



図1 ニュージーランドのハミルトンでは、交通信号に似た表示色のデジタルビルボードが交差点の近くに設置されており、ドライバーの注意力と反応時間に干渉する恐れがある

All images courtesy of Claude Zhu

デジタルビルボードの屋外光源としての影響を考察する

クロード・チュー

道路沿いに並ぶデジタルビルボードの増加がドライバーに与える影響について説明し、レビュー済みの研究調査結果と適用される条例に基づいた指針の実施を推奨する。

デジタルビルボードは、世界中の地平線を埋め尽くしている。商業用照明や電子機器ディスプレイの技術が手頃な価格で利用可能で、スマートシティ戦略が展開されていることがその理由である。デジタルビルボードは、従来の看板と比べて、耐久性、適応性、効率、保守コストの面で優れている。

自動車衝突事故の発生率に対するデジタルビルボードの影響を証明する調査はまだ存在しないが⁽¹⁾、⁽²⁾、ビルボードは、ドライバーの速度、横方向制

御、精神的負荷、道路標識に従う能力、目の動きと視線に影響を与える可能性がある。これは、デジタルビルボードがドライバーの注意をそらす危険性があり(図1)、適切な基準に従って設計および設置しなければ、事故のリスクを増大させる可能性があることを示唆している⁽¹⁾、⁽³⁾。

将来的には、自動運転車によってこうしたドライバーのリスクが解消される可能性がある。しかし、その他の道路利用者(同乗者、自転車、歩行者)や

地域住民の視覚的快適性に対するビルボードの影響を無視してはならない⁽⁴⁾。

ビルボードの配置

ビルボードは通常、商業地域や交通量の多い幹線道路に設置される。安全性を維持するために、交通装置(交通信号、横断歩道、踏切)、ドライバーの判断を要する場所(交差点、ランプ、インターチェンジ、合流レーン、ターンレーン)、または見通しの悪い場所の近くに設置してはならない⁽⁵⁾、⁽⁶⁾。

例えば、ニュージーランドのChrist church District Plan(クライストチャーチ地区計画)では、ビルボードを信号のある交差点から50m以上離して設置

表1 各種ビルボード照明規格の概要

組織/州	最大値(日の出から日没)	最大値(日没から日の出)	障害光の限度
米国屋外広告協会(OAAA)	5,000nits	350nits	推奨距離における測定値が、周辺光レベルを0.3フットキャンドル以上上回ってはならない
米国、ラクロス郡	5,000nits	500nits	N/A
カナダ、トロント	5,000nits	500nits	電子看板のすべての点から10m以内で、周辺光レベルを6.5ルクス以上上回ってはならない
ニュージーランド、オークランド	5,000cd/m ²	250cd/m ²	住宅地において、午後10時前(外出禁止時間前)は窓に対して10.0ルクス、夜間(外出禁止時間)は2ルクスを超えてはならない
ニュージーランド、クライストチャーチ	5,500cd/m ² (配慮が不要な場所) 3,000cd/m ² (配慮が不要な場所)	250cd/m ² (配慮が不要な場所) 125cd/m ² (配慮が不要な場所)	住宅地において、任意の隣接場所や幹線道路の境界から2m以内での測定値または計算値が、10.0ルクス(水平および垂直方向)を超えてはならない
ポーランド	4,000cd/m ²	400cd/m ²	N/A

備考: 1 nit = 1 cd/m²、1 フットキャンドル ≈ 10.764ルクス

すること、住宅地から直接見える場所に設置しないこと、制限速度が70kph以上の州道に隣接して設置しないことが義務付けられている⁽⁷⁾。

障害光: 明るさ、侵入、スカイグロー

輝度は、安全な運転のための重要な要素である。これは、発光面の明るさを、カンデラ/平方メートル(cd/m²)の単位で表したものである。非常に明るい光源は、障害や不快なグレアを引き起こす可能性がある。減能グレア(disability glare)は、光が目の光学媒体を通過する際の散乱によって引き起こされる。点光源は、網膜上に点として投影されない。「拡散」して光の「ベール」(光幕輝度)を網膜像の上に重



図2 減能グレアが視覚的コントラストに与える影響⁽⁸⁾。左の画像は、グレアが制御された照明状態を表しており、人物の顔が視認できる。右の画像では、グレアとコントラストの低下によって、同じ顔がぼやけて見える

ねるため、視覚的コントラストが低下する⁽⁸⁾(図2)。

すべてのグレア源を合計した光幕輝度(等価光幕輝度: equivalent veiling luminance)は、次のように計算できる。

$$L_{\text{veil}} = 10 \left[1 + \left(\frac{A}{70} \right)^4 \right] \times \sum_{i=1}^n \left(\frac{E_i}{\theta_i^2} \right)$$

