1999年度日本オペレーションズ・リサーチ学会
秋季研究発表会

PSA手法による交通事故の事故後シーケンスの表現と応用

01009680　東芝アドバンストシステム(株)　大内正俊　OHUCHI Masatoshi
01405310　東芝アドバンストシステム(株)　*沼田雅宏　NUMATA Masahiro
01506100　東芝アドバンストシステム(株)　平本経幸　HIRAMOTO Tsuneyuki
01002750　政策研究大学院大学政策研究科　大山達雄　OYAMA Tatsuo

1. はじめに

PSA(確率論的安全評価)は原子力発電プラントへの適用を通じてその安全性を定量評価する目的で開発・整備されたものであり[1]、化学プラントなど他のシステムの安全に関わる意思決定にも利用されている。

本稿では PSA を交通安全という社会的目標のために用いて、事故発生から病院での処置までの全体を鳥瞰し[2]、各種施策の効果の定量評価に役立たせられないか検討した。

2. 交通事故死傷者数

わが国には交通事故死に関する統計として、「24 時間死者」「30 日死者」「1 年死者」の 3 種類がある。「24 時間死者」「30 日死者」は警察庁資料に、「1 年死者」は厚生省資料に見ることができる。本稿では、数値がほぼ安定していること、関連施策立案に間に合う程度の迅速性を有すること、将来の国際比較のためを考え、「30 日死者」の統計を採用した。

わが国の「30 日死者」(事故後 30 日以内の死者数)は年間 11,000 人前後であり、減少傾向にある。その中で自動車乗車中の事故死はほぼ 40%を占め(図 1)、歩行中が約 30%、自動二輪乗車中と原付乗車中とを合わせて約 20%、自転車乗車中の場合が約 10%となっている[3]。

以下断らないかぎり、本稿では1995年のわが国全体の自動車乗車中の事故について考える。

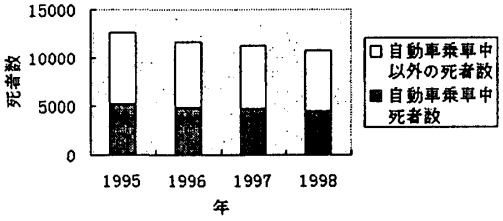

図 1 交通事故死数全体と内訳(30 日死)

3. イベントツリー図による表現

(1)イベントの選択

自動車乗車中事故犠牲者のたどる時間経過(シーケンス)をツリー図により表現した。分岐を与える以下のイベントのうち、最初のイベント I は死者重傷者数の合計を与える。自動車乗車中事故に対してはAからEまでのイベントが生死を分けるとして、それぞれの分岐割合(条件付き分岐割合)の数値を考えた。

I:死者重傷者数の合計
A:シートベルトを着用していたかどうか
B:現場状況として即死であったかどうか
C:適切な応急処置が受けられたかどうか
D:病院までの収容が短時間であったかどうか
E:病院での処置が有効であったかどうか

(2)シーケンスの定量化

死者重傷者数合計(I)とベルト着用割合(A)は[4,5]に拠った。死者重傷者数合計は約 3.1×10^4 であり、死者重傷者の平均のベルト着用割合は 0.48 であった。

即死割合(B)そのものの数値は公表されていない。しかし 30 日以内死者数の日毎のデータは入手可能であるので[5]、即死を 30 分以内の死であると定義して、即死者数を外挿して求め、即死割合を得た(図 2)。ベルト着用者非着用者の即死割合はそれぞれ 0.064、 0.18 という結果になった(約3倍の差がある)。外挿には対数線型式を仮定したが[6]、このため、即死者数を多めに想定してしまう可能性は残る。

なお、上記に関して、ベルト着用不明者数は全体の 4%程度あるが、これは着用非着用者数へ比例按分して扱った。

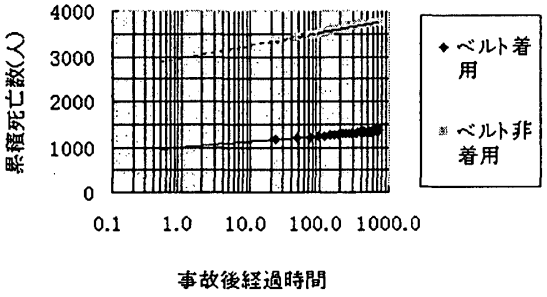

図 2　即死割合を求めるための外挿

応急処置割合(C)についてはデータがなく、本稿では判断値 0.05 とした。

収容時間(D)については、非許容時間を工学的判断によって定め、その非許容時間となる割合を事故通報から病院収容までの実績

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会. 無断複写・複製・転載を禁ず.

