

# 道路の錯視とその軽減対策



JST, CREST「数学」領域

「計算錯覚学の構築」チーム

2013年7月

## はじめに

錯視とは、見たものが実際とは違うように見えてしまう錯覚現象で、誰にでも起こる普遍的なものである。錯視は目の前の状況判断を狂わせるから事故につながる。特に、走行中の車の運転席から見る外の景色のように動くものを見るときには、十分に考える時間がないまま瞬時の判断を要求されるために、より錯視に支配されやすい。したがって、錯視は交通事故と密接な関係にある。当事者の前方不注意として片付けられている交通事故の背後に、前方不注意を誘発する遠因としての錯視があるのではないかと想像される場面も少なくない。このことの重大さを考えるとき、錯視と交通事故の関係を明らかにし、錯視を軽減するための指針を与えることは急務である。このような考えから、JST, CREST プロジェクト「計算錯覚学の構築」のメンバーが中心となってまとめたのが本冊子である。

ただし、本冊子には欠陥があることも、はじめにお断りしておかなければならない。私たちが通常、研究成果をまとめて世に出すときには、十分な実験データの収集と、十分な理論的考察を行いながら、これが正しいだろうという確信がもてるまで待つ。しかし、日々悲惨な交通事故が起こっている現状を考えると、それまで待つべきではないのではないか、学問的には不十分であっても、ひょっとしたら事故の軽減に貢献できる可能性のある知見は、できるだけ早く公表すべきではないか。本冊子は、そのような考え方から、通常の学術的発表に要求される理論的根拠が不十分なものも含めた。すなわち、こんな場面では、こんな錯視が生じて、こんな事故につながる可能性がある、という仮説を、大胆な想像も加えながらまとめた。そういう部分については、皆様からの批判も受けながら、今後、補強していきたい。

本冊子が、交通事故の理解とその軽減に少しでも貢献できることを願っている次第である。

2013年7月

「計算錯覚学の構築」チーム・リーダー

杉原 厚吉



## 1. 縦断勾配錯視

### [現象]

上り坂や下り坂が連なった道路を正面から見るとき、上り坂が下り坂に見えたり、逆に下り坂が上り坂に見えたりする。このような道路を車が走行すると、ドライバーが勾配を誤って知覚してしまう。下り坂を上り坂と知覚した場合、速度超過につながり、上り坂を下り坂と知覚した場合は、速度低下が生まれ、そのちょっとした速度低下が大渋滞の原因となっている。たとえば、図 1.1 では、遠くに見える坂は下り坂であるが、上り坂だと感じる人が多い。図 1.2 に示すように、トンネル内を走るときにも道の傾斜はわかりにくい。



図 1.1. 下り坂を上り坂と見誤る例：遠坂は上りに見えるが、実際は下り坂である。（香川県屋島ドライブウェイにおいて友枝が撮影）

### [理由]

坂道の傾斜の誤認は、さまざまな理由によって引き起こされる。たとえば、図 1.1 のように、2種類の傾斜の道がつながって下側へくぼんだ角を作っているところ（これはサグとよばれる）では、両方とも上り坂だったり、両方とも下り坂だったりしても、手前が下り坂で奥が上り坂だと知覚される傾向が強い。

[対策]

水平の方向を示すパターンを道路の側面などに設置し，正しい判断を促す．そのようなパターンの一例を図 1.3 に示す．トンネル内や防音壁のある道路では既に壁面があるから，パターンの設置が容易に実現できると思われる．このパターンの設置だけでも錯視の軽減のために実施すべきであろう．



図 1.2. (トンネル内部の様子) 壁面のパターンが水平線かのように認識してしまい，道路面も水平だと錯覚してしまう．実際は上り坂である．(阪和自動車道において友枝が撮影)



図 1.3. (ストライプパターンの例と傾斜認識の変化) 左図のパターンでは，被験者(のべ 162 名)の 8 割が，遠坂を平と回答した．一方，右図では，被験者の 9 割が遠坂を上りと回答した．(画像作成対梨)

## 2. 車線の錯視

### [現象]

上り坂を走っているとき、その坂の頂上より少し先を走ってくる対向車が、正しい車線を走っているのに、自分と同じ車線を走っているように見える。(このとき、正面衝突を避けようとして反対車線へよけると、本当に正面衝突してしまいかねない。)

### [理由]

上り坂の頂上を越えたところで道がカーブしているとき、その路面が見えなくて、対向車の上半身だけが見えているために、相手の車線が確認できないことがある。図 2.1(a)に示すように、道路が上り坂の頂上の先で左へカーブしている場面で、自分の車Aと相手の車Bがともに正しい車線を走っているとしよう。このときAからは、同図(b)に示すように、相手の車Bが自分の車Aと同じ車線をこちらに向かって走っているように見える瞬間がある。

