事故リスク情報提供による社会的便益に関する考察

吉井　稔雄[1]・倉内　慎也[2]・白柳　洋俊[3]・村上　和宏[4]

[1]正会員　愛媛大学教授　理工学研究科（〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番）
E-mail: yoshii@cee.ehime-u.ac.jp

[2]正会員　愛媛大学准教授　理工学研究科（〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番）
E-mail: kurauchi@cee.ehime-u.ac.jp

[3]正会員　愛媛大学助教　理工学研究科（〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番）
E-mail: shirayanagi@cee.ehime-u.ac.jp

[4]学生会員　愛媛大学大学院　理工学研究科（〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番）
E-mail: murakami.kazuhiro.10@cee.ehime-u.ac.jp

本研究では，交通の事故リスクに関する各種指標を整理した後，道路利用者に対して事故リスク情報を提供した際の社会的便益について，ケーススタディを通した考察を行う．

道路が潜在的に持つ事故リスクを示す指標として，事故発生件数や車両走行台キロあたりの事故発生件数などの指標が用いられており，事故対策実施の優先順位策定など道路管理者や交通管理者によって有効に活用されている．一方の道路利用者は，直接的に事故の当事者となる可能性よりも事故渋滞に巻き込まれるなどして他者の事故による影響を被る可能性が高いことから，この影響も考慮した指標値がより有用である．そこで本稿では，情報の活用者に着目して各種の事故リスク指標値を整理する．また，事故リスク情報を提供することによっては，道路利用者の低リスク経路の利用が促進され，事故による社会的損失が軽減すると期待される．そこで，高速道路と一般国道の2経路で構成される実道路ネットワークを対象に事故リスク情報の提供効果を試算し，事故リスク情報の提供によって期待事故件数が減少するとともに社会的費用が減少するとの結果を得た．

Key Words : *accident risk,road user, information provision, social cost*

1. はじめに

近年，国内における事故発生件数及び負傷者数は10年連続で減少傾向を示しているものの，未だ多大なる社会的損失を被っている状況である．事故対策としては，交差点や道路線形の改良，高機能舗装などの対策，あるいはハイウェイラジオやカーナビによる渋滞情報の提示や事故多発地点の情報提供など，ハード対策とソフト対策を組み合わせた様々な対策により事故削減が図られている．しかしながら，現在，事故発生件数が下げ止まりの傾向を示しており，新たな効果的対策の実施が求められている．

そこで本研究では，新たなソフト対策として，事故リスクに関する情報を提供することにより，空間的・時間的に道路を有効活用して事故削減を試みる対策を提案する．これまでの情報提供では，主として渋滞情報や旅行時間情報の提供による需要分散が図られてきた．事故情報に関しては，事故発生情報や事故渋滞情報など，事故発生後の情報提供はなされているが，潜在的な事故発生や事故渋滞発生に関する情報は提供されていない．このため，現在提供されている事故情報は，事故発生後に限っての空間的需要分散への寄与にとどまり，時間的分散を促すには至っていない．先行研究[1)]においては，事故リスク情報の提供により，道路利用者がより安全な経路を選択することが示されており，繁忙期の高速道路における渋滞予測情報の提供が時間的な需要分散を促すと期待されているように，事故情報に関しても，時間別空間別の事故リスク情報の提供により時間的・空間的に低リスクの道路利用へと需要のシフトを促すことが期待される．

事故リスクを示す指標としては，潜在的な事故発生確率を示す指標として，車両走行台キロあたりの事故発生件数である事故率が用いられている．同指標は事故が起きる確率，すなわち自身が当事者となって事故を起こす確率を示すものである．事故による損失は，事故そのものによる損失にとどまらず，事故の影響で発生する渋滞や通行止めによる時間損失なども含まれる．そのため，他者が起こす事故による影響を含めた事故リスク値の方が道路利用者にとってより有用であると考えられる．

そこで，本研究では，定義の異なる各種の事故リスク指標値を整理した後，道路利用者への事故リスク情報提供によるネットワーク全体の事故損失ならびに時間損失低減効果を分析する．具体的には，1OD2経路の実ネットワークを対象として各種の事故リスク指標値を情報として提供した場合の社会的損失軽減効果を試算する．

2. 事故リスク指標

本章では，道路利用者と道路管理者それぞれによる目線の違いを考慮して，各種事故リスク指標値を整理する．

(1) 基本的事故リスク指標

本節では，事故を交通現象として捉え，事故という事象が生起する確率を示す指標を定義する．

(a) 事故リスク

事故リスクとは，単位車両走行台 km あたりに期待される事故発生件数を示す．基本単位については，車両感知器データから車両走行台キロ，交通事故データから交通事故件数を集計し，例えば 1 億台キロあたりの事故リスクは式（1）によって算定される．

$$R_i = \frac{n_i \cdot 10^8}{d_i \cdot q_i \cdot (24 \times 365)} \qquad (1)$$

ただし，

R_i ：道路区間 i における事故リスク[件/億台 km]

n_i ：道路区間 i における事故件数[件/年]

d_i ：道路区間 i の区間距離[km]

q_i ：道路区間 i における交通量[台/時]

