではなく平常心であることから、効果測定 of 指標はインパクトの強さではなくバランスの良さである。

3-5 シークエンスデザインと生態心理学

SQDのアプローチが道路走行空間における走行支援として成立する仕組みについて、以下に述べるような生態心理学における（環境の）アフォーダンス*⁴と知覚者の創発的関係を論拠とする。生態心理学ではJ. J. ギブソン以降、視覚的にコントロールされる移動の研究が持続的に進められている⁵⁾。

現実の世界において、ヒトや動物は周囲の豊かな環境を、個別の刺激に対するミクロの感覚受容作用によってではなく、階層で組織化された身体全体のマクロな知覚システムによって、環境丸ごと多様なまま知覚している。知覚者であるヒトや動物は、常に能動的、探索的に動きつづけることで、周囲の環境の変化の中にその環境の性質を体現するところの、自身の行動に必要な情報（価値）であるアフォーダンスを継起的にピックアップすることができる。その時、知覚者と周囲の環境は、（実験室の実験のように）主体と固定の対象として無関係なのではなく、一体的な互いに創発的な関係性の中にある。⁶⁾

この理論に沿って自動車で進行方向に向かう知覚者／ドライバーと、高速移動に伴う周辺環境の「見え」の流動であるオプティックフローの関係を模式図に示したのがFig.1 (Han 1994) である。

知覚者が前方に直進するとき、進行方向の正面視野では、オプティックフローはパースペクティブの一点消失点から生まれ、「外に向かって遠心的に拡大」して流れてゆく。同時に側面（進行方向の）では、「前方から後方に向かって水平」に流れ過ぎ、背面（進行方向の）では遠ざかる「一点消失点に向かって求心的に縮小」して消える。

中央のドライバーに対して上下左右の車のウインドウを表している各フレーム内に配置した矢印はオ

* 4 人や動物が自ら行為し適応するための周囲の環境内の意味や価値

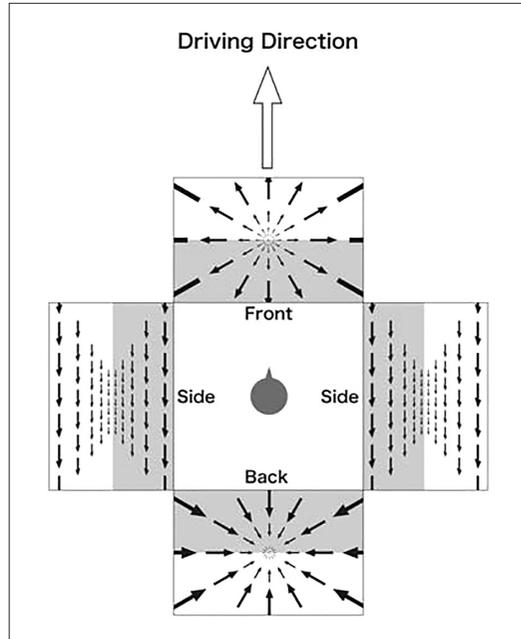


Fig. 1 ドライバーが知覚するオプティックフロー移動に伴う視覚的流動の概念図

プティックフローの流動の方向を示し、大きさはその強度の概念を示す。走行中のドライバーの視界の中では周辺視が大きな領域を占めることがわかる。

この「見え」の流動は、ヒトや動物が移動する結果として見れば当たり前で見過ぎしがちだが、生態心理学では、周辺環境の「見え」のほうから事実を記述し「光学的配列の変化から知覚者の姿勢や位置（地面か空中か）、進行方向、速度、加速度を特定できる」と言い換える。この事実が視界の流動と移動者の創発的な表裏一体の関係性を表している。この、移動し続ける知覚者であるヒトにとって本来的で、極めて日常的であるがゆえに自覚することもない知覚者と周囲の環境との「知覚-行為」の協応がすなわちSQDの前提となる直接知覚である。

