

交通事故解析の一つの考え方

大阪市立大学 工学部 正員 三 瀬 貞

大阪市立大学 大学院 学生員 川 崎 雅 文

大阪市 土木局 正員の村井 哲夫

1. まえがき

社会現象を論じようとする場合、その社会と一つの系とする熱力学的立場で平衡状態を想定することができる。交通事故の発生にはいくつかの要因が存在し、それらの組合せが原因となって誘発されるものと考えられている。その発生確率は極めて小さいものであるが、ある地域を系として、その系に経済的、社会的な力が作用する結果として交通がなされ、事故が発生するというような交通現象が生じると考えられる。それらの力を活動エネルギーとすると、エネルギー保存という熱力学的な法則より莫のエネルギーの放出、すなわち交通事故の発生が論じられる。このような想定のもとに交通事故解析の一つの考え方を提示し、道路交通安全性を評価しようとするものである。

2. 解析の考え方

図-1において運転者は道路交通環境の状況である生理的、心理的状态にあり、これを事故が発生する前の初期状態(状態Ⅰ)とする。また状態Ⅱを事故が生じた状態とする。事故が発生するということは、何らかの外力 P が作用して系が状態Ⅰより状態Ⅱに遷移するわけであるが、このことは外力 P が作用して状態Ⅰのエネルギーレベルが上昇し、状態Ⅱのエネルギーレベルが下降して ΔF というエネルギー差が生じたことによるものである。事故が確率的なものであるということは、 ΔF なるエネルギー差にかかわらず状態Ⅰ→状態Ⅱに系が変化しようとするとき障壁となるポテンシャルの山が存在するものと考えられる。このポテンシャルの山の状態を越えなければ、たとえ状態Ⅰ→状態Ⅱという傾向をもっていても状態Ⅰ→状態Ⅱという系の変化は実現しない。この状態を遷移状態(Transition State)と呼び、状態Ⅰとの間のエネルギー差を克服エネルギー ΔF^* とよぶことにする。このエネルギーがなければたとえ状態Ⅰと状態Ⅱとの間に ΔF なるエネルギー差があっても状態Ⅰ→状態Ⅱという変化は生じない。すなわち交通事故は発生しないという意味で、事故誘発エネルギー(Activated Accident Energy)とよびてよりであるとし、心理学的にいういさ値に対応している。

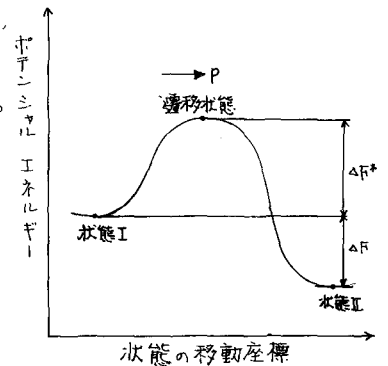


図-1. エネルギー障壁

3. 解析の方法

いまある道路区間上を車両が走行している状態について考える。状態Ⅰは事故が生じる前の運転者の生理的、心理的条件、あるいは車両条件、天候といった外的条件のもとに走行する状態で、これらを走行挙動として総合した形である走行状態のエネルギーポテンシャルをもっている。いま車両が走行状態Ⅰエネルギー ΔF をもつとき、たとえば運転者の心理に何か特別な影響を与えるような外力が作用して、そのエネルギー状態よりさらに

ΔF^* だけ高いエネルギー状態に達したとき、すなわち状態Ⅰ→状態Ⅱの遷移状態に達したとき、ある確率をもって状態に変化が起る。すなわちある確率をもって事故が発生すると考えることができる。このことは ΔF の初期状態のエネルギー差のとき、 ΔF^* はエネルギー状態の発生が、事故の発生確率と同義であることを示している。

いまある期間におけるその道路区間での事故の発生確率を r とすると、遷移状態が統計力学的に $K = A \sum e^{-\Delta F_i^*/kT}$ と記述できるので、 $r = f(\Delta F^*, T)$ なる関数として表わすことができる。ここに、 K ；状態Ⅰと状態Ⅱの平衡係数、 T ；交通量、 i ；車両の番号、 k 、 A ；定数。そこでこれを $r = \alpha T^n e^{-\Delta F^*/T}$ (1) で表わし、事故発生確率を仮えは車種毎に r_{ij} ($j=1, 2, \dots, m$) に分けて式(1)の対数をとると

$$\ln r_{ij} = \text{const} + n_{ij} \ln T - \Delta F_{ij}^*/T \quad (2)$$

となる。しかって ΔF_{ij}^* を求めることが、この研究の一つの目標で、この作業は一般に理論的にはきわめて困難であるが、現象論的には実験、観測により容易である。

すなわち、式(2)は $(\ln r_{ij} - n_{ij} \ln T) = \text{const} - \Delta F_{ij}^*/T$ として n_{ij} を適当に仮定し、左辺と $1/T$ が直線関係になったときの直線の勾配が ΔF_{ij}^* である。

さらにこの研究の最大の目標は、その道路区間の安全性を評価すること、および道路環境条件とこの結びつきを明確にすることである。交通流における交通容量が車の流れ得る最大あるいは最適の量であるように、道路区間における安全性を評価するものとして、道路の安全容量というものを考える。それがいかなる外的環境条件の変化にかかわらずその道路区間の特性として固有のものであることより、その道路区間での交通の静止状態(車両の走行しなり状態)でのエネルギーと遷移状態のエネルギー差としてこれを定義すること

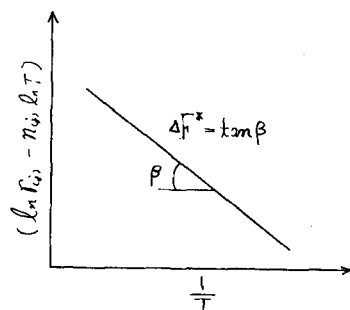


図2. ΔF^* の決定

かできるだろう。すなわち、 $\Delta F_i = \Delta F^* + \Delta F/2$ で、 ΔF は道路の安全容量である。 ΔF の決定についてはいろいろの考え方ができると思う。たとえば、車両の走行挙動は車両の調子、性能あるいは運転者の運転中の心理的な状況が総合されて車両という機械にメカニックスに写し込まれた結果とみることができる。それが事故の発生とどう結びついているかという若干の検討を必要とするが、走行状態のエネルギー・ポテンシャルとして ΔF を決定することは可能である。われわれが行なっている方法は、運転者の年齢、経験年数などを要因パターンとしていわゆる数量化理論によって ΔF を決定することである。

4. あとがき

交通事故解析の一つの手法として熱力学的な考え方を導入した。現在解析をいろいろしているが、その過程にはなおいくつかの解決しなければならない問題もある。しかしながら交通事故の実際的な解析方法としての見通しは得られたものと思われる。

参考文献：三瀬川、村井；交通事故の解析とその対策—交通事故解析の熱力学的接近—、第10回日本道路学会定例会論文集、1971、日本道路協会。