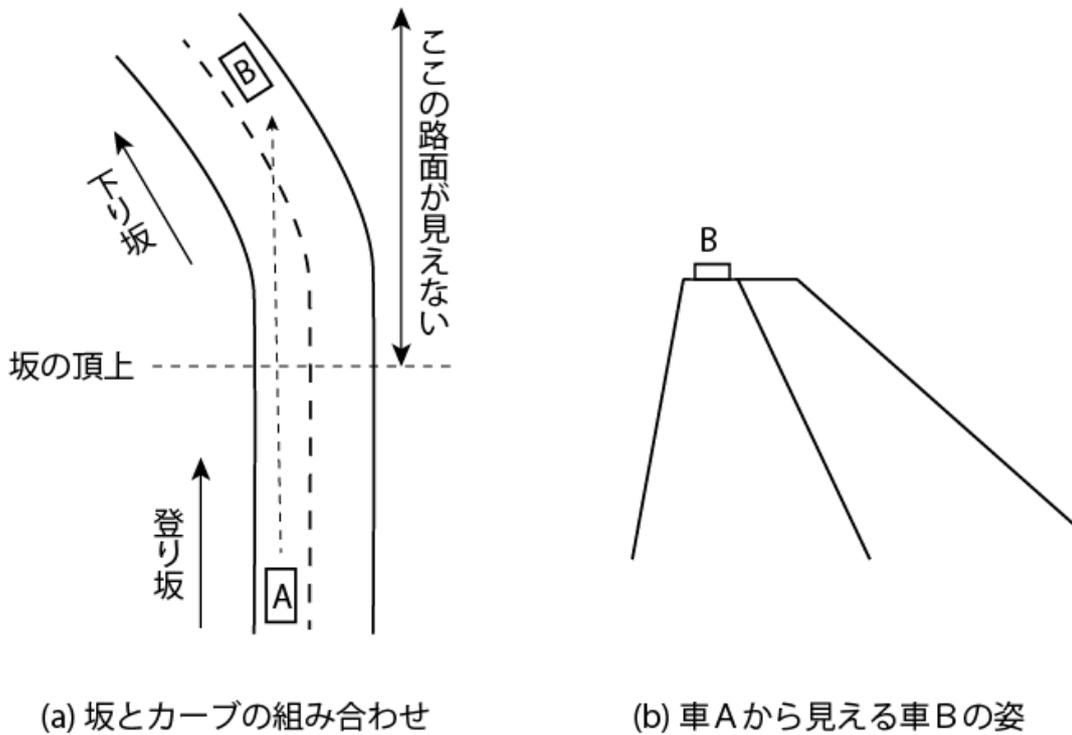


図 2.1. 上り坂の頂上の先でカーブした道路.

もっと危ないのは、図 2.2 の状況である。この図のように、上り坂の頂上の先で道路がクランク形にカーブしていて、上り坂の左車線の延長に対向車線が並ぶと、一瞬ではなくて持続的に対向車が自分と同じ車線をこちらへ向かって走っているように見える

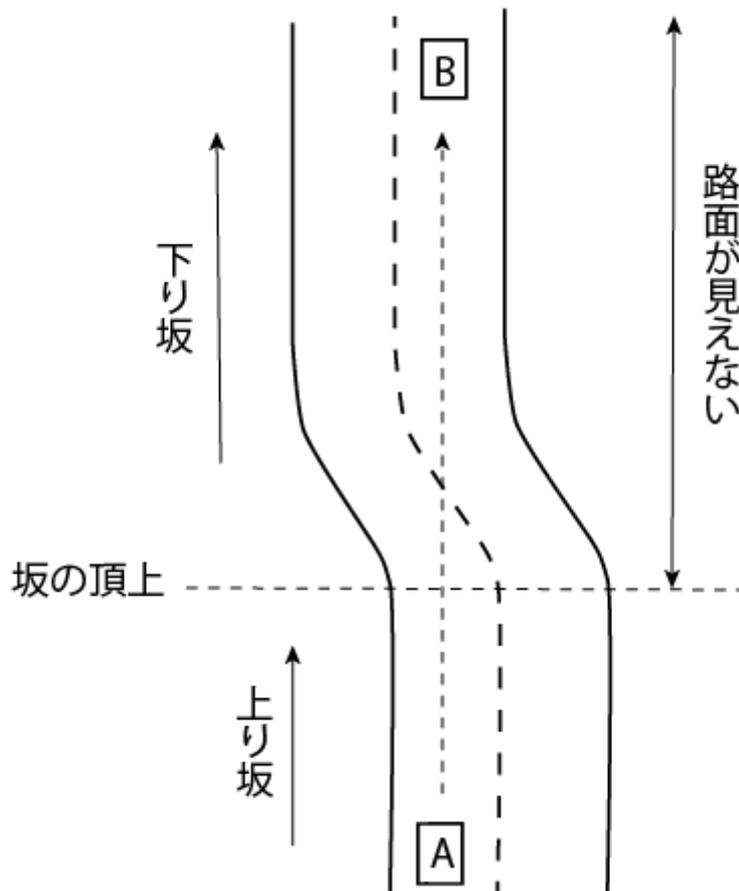


図 2.2. 上り坂の頂上の先で車線がずれている道路.