4. トンネルシークエンスデザイン

4-1 トンネル空間の特徴と弊害

トンネルは、「必要最小限の空間に交通流を効率的に通す」という機能を合理的に形にした筒状の走行空間である。坑内もコンクリート製のセグメントが規則的に連なり、照明も非常用設備も一定間隔に設置されていて、均質で極めて情報が少なく、まるで実験装置のような抽象的な異空間である。対極には、陽光の下、変化ある自然の風景の中を行く快適

な走行がある。多様で豊かな情報に満ちた自然環境の風景のオプティックフロー内を探索し感知できる場合と異なり、トンネル空間の均質さ展開の乏しき、アフォーダンスの欠如は、ドライバーにとって環境の把握が困難なだけでなく、同時に知覚者自身の行為のガイドを失うことを意味する。

距離感や速度感、方向感覚を失いやすく、心理的にも非常に抑圧的で、緊張し速度のコントロールを失いやすく、逆に眠気で意識低下に陥ることが弊害としてよく知られている。

4-2 小鳥トンネルシーケンスデザイン

最初の実施例となった小鳥トンネル（事業主：国土交通省 中部地方整備局 高山国道事務所）を例にとり解説する。

対象道路は、中部縦貫道高山清美道路の峠で高山市の入口に位置する「小鳥トンネル」全長4,346mの山岳トンネルである。

均質な断面を持つ人工的なトンネルのオプティックフローに、外光道路の持つような持続的な変化のあるひとつづきの流れを感じさせ緩いカーブを含む線形も表すことを図った。走行空間には時間距離を考慮した動的アプローチが必要である。そこで、全長を通した時間軸のデザインを、曲の展開が心地良いクラシック音楽の一編を作曲するように、起承転結の抑揚あるシナリオを坑内壁全長に設計した。

Fig.2は2004年開通前の小鳥トンネルで高山方面に向かい、上から坑口、序盤/起、後半始め/承、終盤/結の写真である。壁面のパターンの配置は全長において、外界の移りゆく風景をなぞるように進行方向に視線誘導する水平な長短ストライプで表された。そのオプティックフローは徐々に変化して、大きく起承転結と展開させた。壁面は二丁掛けのタイルを使用し、背景を白に、高山周辺の自然環境の色彩（警戒色の赤以外）を10色選択し、カラータイルで、濃色の黒土色から青竹色、明るい藁色まで地面に近い強い流れは濃色で、高い位置には明度が高く淡い色を配置し、限られた坑内空間に奥行きのある外界の風景のリズムを再現するよう設計した。

4-3 開通後のアンケート調査

小鳥トンネルは2004年11月、開通後2カ月の時期に大規模な利用者アンケート調査を行った（於：国土交通省 高山国道事務所 配布数17,500票、回収票数1,354票）。その結果、過半数がSQDに対して「心地良い変化である」、「今後のトンネルにも取り入れて欲しい」と答え、カラーについては「明るい色で



Fig. 2 小鳥トンネル各区分シーン

楽しめた」「色調が統一感があって落ち着いた印象」と評価が高かった。また、安全性については「速度が上がってゆくの体感できた」「走行位置により変化を感じるので走りやすい」と66%が答えた。

自由記述では「同じくらいの長さの安房トンネルと比較してずっと短く感じる」「肩の力を抜いて楽に走れる」「冬期など坑内に入るとホッと安心してできる」等の共通する感想があった。デザイン設置に気づいていない人も含めて8割以上の利用者が「既存のトンネルに比べて明るく広く感じて走りやすい」と答えた。

5. オプティカルドットシステム

ODSは、SQDのうち、導入対象道路の交通安全上の課題が主に「速度にかかわる走行制御」である場合に適用が効果的であると期待される路面表示である。設置対象は、一般に事故が起きやすいとされる上下勾配やカーブとその組み合わせからなる道路線形の区間、また分合流、料金所や市街地近くなどの安全性の確保が求められる速度制限区間などである。特に、自車の速度、他車からの距離、位置について直接知覚を促し、指示や強制無しに、ドライバー自ら自然に走行制御させることを特徴としている。前章のTSQDにおいては、全線を通して圧迫感の軽減によって安心な走行の質を重視したのに対して、ODSは、走行制御によって安全性へのより高い効果を企図している。

