# 国 土 ・ 交 通 計 画

第10回

交通流理論

丸山 喜久



## 交通渋滞と交通容量

前後区間と比較して相対的に交通容量の低い道路区間

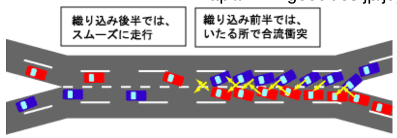
隘路(あいろ)

交通容量上のボトルネックにその地点の交通容量を超える交通需要が流入しようとするときに、ボトルネックを先頭にしてその上流区間に生じる車両列(渋滞車列)における交通状態(待ち行列)

観測地点が交通渋滞状態になると、その地点で観測される交通量は下流の

に等しく、交通需要とは一致しない。

http://www.geocities.jp/jdy07317/




ボトルネックの例

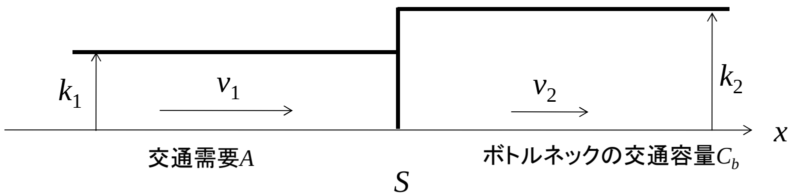
1)
2)
3)
4)
5)

渋滞メカニズムの解説

http://www.driveplaza.com/traffic/jyutai/jyutai_hassei/jyutai1-1.html



## ショックウェーブ(衝撃波)理論にもとづく解析




時刻$t$のうちに境界面$S$を横切る車の数を$N$とすると

したがって,



## ショックウェーブ(衝撃波)理論にもとづく解析

例えば, 片側2車線の都市高速道路を想定する

$$q = -0.4(k-100)^2 + 4000 \quad (1)$$

$$C_b = 2310 \quad \text{[台/時/2車線]}$$

通勤ラッシュ時の交通需要をA=3000[台/時/2車線], そのときの交通密度を$k_1$とすると

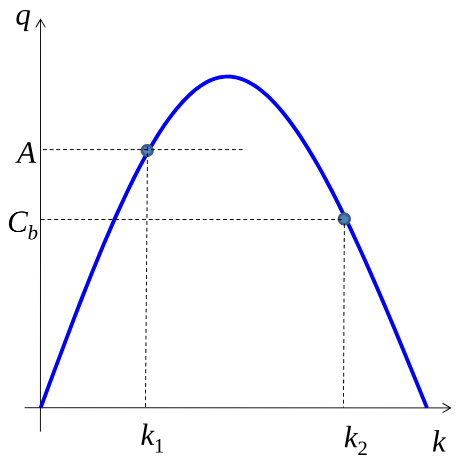
(1)より, [台/km/2車線]

下流ボトルネック交通容量$C_b$に対する交通密度を$k_2$とすると

(1)より, [台/km/2車線]

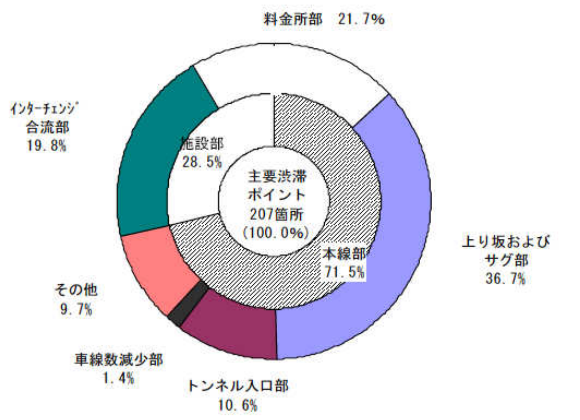
$$u_{sw} = \frac{A-C_b}{k_1-k_2}$$ なので,

[km/時]



# 高速道路単路部での渋滞

交通工学ハンドブック




**図−4.9.1** 高速道路の渋滞発生個所（2004 日本道路公団，年間渋滞回数 5 回以上の主要ボトルネックの中で平均最大渋滞長 2 km以上あるいは渋滞回数 30 回以上を対象）
注：2004 年時点の ETC 利用率は約 15〜20%



# 交通流理論

道路交通流の諸現象を数学的あるいは物理法則に則って記述するもの

traffic flow theory

交通流の基本諸量の統計的特性を確率分布として記述するモデル
横断待ち，追い越し待ち，信号待ちなどの各種の待ち合わせモデル
queueing model

交通流を圧縮性流体とみなし，連続方程式と運動方程式によって交通流の諸問題を記述する流体力学的モデル hydrodynamics and kinematics model
追従走行中の1台，1台の車の挙動を運動方程式によってモデル化した追従理論
car-following theory