各変数は以下のとおり。

L_{veil} は、等価光幕輝度(単位:cd/m²)

A は、観測者の年齢(単位:年)

E_i は、 i 番目の光源による、通常視線に対して垂直な面上の観測者の目における垂直照度(単位:ルクス)

θ_i は、観測者の視線と、 i 番目の光源の中心と目を結ぶ線の間の角度(単位:度)

左記の式は、光源が明るく、視野角が小さく、年齢が高いほど、視覚的に改変された照明環境における観測者の視力は低下することを示している。光幕輝度が高いほど、Threshold Increment(TI)は増加し、これは、所望の視覚的コントラストを得るためにより高いレベルの周辺照明が必要になることを意味する。

輝度は、デジタルビルボードを見る際の視覚的安全性と快適性に関する指標であるのに対し、照度は、ビルボードがどれだけの障害光(侵入光)を環境に放出するかを数値化するものである。ここでは、ビルボードが点灯している時と消灯している時の両方で、指定領域の垂直方向または水平方向の光量を照度計で測定することにより、光漏れの量を判断する。

地方自治体や交通当局は通常、ビルボードの明るさや障害光に対する相対

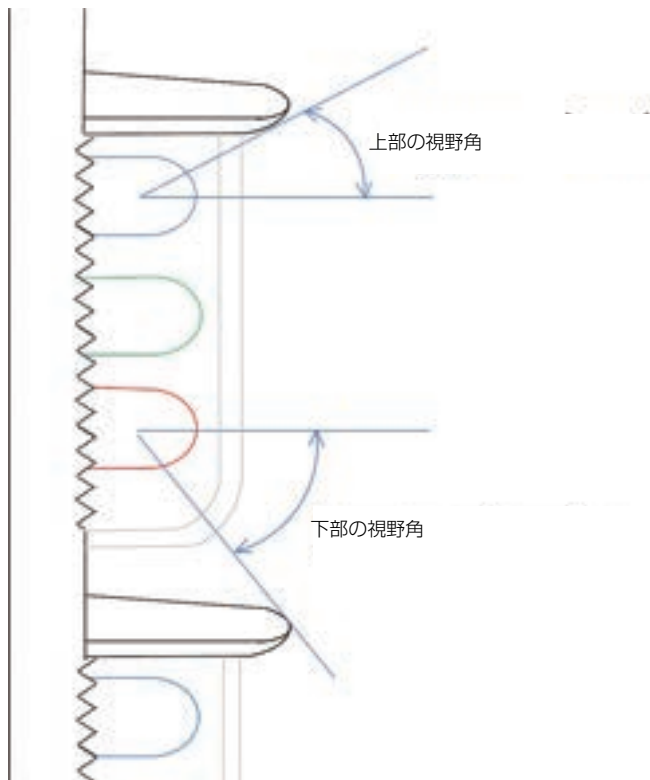


図3 デジタルビルボード上のピクセルユニットの断面図。適切なカットオフによって、侵入光と環境への悪影響を低減することができる

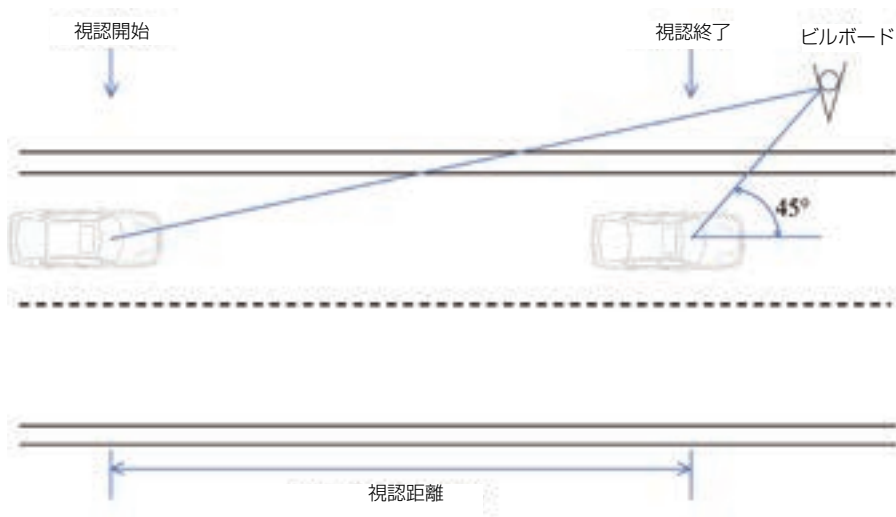


図4 ドライバーからビルボードまでの視認距離によって、静止時間やその他のプログラム指針に違いが生じる

的な基準を設けている。表1は、さまざまな国における基準の例をまとめたものである。センサや照明制御を実装して、周辺照明レベルに合わせてディスプレイの明るさを調整することにより、グレアや障害光を緩和することができる。