5-1 首都高ODSの本線導入までの経緯

ODSは、その発端として首都高速道路(株)から、交通量の多い場所で追突や接触の事故が多く起きている事態の打開策として、走行空間の質的改善の議論を通して、TSQDの実績を応用し新施策の提案を求められたことが発端で始まった。

導入対象は、首都高埼玉大宮線下りの浦和南料金所手前2キロ地点の上り坂の後の長い下り坂で、減速が求められるのにもかかわらず、実施前の通常時において、自由流で時速100～140キロの速度超過の車が全体の約6割あり、事故の危険性が非常に高い箇所であった。

ODS導入前の1年間に、既に減速対策が6種類(指示看板、路面表示「速度落とせ」、疑似オービスカメラ等)設置されたが、十分な効果が得られなかった。

その後、ODSが2008年2月に第一期施工、同年9月に第二期施工が実施された。

5-2 ドットパターン配置

ドットパターンは運転席からはほぼ円形に見えるが実際には楕円である (Fig.3)。配置は、車の轍を避けて1車線幅に対し並列に四つ、道路線形に応じて、上り勾配では進行方向に漸次的に列間隔を拡大させ、続く下り勾配では漸次的に約2,000cm～500cmの配置間隔で縮小した (Fig.4とFig.5)に図示の通り)。その配置により、上り勾配では減速感、下り勾配では加速感を可視化し、かつ走行の単位時間当たりのパターン密度の変化で自然に加速および減速行動が促されることを意図している。

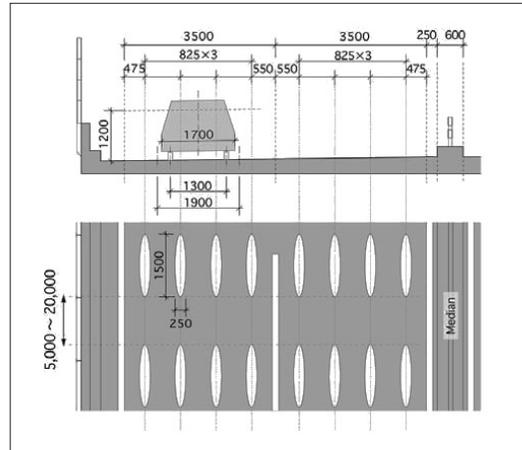


Fig. 3 ドットパターンの詳細 (首都高)

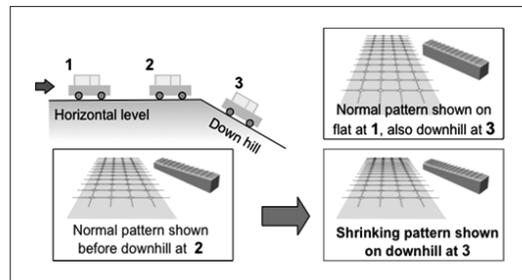


Fig. 4 オプティカルドットの視覚効果

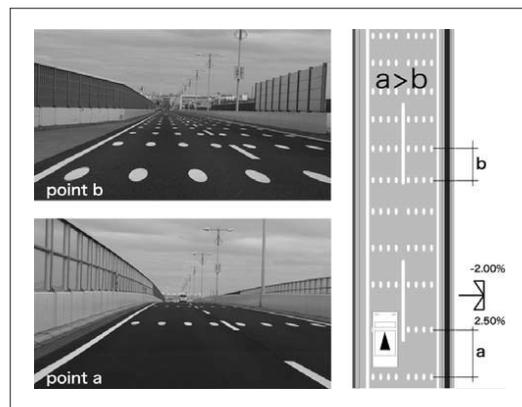


Fig. 5 ドット配置間隔の原則

減速を目的とした指標の配置例として、道路に指数関数的に狭くなる横縞を描くことや目印の支柱などを設置することが速度を落とさせることに効果があるという先行研究^{7)~9)}や、横縞を短いバーに代えた道路本線での米国の試行運用事例がある¹⁰⁾。