データ[7]から求めた。例として、ベルト非着用で応急処置を受けられなかった場合は 60 分を超過すると助からなく、その割合は実績時間分布から 0.03 となるとした。ただし、事故発生から通報までの時間についての全国に関するデータは見つかっていないので、その非許容時間に含まれるものとして考える。

病院での処置割合(D)についてもデータがないので工学的判断値を設定した。例として、ベルト着用で応急処置を受けられた場合、助からない割合は 0.01 であるとした。

4. 応用

(1)全国データに対する結果

死者重傷者数の合計 $3.1\text{x}10^4$ をイベントツリーに従って分岐させ、死者数 $5.0\text{x}10^3$、重傷者数 $2.6\text{x}10^4$ を得た(図 3)。実績数は死者数 $5.1\text{x}10^3$ 、重傷者数 $2.6\text{x}10^4$ であり、このようにほぼ合わせることができる。

支配的なシーケンスは即死に至るものであり、ベルト非着用が $2.9\text{x}10^3$ 、ベルト着用が $9.5\text{x}10^2$ 、計 $3.9\text{x}10^3$ (自動車乗車中死者全体の 77%)という結果となった。次に多いシーケンスは非許容収容時間となって死に至るものであり、4ケース合計して $6.6\text{x}10^2$ となっている。

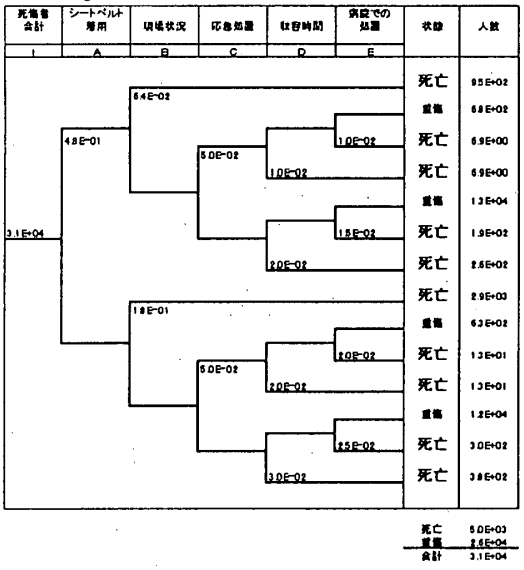

図 3 自動車乗車中事故死イベントツリー, 1995

同様の評価を 1996-1998 年のケースに対しても行い、ほぼ同様の結果が得られた。もちろん経年的な変動が見られるが、その分析は行っているところである。

(2)全国データに対する感度解析

死者重傷者のベルト着用率が首都圏並みの 0.65 であったとすると死者数は $4.3\text{x}10^3$ であったはずであるという結果となった。また死者重傷者のベルト着用率が 0.48 のままで例えばエアバッグ装備車が普及して即死割合が 0.016 まで低下していたとすると、死者数は $4.3\text{x}10^3$ であったという結果となった。死者重傷者のベルト着用率が 0.65 でその上に即死割合が 0.016 になっていたとすると、死者数は $3.4\text{x}10^3$ となり、1,600 人少なかったはずであるという結果が得られた。

(3)自動二輪、原付乗車中事故への適用

自動二輪車と原付自転車乗車中の事故についても自動車乗車中事故と同様にイベントツリー図に表現した。ただし、ベルト着用非着用の代わりにヘルメット着用非着用の割合を用いる。また現段階では、医療関連のイベントについての分岐割合は、自動車乗車中事故の場合の値を用いざるを得ない。

自動二輪と原付についてのヘルメット着用率は極めて高く、非着用者の絶対数が少ない。年移動平均をとることが必要となろう。

(4)地域への適用

都道府県を単位とする地域への適用を同様に試みた。この場合も、統計としての標本数が減少するので、年移動平均をとるか、あるいはいくつかの県を纏めるなどの扱いが必要であろう。

5. まとめ

本稿では四輪、自動二輪、原付自転車乗車中の事故を対象としたが、次には自転車乗車中、歩行中の事故も扱う予定である。

今後の課題は以下の通りである。

(i)ツリー構造の高度化:軽症者、無傷者、さらには後遺症患者にまで拡張できないか。

(ii)分岐確率値の実証的確定:即死者数の直接収集、救急医療データの直接収集を行いたい。

(iii)具体的応用例の模索:高度先進安全車の設計指針評価に、あるいは交通安全施策の事前評価に応用できないか。

参考文献

[1]US.NRC, PRA Procedures Guide. NUREG/CR-2300, Vol.1, 1983

[2]沼田ほか,“PSA 手法による交通事故推計と事故対策評価”,日本 OR 学会秋季研究発表会予稿,pp.84-85, 1998

[3]総務庁, “交通安全白書”, 各年版

[4]交通事故総合分析センター,“交通事故統計年報(平成 7 年版)”, 1996

[5]交通事故総合分析センター,“「原付以上乗車中の死傷者数、30 日死者数の自体防護着用状況」調査委託報告”, 1999

[6]土橋ほか,”道路交通事故死亡者の生存時間に関する研究”,交通科学研資料第 26 集, pp.23-25, 1985

[7]消防庁, “救急・救助の現況”,各年版

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会. 無断複写・複製・転載を禁ず.