traffic simulation

実際の道路交通の相似の模型をコンピュータ内に構築して模擬実験を行う



# 交通流の確率統計的性質

車の到着分布　道路上のある地点を単位時間中に通過する車の台数分布

交通量が少なく比較的すいた状態の交通流では，ほぼ自由流とみなせるので，

として知られている

がよく適合するとされている

今，ある道路地点を$t$時間中に$x$台（ただし$x \geq 1$）通過する確率を$P_x(t)$とおく

$T+\Delta t$時間に$x$台通過する確率$P_x(t+\Delta t)$は，車の通過を独立事象とみなせば

$$P_x(t+\Delta t) =$$

$\Delta t$を，車が1台しか通過できない程度の微小時間とみなせば，

したがって

$$P_x(t+\Delta t) =$$



# 交通流の確率統計的性質

この道路の平均交通量を$\lambda$とすると，T時間観測中には　　　台通過する

このTを$M$個の微小時間$\Delta t$（=　　　　）に区分し，$\Delta t$中に1台しか車が通過しないとすると

$P_1(\Delta t) =$　　　　　$P_0(\Delta t) =$

以上より，　$P_x(t+\Delta t) =$

$$\therefore \quad \frac{P_x(t+\Delta t) - P_x(t)}{\Delta t} = -\lambda P_x(t) + \lambda P_{x-1}(t)$$

$\Delta t \to 0$とすると　　　　　（$x \geq 1$）

同様に$x=0$のときは

初期条件 $P_0(0) = 0$ を用いて順に微分方程式を解くと

$P_x(t) =$　　　　　$\bar{x} =$

# 交通流の確率統計的性質

車頭時間分布

個々の車の車頭時間間隔が平均$1/\lambda$の指数分布に従うものとする

時間間隔$(0,t)$にk-1台の車が通過する確率は $P_{k-1}(t)=$

時間間隔$(t,t+\Delta t)$に1台の車が通過する確率は　　なので

したがって，k台目の車が通過するまでの時間分布の確率密度を$f(t)$とすれば

$\therefore \quad f(t)=$　　の確率密度関数

$P(h\geq t)=$　　の確率分布関数



# 交通流の確率統計的性質

速度分布　車の速度分布に適合するものとして次の2つの分布が挙げられる

normal distribution

平均

分散

log-normal distribution

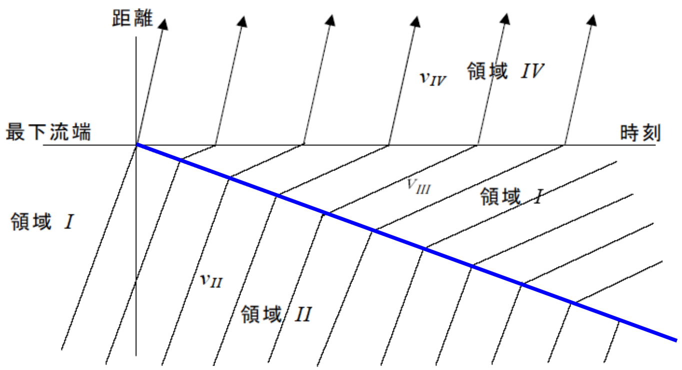
平均

分散



# 流体モデル　ショックウェーブ理論

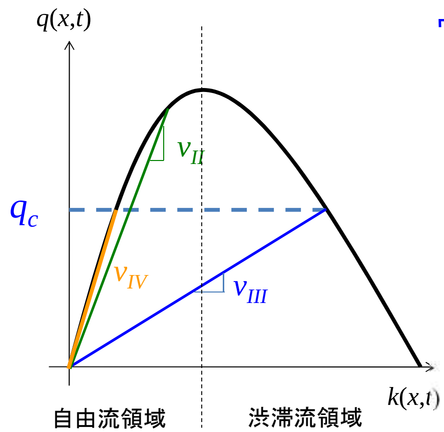
今，交通容量$q_{max}$の均一な道路区間の最下流端で異常事象(道路工事、事故など)が発生したため，この地点の交通流率が$q_c$となったとする



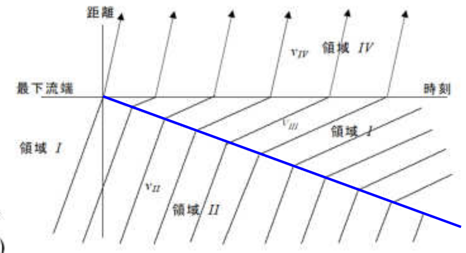

交通工学ハンドブック

交通状態を表す各領域が時間とともにどのように変化していくのかを解析する理論

# ショックウェーブ理論



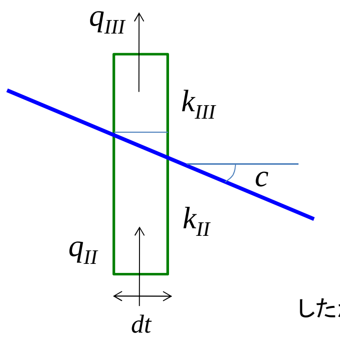

ウェーブ速度　$w(x,t)=$



# ショックウェーブ理論

異なるウェーブのぶつかるところ　**交通量保存則**

ショックの軌跡




$\therefore$

したがって，

$c =$