第一期では、上り勾配から下り勾配に差し掛かる区間長462mの上流側が施工され、合流部付近の設

置無し区間70mを挟んで、下流側区間長366mが第二期に施工された。

5-3 試行運用実績の推移

ODSは2008年2月と9月に首都高本線路面上に施工され運用開始された。本稿では、導入前2年間と導入後4年間の運用実績について、管理者である首都高速道路(株)から入手した当該車輦感知器データを元に通行速度の変化を比較分析した結果を紹介する(ここでは合流前地点データを使用)。なお、当該区間に施工された路面の塗装状態が良好に維持されたのは2011年までで、その後塗装面の摩耗のため、2014年に全面アスファルト舗装に戻された。

分析に用いるのはODSを設置した区間内2カ所の車輦感知器で取得された1分間集計の車線別平均速度である。車輦感知器は、第一期と第二期の間合流部の合流前の合流後に設置されている。

6. 効果の検証

Fig.6は、ODS設置前2年間(2007~2008年)と設置後4年間(2008~2011年)の平日22時台を対象として、車線別に中速度帯(80~100km/h)と高速度帯(100~120km/h)の車両構成比を月ごとに集計したものである(感知器の位置:合流前地点)。図より、Before(設置前)2年では速度超過交通のうち高速域(100km/h超)が年間を通して走行車線で全体の約5~6割、追い越し車線で6~7割あったのが、After(設置後)ではおのおの2~4割、3~4割へ減じていることが分かる。Before-Afterの差(平均)にして走行車線で全体の20~30%、

追い越し車線で30%の交通が高速域から中速域へシフトし、その傾向が4年間持続していることがわかる。また年間を通してこの傾向が持続しており、経年による変化が見られない。

Afterで注目すべきは、中速域(80~100km/h)の通行車の比率である。走行車線で4年間通じて約6割超で推移しているのと同様に、追い越し車線でも4年間平均して6割近くを占めている。さらに、BeforeよりAfterのほうが低速域の比率も減り、全体的に中速域にシフトする傾向がある。車線ごとの速度のばらつきが減り両車線とも同程度の中速域の比率が多くなっている。このことからODSには走行速度の制御効果の他に整流効果があると見られる。なお、ODSを設置した下り勾配道路における自転車の被験者実験¹¹⁾でも、同様の効果が見られている。

7. まとめ

本稿では、「シークエンスデザイン」について概説することで、走行環境の重要性と知覚者であるドライバーの関係について、その根源的かつ新しい概念を明らかにすることを主眼とした。既存の多くの注意喚起策と大きく異なる特質と利点について、生態心理学に基づく考え方とアプローチの方法について述べた。

SQDのうちTSQDは、アンケート調査や供用後の事故の少なさ(現地事務所への問い合わせ)からもトンネル走行の弊害の軽減に一定以上の効果が上がったと思われるが、交通量が多い小鳥トンネルでは、年1回の定期清掃だけでは全く坑内視環境が保たれ