[対策]

1. なによりも、このような道路の構造を作らないことが重要である。
2. 既にできてしまった道路に対しては、上り坂を走る車からも見える背の高い中央分離壁を設けるのがよいであろう。これによって正しい車線を走っている対向車を見えなくしてしまえば、錯視は防げる。

これに似た次のような道路もある。この道路は、図 2.3 に示すようにカーブしており、途中には鉄道の線路が交差している。さらに道路は坂になっていて踏切は坂の頂上にある。この道路を矢印Aの方向から見たところが図 2.4、そのまま進んで、踏切にさしかかった位置4から見たところが図 2.5、Cの方向から見たところが図 2.6 である。この道路の端のDの位置に立っている歩行者は、Aの方向に進行してくる車のドライバーにとっては、突然視野に入り、しかも道路の真ん中にたっているように見える。

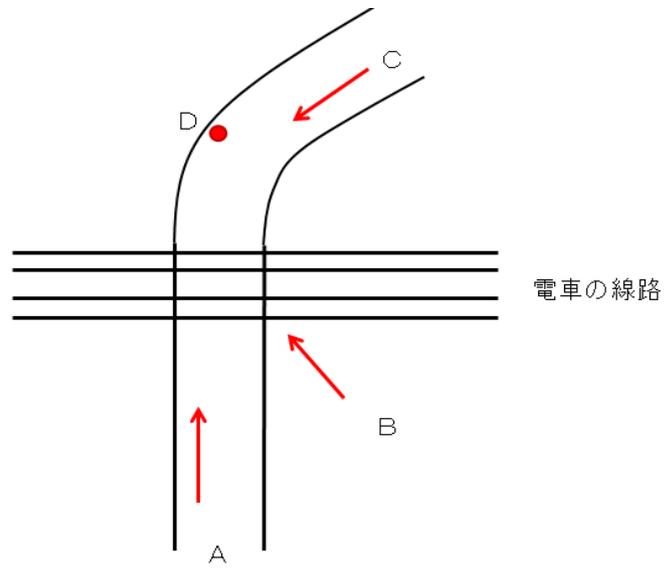


図 2.3. 坂の頂上を横切る踏切.



図 2.4. 図 2.3 の矢印Aの方向から見たところ (撮影杉原, 図 2.5, 2.6 も同様).



図 2.5. 踏切にさしかかった位置からみたところ。道の端に立っている人が、突然正面に現れる。



図 2.6. 図 2.3 の矢印Cの方向から見たところ。

### 3. 信号の錯視

#### [現象]

手前の平坦な道路に立っている信号より，その先の上り坂に立っている信号の方が手前に見える．（このとき，一番手前の信号に従っているつもりなのに，信号無視をしてしまう危険がある．）

#### [理由]

信号は通常は同じ高さに立てられている．それを運転席から見ると，図 3.1 に示すように，遠近法の効果で，近い信号ほど視野の上に見える．しかし，図 3.2(a) に示すように，平坦な道の先に上り坂があり，それぞれに信号が立っていると，同図の(b) に示すように，坂の途中に立つ信号の方が視野において上に見える．その結果，その信号の方が近いように感じてしまう．特に夜間では，信号を支える柱などは見えず，信号だけが見えるから，トラックなどの運転席が高いところにある車から見たとき，この錯視が起こりやすい．

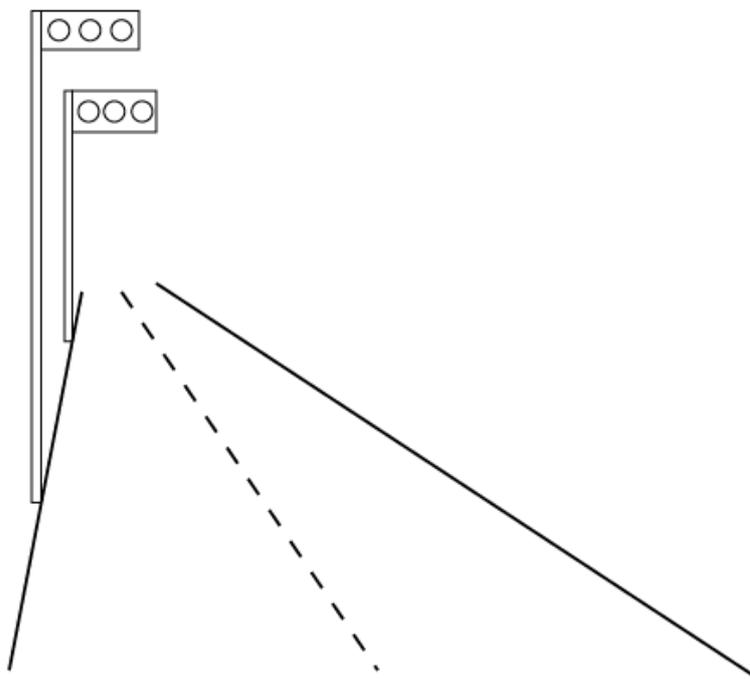


図 3.1. 平坦な道路に立つ信号.

