

タイトル 遅刻する生徒から分かる、道路の渋滞学
～偶然に見える渋滞も、科学的に解明できる！～

高校1年 C 組 30 番 名前 中野 裕

指導教諭指名 青砥 学 先生

目 次

I はじめに

II そもそも渋滞とは

III 「見える」渋滞の原因

(1) その道路は交通量にあっているのか

(2) 具体的原因① ～合流地点～

(3) 具体的原因② ～交差点～

IV 「見えない」渋滞の原因

V 渋滞ゼロの未来へ向けて

VI 執筆後感想

遅刻する生徒から分かる、道路の渋滞学

～偶然に見える渋滞も、科学的に解明できる！～

高校1年C組30番 中野裕

I はじめに

バスの遅延って多いなと思ったことはないだろうか。事実、11月30日(月)から12月11日(金)の平日10日間で二子玉川8:23分発のバスは10日中9日で13分以上の遅延を抱えて都市大前に到着している。ではなぜ、二子～成城のバス(以下、玉07)、がほぼ毎日遅延を抱えてしまうのか。それは、玉07が走る道路に慢性的な渋滞がおこるメカニズムがあるのでは、と考える。本論文では、渋滞の基礎知識を学び(II章)、実際の路線、玉07系統を参考にした「見える」渋滞の原因(III章)と「見えない」渋滞の原因(IV章)を分析したうえで、未来の渋滞ゼロに向けた解決策の提案(V章)をしていく。

II そもそも渋滞とは

渋滞とは交通施設の能力を超える動体の流入によって、走行している車同士の間安定して走行できるスペースがなくなり、移動速度が遅くなってしまうことで起こる。とくに、大量の動体の流入が起こりやすいのは、渋滞スポットとしても有名な交差点や合流地点である。最近の研究では時速80kmの車が車間距離40m以下のペースで走っていると渋滞が起こる直前であるといわれている。この状態をメタ安定状態と呼ぶ。メタ安定を日本語に直訳すると準安定となるがニュアンス的には「不安定な安定状態」となる。つまり、安定はしているがとても不安定で、何かの拍子にすぐ崩れてしまうような状態である。メタ安定状態は渋滞に限らず、例えば0度を下回っているのに凍っていない液体や、100度を超えているのに沸騰しない熱湯などがそうである。もちろん0度を下回っているとき、本来は凍っているはずなので、水にとってはとても不安定な状態になっていて、振動を与えるなどの何かの拍子に一瞬で凍ってしまうということも起きる。人間が操作している車ならなおさらメタ安定状態は崩れやすく、結局は長くて十分も持たず渋滞になってしまう。

(図1) つまり、渋滞の大きな要因は

- ① 車の量が多くなり、車間距離が狭まる。
- ② 信号機や工事現場などによって車の流れが滞り、車間距離が狭まる

の二つであり、車間距離が狭まるとメタ安定状態が崩壊して渋滞に陥ってしまう。では、どうすれば渋滞を解決または軽減できるのか。



図1 渋滞発生時の基本的な原理

III 「見える」渋滞の原因

ここからは実際に僕が通学で使っている路線である玉07系統をもとにして、渋滞の原因と解決法を探っていく。ちなみに玉07系統は二子玉川と成城学園前を結ぶ路線で、二子玉川付近はもちろん途中で二回の合流とかなりの信号を挟む。さらに通行量も多く、加えてバスが満員に近い乗車率であるため、停留所での乗車・降車に時間がかかってしまい、バス停も道路脇にそれる専用のものではないため、バスの後ろに車が詰

まってしまうことも多々ある。結果、日中は所要時間 30 分程度の路線であるのに対し、朝や夕方、土曜の昼などは 40 分から長いときは 1 時間以上かかってしまうこともある。