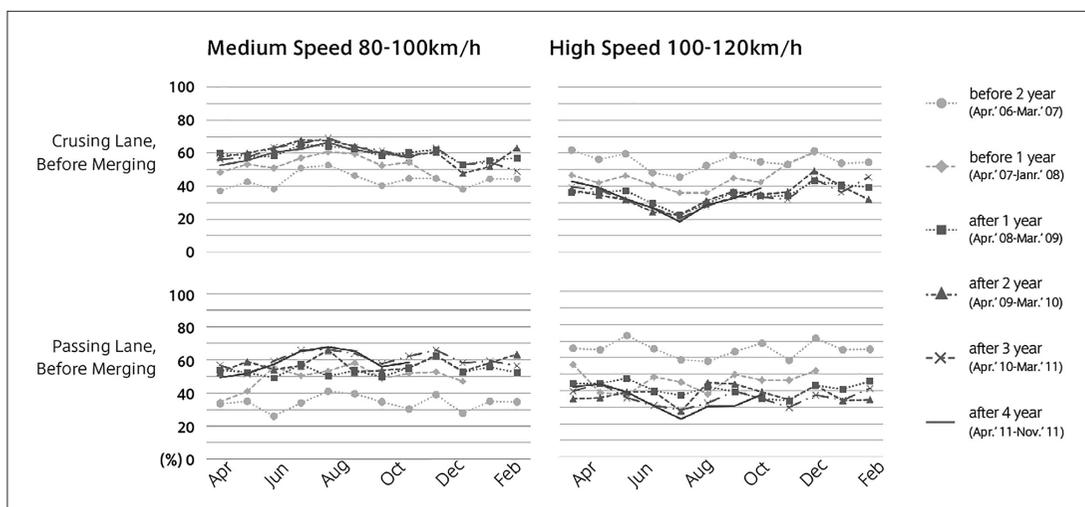


Fig. 6 ODS施工前後の各速度帯走行車両の構成比率(月別集計)

ず、壁面が真っ黒になってSQDは台無しになっている現状がある。またODSは、これまでに例を見ないストレス無し（自覚無し）の走行制御によって慣れることなく持続的な効果を発揮することが導入後4年間の速度域の長期分析から分かったのは画期的だと考えている。しかし、ODSのような路面表示には、常にメンテナンスの課題がある。

また、付随して明らかになった中速域への整流効果（通行速度域の収束）を見ると、他の注意喚起策が目指すスポット設置で対処的な速度低減効果とは全く別な効用があると思われる。注意喚起とは役割分担を明確にし、SQDはその特性を生かし区間単位で体系的に「走行環境の底上げ」効果によって難所自体を解消していく方向が望ましいと考える。

単に前後の数値差の大きさでなくSQDは評価手法としても既存と別の角度からも行うことが必要であると考えられる。

最後に、SQDは「対策」ではなく「デザイン」であることを長年の取り組みを経て確認できた。風景の中、ヴィークルを自分自身で練りドライブする、その道行きを快適で安全、豊かな体験とするため、道路のクオリティー向上のためのデザインである。

参考文献

- 1) 韓、他「首都高埼玉大宮線オプティカルドットー適切な走行支援のためのシークエンスデザイン」『ITSシンポジウム2008』2008年
- 2) 韓、他「視覚情報にもとづく道路シークエンスデザインによる走行制御効果の検証」『ITSシンポジウム2010』2010年
- 3) 韓、他「シークエンスデザイン ‘オプティカルドット’ による走行制御効果の推移」『ITSシンポジウム2011』2011年
- 4) 川島祐貴、内川恵二、金子寛彦、福田一帆、山本浩司、木屋研二「道路側面に設置された点滅柱状物体により生起する視覚誘導自己運動感覚を交通工学的に応用した自動車運転者の速度感覚変化手法」『映像情報メディア学会誌』2011年
- 5) Warren W. H. Jr.: Visually Controlled Locomotion: 40 Years Later. *Ecological Psychology*, 10 (3-4), pp.177-219, 1998
- 6) J. J. ギブソン、佐々木正人・古山宣洋・三嶋博之（監訳）『生態学的知覚システム』東京大学出版会、2011年
- 7) Denton G. G.: TRRL Report LR531, 1973
- 8) 岩崎宏司、岡部康平、平岡敏洋、西原修、熊本博光「錯視が与える速度抑制効果に関する基礎検討」『計測自動制御学会第30回知能システムシンポジウム予稿集』pp. 225-230、2003年
- 9) 平岡敏洋「間接型運転支援システムが運転行動に与える影響に関する研究」『計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会』2006年
- 10) Balde A. D., Dissanayake S.: Effectiveness of Optical Speed Bars in Reducing Approach Speeds to Rural Communities, *Journal of the Transportation Research Board*, 2011
- 11) 韓、他「自転車の速度制御を目的とした路面表示による実車実験ー自転車のためのシークエンスデザインオプティカルドットシステムー」『ITSシンポジウム2012』2012年