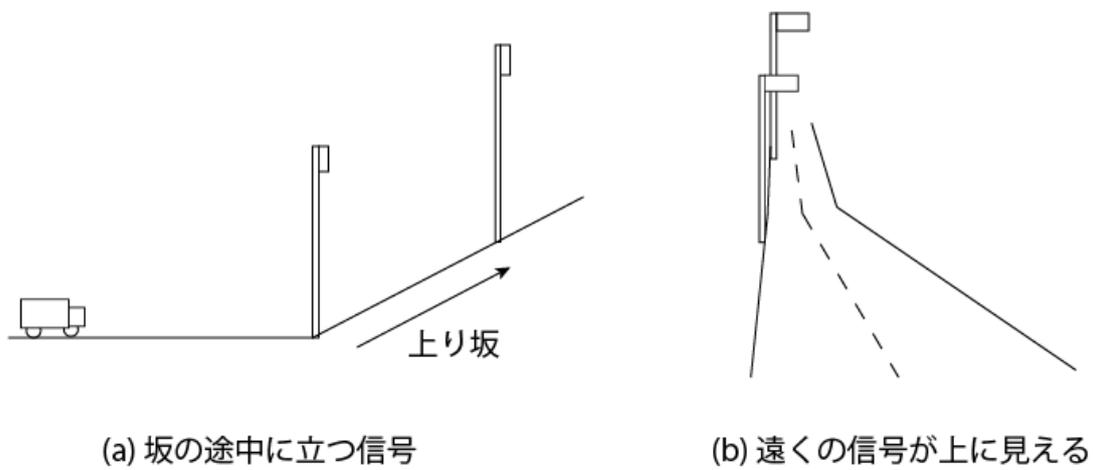


図 3.2. 坂の途中に立つ信号の見え方.

[対策]

1. 両方の信号を同期させる. 二つの信号が同時に赤になれば, 錯視で近い信号と遠い信号を逆に知覚しても信号無視は避けられるであろう.

#### 4. 等速接近車の錯視

[現象]

見通しのよい場所で，直交する道を走って接近する車が視野でとらえられない．車のめったに通らない田舎道では，車が来るはずがないという思い込みと重なってこの車に気づきにくいと思われる．（T字路の縦の道を自分が走っているときには，相手は気付いていても，こちらが止まると思って交差点へ入る可能性が高いから，特に危険である．）

[原因]

図 4.1 に示すように，自分の車Aと相手の車Bが，直交する道路上の交差点から同じ距離にいて同じスピードで交差点に近づくとき，相手が常に角度 $\theta = 45$ 度の方角に見えるため，止まっているかのように錯覚する．あるいは動きが見えないので，車がいることに気付かない．特に図 4.2 に示すように，運転席の右のドアガラスとフロントガラスの仕切りの位置に，相手の車Bがかかると同じ位置で隠れ続けるから気付かないままとなる．

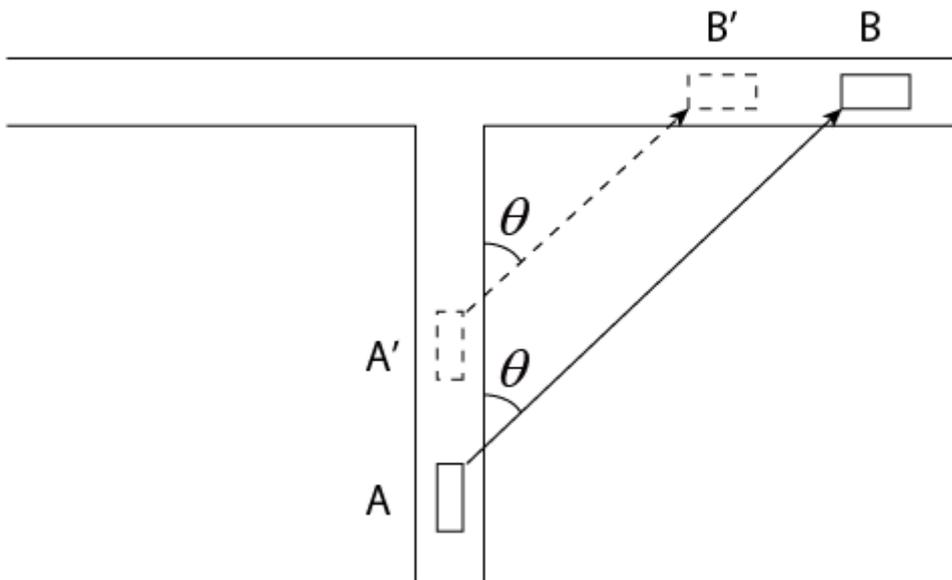


図 4.1. 視線方向（角度）が一定( $\theta = 45$ 度)のまま接近する車.



図 4.2. フロントガラスとサイドガラスの境界に隠れる直交する道路上の車. (撮影杉原)

[対策]

1. 車のフロントガラスとサイドガラスの境界のフレームがない構造の車が作れるのなら理想的である.
2. 現状の車では、運転手が気をつけるしかない.

## 5. ライトの高さと距離感

### [現象]

夜間の道路で、接近してくるバスやトラックなどの大型車までの距離を、実際より遠いと感じる。

### [原因]

夜間は、車のライトの位置が近づいてくる車までの距離を知る主な手がかりとなる。ライトは道路に立った人の目の位置より下にあるため、図 5.1 に示すように、遠近法の効果で視野の下の方にあるほど近いと判断される。しかし、大型車の場合には、ライトの位置が高いため、視野の中でも上の方に写る。それを普通乗用車であると勘違いとすると、図 5.2 に示すように実際より遠くにあるように見えてしまう。

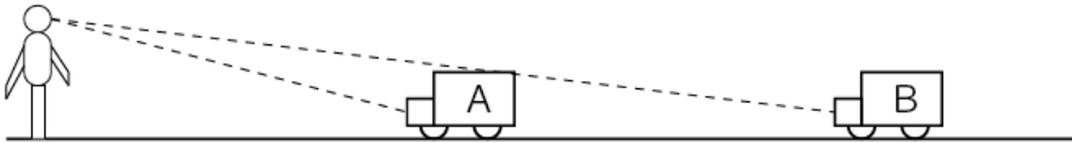


図 5.1. ライトの見える方向と距離の関係.