(1) その道路は交通量にあっているのか

先ほども述べた通り、当たり前なことではあるが渋滞の一番の原因は、車が多いことである。高速道路の U ターンラッシュなどはよく耳にする言葉だが、爆発的な量の車が高速道路に侵入することによって、高速道路の能力を超えてしまっているのである。のちの合流地点の話ともかかわってくるが、交通量過多による渋滞の解決法はただ一つ、車の量を減らすことである。ではどうやって車の量を減らせばいいのか。最近、高速道路リニューアル工事のお知らせなどと題してネクスコが交通規制の起こる時間と場所を伝える CM を放送していたり、「渋滞を避けるために公共交通を利用しましょう」などのアナウンスがバスで流れたりする。



図 2 実際に福岡で導入されている接続バス

この告知による効果がどれくらいのものなのかはわからないが、私は告知以外にも、混む道路を避けて行ったり、自家用車ではなくバスを使ったりすると、**割引などが行われる**ようにすれば、さらなる効果が得られるのではないかと考える。これ以外にも、大量のバスで道路を埋め尽くすことを防ぐため、一車両で普通のバスよりも多くの乗車人数が確保できる**接続バスの導入**(図 2)や、バスの**路線自体を迂回**させることなども効果的であると考え。実際に後者の道路の迂回は、玉 07 の二子玉川近辺で、朝の時間帯に行われて

いる。しかし、道路を迂回しても遅延が発生してしまう玉 07 には、まだまだ遅れるポイントがあるので、次の節から具体的に見ていこう。

(2) 具体的原因① 合流地点

合流地点は言わずとも知る渋滞ポイントである。そして合流といえば、2 本の道路から 1 本の道路に合流する部分だけが混むと思われがちだが、1 本の道路から 2 本の道路に分岐する方向でも渋滞が起りやすいのである。では、二子玉川緑地前バス停～吉沢バス停の地図を見てほしい (図 3)。ここでは、下の本線側は二子玉川手前で 3 線に分岐するため、そこまで混雑しないが、上の中吉通り側が混雑しているため、そちらに分岐する車が侵入することができない。さらに中吉通りへ合流する車が流れを止めてしまうため、慢性的な渋滞になってしまう。次に、合流する方面についても見ていこう。上の中吉通りから合流する信号の時間が短くなっていることで、中吉通りからの合流は一度に 4, 5 台程度しか合流できない。また、下の本線の成城方面も混雑しているため、中吉通りからの合流はさらに難しくなっている。また、二子成城を結ぶ道路の特性上、混雑の逃げ道がなく、この混雑は次の節で紹介する砧中学校下まで続いてしまう。