図3は、望ましくない光漏れを低減するために、デジタルビルボード上のピクセルユニット (RGB LED) のディスプレイ上部と下部の視野角を超える部分を適切にカットオフする方法を図示したものである。スカイグローは、地域の生態系に影響を与える可能性のある、望ましくない光漏れの一形態である。

画像の静止時間と遷移時間

デジタルビルボード上の画像と動きは、ドライバーやその他の道路利用者に危険を与える可能性もある。静止時間とは、ビルボード上で個々の画像が切り替わる間隔のことである。静止時間が短いほど、次の画像に期待してドライバーが目を向ける時間が増加することが、各種研究によって明らかになっている。静止時間が7秒よりも短い画像は、道路標識以上にドライバーの注意を引くという^{(1)、(9)}。よそ見を減

らすには、看板に向かって運転するドライバーが看板を通り過ぎるまでに見ることのできる画像を、1枚だけにするのが理想的である⁽⁷⁾。

静止時間は、視認距離 (図4参照) と移動速度によって決まり、以下のよう

$$T = \frac{6S}{V}$$

各変数は以下のとおり。

Tは、静止時間(単位:秒)

Sは、視認距離(単位:m)

Vは、規定制限速度(単位:kph)

最小静止時間は8秒間というのが、業界で広く受け入れられている基準である^{(1)、(7)、(10)、(11)}。

注意力の低下を最小限に抑えるために、画像は静止画にすること、連続表示の間の最大遷移時間(またはクロスディゾルブ)は0.5~2秒で、その他の視覚的效果は使用しないこと^{(3)、(7)、(10)~(12)}、

平均輝度レベルの画像間の揺らぎを30%以下にすることが必要である⁽³⁾。

また、ドライバーの注意力に過度の負荷を与えないように、道路の一定距離あたりのビルボードの数を制限するべきである。例えば、ニュージーランド運輸局 (New Zealand Transport Agency : NZTA) は表2に示すように、ビルボードの最小間隔を制限速度毎に定めている。米国の基準では、ドライバーの視野に含まれるビルボードの数が2枚か3枚までに制限されている^{(1)、(12)}。

結論

世界中でスマートシティが推進される中で、デジタルビルボードの数は増加すると予想される。しかし、その照明が交通、環境、公共福祉に与える影響は、まだ完全には把握されていない。本稿は、デジタルビルボードに対する科学的計画、設置戦略、効果的な規制を提案するものである。

表2 ビルボードの水平間隔⁽³⁾

規定制限速度	ビルボード間の最小距離
50kph or less	110m
60kph	135m
70kph	160m

参考文献

- (1) S. Namba, "Effects of outdoor advertising displays on driver safety," Caltrans Division of Research and Innovation (2012).
- (2) B. Frith and M. Trotter, "The impact on road safety of digital roadside billboards," Opus International Consultants Ltd (2015).
- (3) "Digital billboard guidance - an addendum to traffic control devices manual part 3 - advertising signs," New Zealand Transport Agency (2022).
- (4) C. Zhu, "Interior lighting environment will boost autonomous vehicle development," LEDs Magazine, 21-23 (March 2023).
- (5) "Pasco county land development code," Pasco County, USA, 406.7-9 (2018).
- (6) "Guidelines for the review of sign variance applications for billboard signs with electronic changing copy," City of Mississauga, USA, 6-7 (2017).
- (7) "Billboard rule interpretation and processing guidance," Christchurch City Council, New Zealand, 4-12 (2021).
- (8) C. Zhu, "Road lighting disability glare - a study comparing LEDs with HPS," Lighting Art & Sci., 32-39 (June/July 2019).
- (9) P. Tomczuk and A. Wytrykowska, "Digital billboards dynamic luminance measurement," Matec Web of Conferences, 231, 04013 (2018).
- (10) "Planning and design review of illuminated & electronic signs," Martin Rendl Associates, 16 (2013).
- (11) "Guide to outdoor advertising," Indiana Department of Transportation, 8 (2020).
- (12) "St. Albert digital display guidance," City of St. Albert, MORR Transportation Consulting Ltd, 8-13 (2017).

著者紹介

ユンユ(クロード)・チュー (YUNYU "CLAUDE" ZHU) は、オーストラリア在住の照明エンジニア。中国の西北大 (Northwest University) で光科学の学士号、豪クイーンズランド工科大 (Queensland University of Technology) で照明の修士号を取得し、2009年から同産業に携わっている。