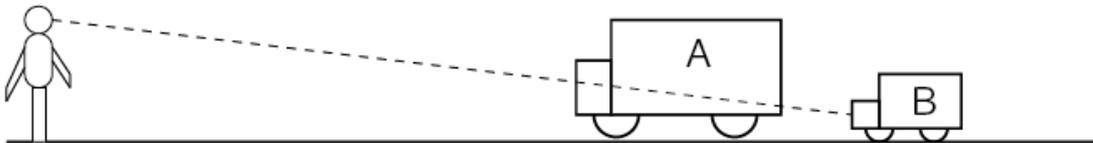


図 5.2. 大型車のライトの位置.

ほかにも図 5.3 に示すように坂を下りながら近づいてくる車のライトの位置は視野において高いから、坂だと気付かないと距離を実際より遠くに感じる。

車の場合には左右のライトの間隔も距離を知る手がかりとなるので距離を修正できる可能性があるが、オートバイではその手がかりがないので、より距離を間違えやすい。

また、夜間、高速道路上で長距離バスなどの大型車と普通車が並走している場合、普通車に比べて大型車の方が遠くにいるように感じる。実際、長距離バスなどの大型車のテールランプは比較的車両の上部についている一方で、普通車のテールランプは大型車に比べて低い位置についている。そのため、両車が並走している場合に、テールランプの高さで

距離を判断しようとする時、大型車の走行位置が普通車の走行位置に比べて遠くに感じる。

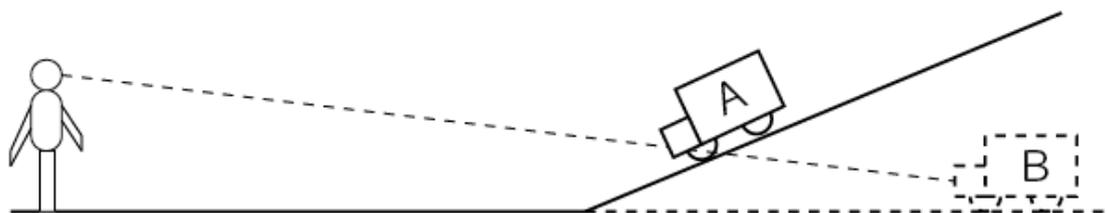


図 5.3. 坂道を下りながら接近する車のライトの位置.

[対策]

1. 夜間の車の姿がもっとよく見えるようにする。たとえば、ネオンで派手に飾ったトラックなどは大型車であることがわかりやすく、距離を知覚するという観点からは好ましいものである。
2. 路面からヘッドライトまでの高さを、車の大きさによらない一定値に法的に定めることができるなら、そうするのがよい。
3. 夜間の車の大きさをはっきり認識できるようにする。大型車であることを後方から認識できるようなランプを追加する。視認性の高い反射板などで距離感を見積もれるようにする。

## 6. 速度の錯視

### [現象]

トンネルを抜けた直後のドライバーにとって、自分の車のスピードが実際より遅く感じられる。

### [理由]

走っている車から見たとき、近くの景色（トンネルの壁など）は網膜上で速く流れるが、その速さに目が順応すると、トンネルを出たあとの遠くの景色がゆっくり流れるために、自分のスピードが遅く感じられるのであろう。

### [対策]

1. トンネルを出た後、トンネルの壁に対する速度の順応が消えるまで、急カーブや高速からの出口は作らない。

## 7. 左右を逆に感じる錯視

### [現象]

見通しの悪い十字路の交差点に設置された二つのコーナーミラーに写る車が、右から接近しているのか左から接近しているのかを逆に感じる。

### [理由]

図 7.1 は実際の道路に設置された二つのコーナーミラーである。右のコーナーミラーは左の道を写し、左のコーナーミラーは右の道を写している。その結果、右の道を接近してくる車は左側のコーナーミラーに写り、左の道を接近してくる車は右側のコーナーミラーに写る。そのため、漫然と眺めると、車がどちらから接近しているのかを逆に感じてしまう。



図 7.1. 十字路に設置された二つのコーナーミラー（岐阜県高山市において杉原が撮影）

### [対策]

図 7.1 を撮影した方向からこの交差点へ侵入する車に対しては、コーナーミラーの向きを逆にすればよいように思う。しかし、実はこの交差点には手前の角も含めて 4 つのコーナーミラーがすべて交差点の中央を向くように配置されており、4 つの方向から進入する車に

対して情報を与えている。そのために、単純にミラーの方向を変えるだけでは対策にはならない。

[補足]

左右を逆に感じる危険性はほかにもある。次の二つはその代表的な状況である。

(1) バックするためにうしろを振り向いたドライバーに対しては、顔に関する左右と体（特に足）に関する左右が物理的に逆になる。このことが、ブレーキとアクセルの踏み間違いの遠因の一つになっているかもしれない。

(2) 車の後部の外側にうしろ向きにつけたカメラの映像をドライバーの正面に写し出すバックモニターは、ドライバーの体にとっての左右と、モニター画面の中の左右が逆になる。これもハンドルをどちらに切ったらよいかを迷わせる危険性をもっている。