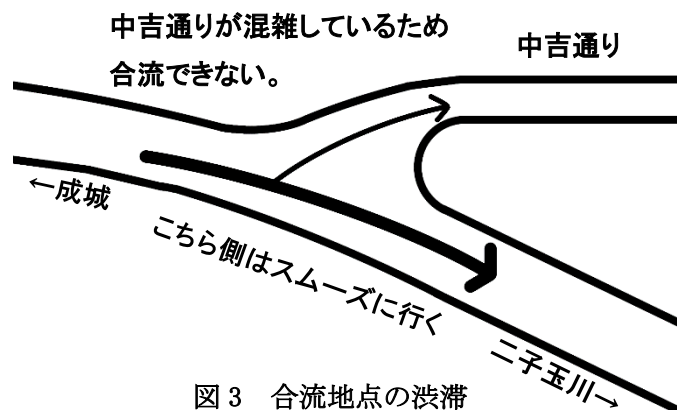


図 3 合流地点の渋滞

玉 07 路線図 二子玉川→緑地前→吉沢→砧中学校下→都市大前→成城駅

(3) 具体的原因② 交差点

交差点は、車の流れを止めるという点では、渋滞の一番の原因であるといえる。しかし、ある程度信号で流れを止めることによって、信号の前後でスペースが空き、渋滞が少し緩和される可能性もある。逆にこの節では、交差点によって渋滞がひどくなってしまいうパターンを紹介しよう (図4)。図の中央を左右に走る道路に下から二子玉川からの道路が、上からは成城の住宅街からの道路が合流している。左右に走る道路 (①・②) は、最終的に渋谷まで行くため、かなり交通量が多く、片道2車線の大きな道路になっている。もちろん混雑も激しい。この道路に二子玉川からの車が合流するときに滞ってしまっ渋滞してしまうのは、前の節で見た中吉通りから本線への合流と同じことが起こっている。しかし、ここで激しい混雑が起こってしまうのには大きな理由がある。それは交通量の多い、二子玉川 (③) →成城方面 (②) の道路が右折であることである。日本の道路は左側通行であるため、右折する車は住宅街から来る車を待って右折しなければいけない。この交差点では左折・直進と右折のタイミングを信号を分けて対応しているが、そのためにさらに時間がかかってしまうのである。また、

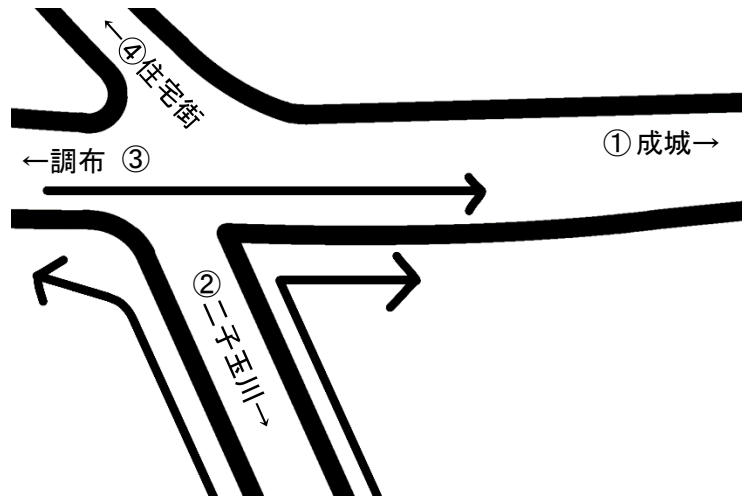


図4 交差点の配置による渋滞

その手前にある信号を含めた図5を見てほしい。図3の交差点の信号の手前の信号 (⑤) がある。この信号の手前では三車線になっていなく、この信号を超えた後に三車線になっている。どういことかという、この信号では1の量の車しか入れないが、それを過ぎると三車線になるため、⑤の信号以前は混んでいるのにそのあとの三車線部分は空いているということが良くある。この場合は、⑤の信号のすぐ手前に信号機があるため、この二重状態を解消すれば、無駄な信号による足止めを減らすことができると考える。

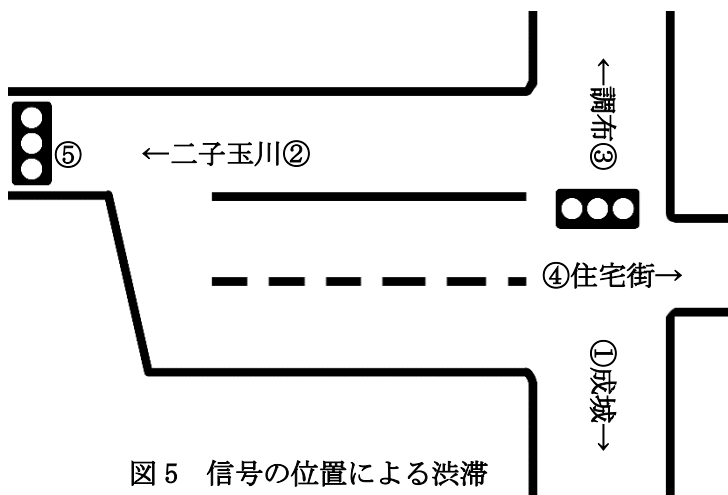


図5 信号の位置による渋滞

IV 「見えない」渋滞の原因

よく、合流も癖のある信号もないのに渋滞が発生している場合がある。ここでは、普通は気づくことができない、気づけないからこそ渋滞が起こってしまう原因を紹介しよう。それが「サグ部」と呼ばれる部分である。サグ (Sag) とは、たわみという意味である。もちろん道路がたわんでいるわけではなく、たわんでいるくらいの緩い坂である。具体的には100m走るとに1m上がるくらいというかなり緩い坂である。そのため、ほとんどの人は気づかない。普通の人坂道に差し掛かれば、速度を落とさないようにアクセルを踏むが、サグ部ではその存在に気付かないため、知らず知らずのうちに速度が落ち、渋滞の種になってしまう。この対策のためにサグ部の手前に看板を設置するなど (図6) の取り組みがなされている。



図6 サグ部に設置されている看板¹⁾

1) チューリッヒ保険会社サイトより

https://www.zurich.co.jp/-/Media/jpz/zrh/car/useful/guide/cc-highway-traffic-jam/img_re/cc-highway-traffic-jam_img_007.jpg

V 渋滞0の未来へ向けて

渋滞は偶然おこるものではなく、必然的に起こるものである。玉07でも、交通量が多い二子玉川から抜けていく車の多さ、それによる合流地点の混雑、信号の間隔が短すぎるために適切な車間距離が保てなくなることや、車が多く通る肝心なルートが右折になっていることなど様々な要因が重なり合って遅延が発生している。ただ、渋滞の解決には、正攻法がなく、周りの土地の状況や走るバスの混雑具合、信号の時間など全く同じ道路など存在しない。そのため、それぞれの道路にあった解決法をとるべきである。そこで私は、車の流れよりも変えやすい人の流れに着目し、以下の解決法を提案する。

- ① バスが率先して混雑する道路の迂回…ただし、沿線住民の理解が必要。
- ② 自家用車の代わりにバスを利用した人に対する割引やクーポンの付与…特定の期間での割引など。
- ③ 接続バスを導入し、代わりに本数を減らす…実質的な乗車人数は変えないまま、バスの数をへらし、バス停などで発生する遅延を軽減することできるため有効であるとする。

しかし、前者の割引にしても、後者の接続バス導入にしても、バス会社への負担が高すぎるため、国と会社が一体になって特に問題になっている道路への対策を施す必要があると考える。また、道路における対策として、以下の3つを提案する。

- ① 適切な信号の設置…図5における二重状態の解消など。
- ② 歩道橋などの設置による信号の撤去…環状線などでみられる。
- ③ 迂回道路や交差点における立体交差の開通…環八と世田谷通りが交差する三本杉付近で環八を立体化している（図7）。



図7 三本杉付近での立体交差
上が環八で、下が世田谷通り

VI 執筆後感想

私はこの論文を書くまで、渋滞がただただ面倒くさいものであると思ってきた。しかし、冷静になって改めて渋滞の原因（道路の形・流れ込む車が来た道・信号の時間）などを探ってみて、渋滞は面白いな、と思うようになった（渋滞することは望ましくないが）。また、国が渋滞をそこまで問題視していないという現状もあるため、まずは、時差通勤などの一人一人の継続的な対策が必要だと感じた。僕も遅延に巻き込まれないために、もう少し余裕をもって家を出ようと思う。

参考文献・参考資料

◆西成 活裕 「渋滞学」新潮選書 2006年発行

◆チューリッヒ保険会社サイト 最終閲覧日 2020年12月3日

https://www.zurich.co.jp/-/Media/jpz/zrh/car/useful/guide/cc-highway-traffic-jam/img_re/cc-highway-traffic-jam_img_007.jpg

◆国土交通省 効果的な渋滞対策の推進 最終閲覧日 2020年1月4日

<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-perform/h18/07.pdf>