## 8. トンネル入り口におけるテールランプとブレーキの錯視

### [現象]

トンネル入り口において、ヘッドライトを点灯すると、後方車がブレーキを踏んでしまう。このブレーキの誘発によって渋滞が生じている。

### [理由]

トンネル入り口において、ヘッドライトを点灯したとき、テールランプが点灯する。後方車からみると、このテールランプが点灯することによって、前方の車がブレーキを踏んだと感じてしまい、車間距離が近い場合には、後方車はブレーキを踏んでしまう。



図 8.1. 左図はライトによるテールランプの点灯でありブレーキによる減速はない。一方、右図はブレーキを踏んだ際のテールランプの点灯である。左図のテールランプの点灯をブレーキを踏んだことによる点灯だと認識してしまい、後続車は誤ったブレーキを踏んでしまう。(東京都内において友枝が撮影)

### [対策]

1. ブレーキはハイマウントストップランプで判断するように心がける。
2. 車間距離を空けて走行する。
3. ヘッドライトによって点灯するテールランプをブレーキ時に点灯するブレーキランプと異なるものにする。

## 9. 歩行者を見やすくするために引っ込めた壁

図 9.1 の平面図に示すような駐車場がある。この図に示すとおり、歩行者用出入口が車室一つ分に近い幅で作ってある。

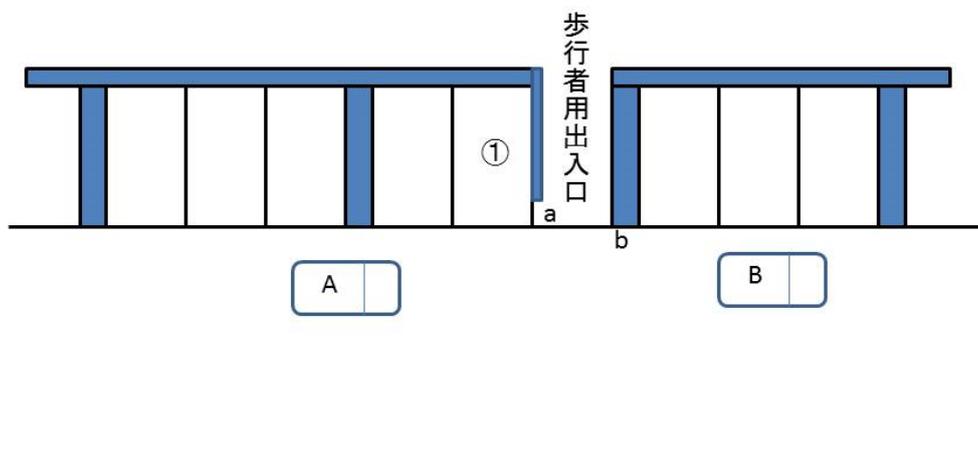


図 9.1. 駐車場の平面図.

それを正面から見ると図 9.2 のとおりである。この出入口は、左側通行で駐車場内道路を走る車のドライバーから歩行者を見やすくするために、壁 a が引っ込んでいる。

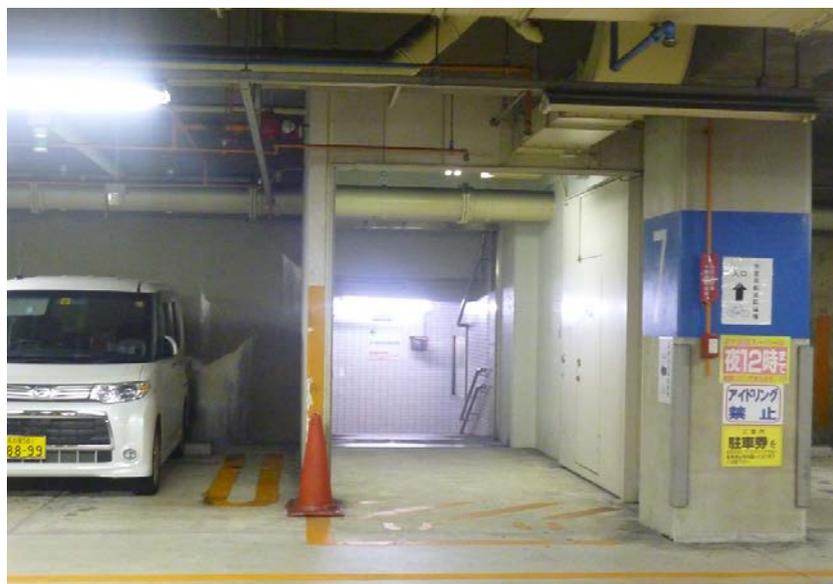


図 9.2. 駐車場の途中に作られた歩行者用出入口。左の壁が右の壁より引っ込んでいる。その壁には車がぶつかった傷がたくさんついている。(名古屋市において杉原が撮影, 図 9.3, 9.4 も同様.)

この壁の端にバックで入った車がよくぶつかる。その理由は次のとおりだと想像される。図 9.1 の A の位置のドライバーが空の車室①に車を入れようと決め、B まで進んでバックで入れようとする場合を考える。A から見たときは図 9.3 に示すように歩行者用出入口が見えているが、B から振り返ってみたときには、図 9.4 に示すように歩行者用出入口の壁 a が見えない。そのため、空の車室①が壁 b の隣りだと勘違いしてバックし、壁 a にぶつけてしまうという事故が起きやすい。

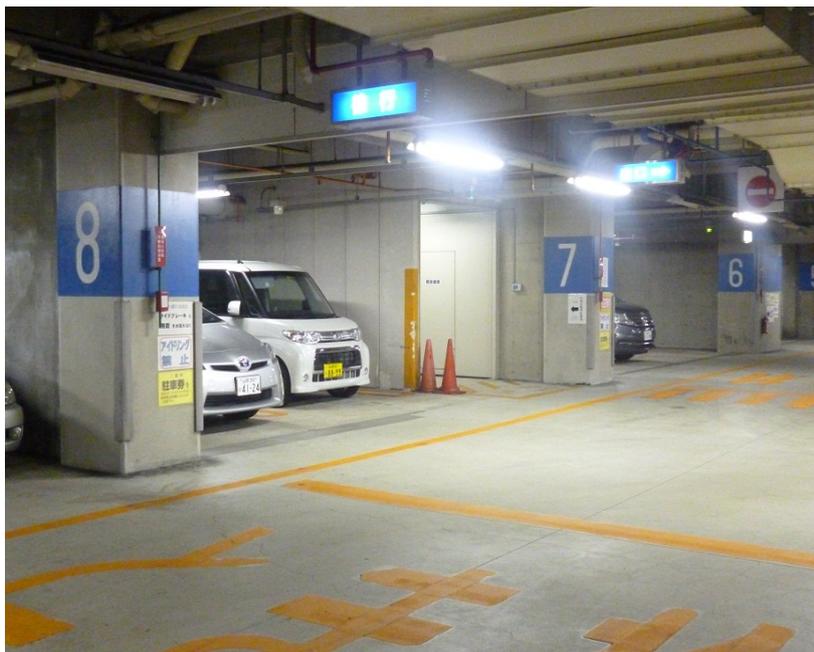


図 9.3. 左側通行で走る車のドライバー付近から、歩行者用出入口をみたところ。

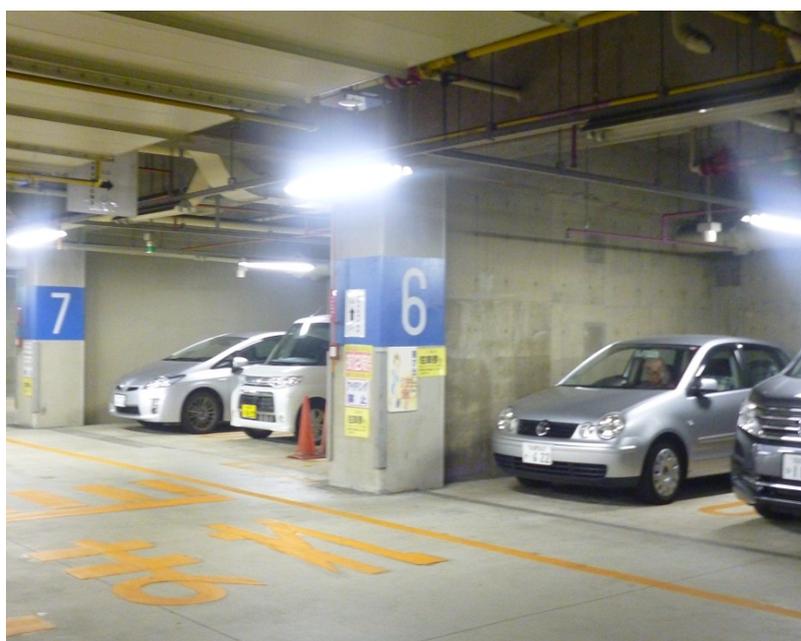


図 9.4. 歩行者用出入口を、通り過ぎて停止した車から振り向いてみたところ。

[対策]

引込んだ壁 a があることが思い出せるようなものがあるとよい。たとえば、壁 a を壁 b の位置まで前へ出した場所に、天井から目立つひもを垂らすなどでもよいかもしれない。

## 10. 柵の構造による死角

### [現象]

図 10.1 の楕円で示した柵のように、柵を横から見ると向こう側が多く見えるので、近づいてくる車両がいればわかるが、交差点に近づくと、図 10.2 に楕円で示したように、柵を斜め方向から見ることになり、柵の向こう側の様子が見えなくなる。

遠方で車両がないと確認した場合でも、交差点に近づくと接近車がいることがあるが、その確認ができず、遠方の認識のまま交差点に進出し出会いがしら事故が起こる。



図 10.1 交差点手前から見た様子（東京都内で友枝が撮影，図 10.2，10.3 も同様）



図 10.2 交差点に近づいた位置から見た様子。接近車がいるにもかかわらず、柵が死角を作り、確認ができない。



図 10.3 接近車両が交差点に入る直前の様子。この交差点において出会いがしら事故が多い。この写真の位置からであれば車両が確認できるが、交差点に近づくと、車両下部がすべて隠れることから、車両の接近を確認できない。

[対策]

- 柵の棧を細くする，棧の数を減らす，縦棧よりも横棧を基調とするなど，見る方向が変わっても視認性の低下を抑えるような棧に変更する。
- 柵ではなく，透明のボード等，透過性のあるものにする。

## おわりに

交通事故につながりかねない錯視現象・視覚効果を、気づく範囲および想像できる範囲で列挙した。十分な学術的考察を経ていないものがほとんどであるが、現段階でこの冊子をまとめたのは、このような情報をできるだけ多くの関係者で共有し、交通事故という重大な社会損失を減らす努力に資することが重要であろうと考えたからである。

本冊子がきっかけとなって、関係各方面の方々との議論や検証の協力が進み、それぞれの錯視現象と事故の関係をより精密化して事故防止対策に寄与できることを願っている。

## 謝辞

私たちは、錯視の研究を行いながら各方面の方々と情報交換をしていく中で、交通事故と錯視の関係の重要性を次第に認識するに至った。この間、多くの方々のお世話になった。JST「数学」領域アドバイザー 高橋理一氏、上海日本人学校 大橋洋一氏、元総務省 大野博見氏、名古屋高速道路公社 浅野哲男氏、名城大学 若林拓史氏、デジタルハリウッド大学 羽倉弘之氏、タイムズ24株式会社 休場清佳氏、青木新二郎氏、北川大輔氏からは直接に情報をいただいたり、議論していただいたりした。ほかにも、道路のマーキングについて実験していただいた東京都世田谷警察署の方々、道路のマーキングと錯視について多くの情報をいただいたマスコミ関係者の方々、私たちのプロジェクトが運営する錯覚美術館に来館されて情報をいただいたり議論していただいた多くの方々に、ここに深く感謝申し上げます。

## 参考資料—錯視の積極的利用

道路においては、錯視を積極的に利用して交通安全に寄与しようとする試みもある。ただし、錯視を利用するという事は目をだますことであり、本当に安全に貢献できるかどうかは不明な部分も多い。本来は環境を正しく認識することが安全の確保につながるはずで、錯視の利用はそれとは逆の方向である。したがって、ここでは、それがよいかどうかの評価はしないで、とにかく現在使われているものを列挙するにとどめる。

### 1. アナモルフォーシス

走行中の車の運転席から読みやすい字を路面に書こうとすると、縦に長く伸ばした字で書かなければならない。斜め方向から特定の見方をしたときだけわかりやすく見える図形の描き方はアナモルフォーシスとよばれる。正面から見ると見にくいものが、ある見方をすると見やすくなるので、広い意味での錯視に属す。これは、ドライバーにメッセージを送るためには適確な錯視の利用といえよう。

### 2. イメージバンプ

路面にブロックのような立体の絵を描き、それを見たドライバーが、本当の突起があると勘違いして（あるいはあるかもしれないと警戒して）スピードを落とすことを期待するという絵の利用法がある。このような絵はイメージバンプとよばれる。

これは、通る人がいったん知ってしまうとその人にとっては効果がなくなる。また、このような絵が普及すると、本当にブロックが置かれているのに絵だろうと想像して車を乗りあげ、ハンドルをとられる危険性もある。

ひし形などの図形とその影を路面に描いて、図形が道路から浮かんでいるような印象をドライバーに与えようとする試みもある。注意喚起が目的のようだが効果は不明である。

### 3. くり返し模様の間隔の操作

高速道路の路面やトンネルの壁に、進行方向へ向かって間隔がだんだん狭くなるように模様を描き、ドライバーがスピードが増したように感じることを期待するという絵の使い方もある。首都高速道路埼玉大宮線美女木ジャンクション付近に設置されたオプティカルドットがその例である（図A1）。

なお、網膜上での図形の動きの速さが同じでも、図形同士の間隔が狭いと速く動いていると感じることが最近わかってきている。



図A 1. オプティカルドットが施工された路面【提供：首都高速道路】

#### 4. 車線の内側の斜め線

車道の車線を示す線の内側に斜めの線を並べるとい路面図形がある。これは車が走る場所をわかりやすく誘導する、あるいは車線の幅を狭く感じさせてドライバーに警戒を促すためだと言われている。これがあると、ドライバーにとって走りやすいという効果はあるようである。



図A 2. 平行四辺形を並べた路面図形（撮影山口）

## 5. 減速マーク

交通場面には減速マークが多く用いられている。

世界初のマークはイギリスで施工された横一直線のものと言われている。日本でも複数のパターンが警察庁の設置指針によって設置されている。実際の効果では、減速効果があるという報告が多い。

## 6. メロディロード (wikipedia 抜粋)

アスファルト上に溝を道路横断方向に設け調整することで、車両走行時に発生する舗装とタイヤとの接触走行音によってメロディーを奏するというもの。安全な速度など、指定速度どおりに走ることにより、ちょうど良いテンポでメロディが鳴るように設計されるため、速度超過を抑制する効果がある（減速効果）。一方、騒音の発生源ともなりうるため、市街地への導入は適当ではない。

本冊子をまとめるに当って，議論に参加したメンバー

植田 一博 (東京大学)  
小野 隼 (明治大学)  
北岡 明佳 (立命館大学)  
小林 奈央樹 (日本大学)  
杉原 厚吉 (明治大学)  
竹澤 智美 (立命館大学)  
對梨 成一 (立命館大学)  
友枝 明保 (明治大学)  
谷田川 達也 (東京大学)  
山口 泰 (東京大学)

発行 2013 年 7 月

JST, CREST 数学領域「計算錯覚学の構築」チーム  
(リーダー 杉原厚吉)

連絡先

〒164-8525 東京都中野区中野 4-21-1

明治大学先端数理科学インスティテュート

錯覚と数理の融合研究プロジェクト

杉原厚吉 (明治大学大学院先端数理科学研究科) kokichis@isc.meiji.ac.jp

友枝明保 (明治大学研究・知財戦略機構) atom@isc.meiji.ac.jp