(b) 事故遭遇リスク

事故遭遇リスクとはある道路区間 i において単位距離を走行した場合に事故に遭う確率のことである．事故に遭うとは，事故渋滞に遭遇するなど他者が起こす事故に遭うことを示す．事故遭遇リスクは，事故リスクに平均事故処理時間を乗じ，式（2）を用いて算出する．

$$D_i = T \cdot q_i \cdot R_i \cdot 10^{-8} \qquad (2)$$

ただし，

D_i ：道路区間 i における事故遭遇リスク[回/ km]

T ：平均事故処理時間[時間/件]

(c) 事故損失リスク

事故損失リスクとはある道路区間 i において，単位距離を走行した場合に期待される事故損失額である．事故 1 件あたりの平均事故損失額を用いて，式(3)によって事故リスクに同損失額を乗じて算定する．

$$M_i = R_i \cdot L \cdot 10^{-8} \qquad (3)$$

ただし，

M_i ：道路区間 i における事故損失リスク[円/台 km]

L ：平均事故損失額[円/件]

(2) 利用者リスク指標

本節では，前節で定義した基本的事故リスク指標を用いて，利用者目線で算定される事故リスク指標を定義する．

(a) 事故引き起こしリスク

事故引き起こしリスクは，ある道路区間/経路を 1 回走行した場合に事故を起こす回数，すなわち事故の当事者となる回数の期待値を示し，式（4）を用いて算定される．

$$E_k^N = \sum_{i \in A_k} R_i \cdot d_i \qquad (4)$$

ただし，

E_k^N ：経路 k を 1 回走行するあたりに期待される事故引き起こし件数 [件/回]

A_k ：経路 k 上の道路区間集合

(b) 期待事故影響回数

期待事故影響回数は，特定の道路区間/経路を 1 回走行したあたりに期待される事故による影響を受ける回数を示し，式（5）を用いて算出される．

$$E_k^M = \sum_{i \in A_k} D_i \cdot d_i \tag{5}$$

ただし,

E_k^M ：経路 k を 1 回走行するあたりに期待される事故により影響を受ける回数　[回/回]

(c) 期待事故損失額

期待事故損失額は，特定の道路区間/経路を 1 回走行したあたりに期待される事故損失額を示し，式（6）を用いて算出される.

$$E_k^A = \sum_{i \in A_k} M_i \cdot d_i \tag{6}$$

ただし,

E_k^A ：経路 k を 1 回走行するあたりに期待される事故による損失額[円/回]

(d) 期待総事故損失額

期待総事故損失額は，前記の期待事故損失額に事故の影響による損失を加え，式（7）を用いて算出する.

$$E_k^L = E_k^A + E_k^M \cdot C_k \tag{7}$$

ただし,

E_k^L ：経路 k を 1 回走行するあたりに期待される他者の事故による影響も含めた総事故損失額[円/回]

C_k ：経路 k 走行時に他者による事故の影響を受けた場合の平均損失額[円/回]

(3) 管理者リスク指標

本節では，道路管理者の目線で算定される事故リスク指標を定義する.

(a) 事故発生リスク

事故発生リスクは，特定の道路区間/道路ネットワークにおける単位時間あたりの事故発生件数の期待値を示し，式（8）を用いて算定される.

$$U_k^N = \sum_{i \in N_k} R_i \cdot d_i \cdot q_i \cdot 10^{-8} \tag{8}$$

ただし,

U_k^N ：道路ネットワーク k で単位時間あたりに期待される事故発生件数[件/時]

N_k ：道路ネットワーク k 内の道路区間集合

(b) 社会的事故損失

社会的事故損失は，事故による損失額に渋滞等による事故影響損失額を加えた指標で，式(9)で算定される.

$$C_k = U_k^N (L + w) \tag{9}$$

ただし,

C_k ：道路ネットワーク k における渋滞損失を考慮した期待事故損失額[円/台 km]

w ：事故発生による平均渋滞損失額[円/時]

なお，事故発生の影響による渋滞損失額の算定については，各道路ネットワーク別に実績値に基づいて算定する必要があり，今後の研究課題である.

3. 事故リスク情報提供効果の試算

本章では，前章で定義した事故リスク指標のうち，利用者リスク指標を情報として提供した場合の，情報提供効果を試算する.

(1) 試算の条件と対象ネットワーク

本試算においては，1OD2経路のネットワークを対象に，日交通量を用いて，利用者均衡配分を行う.

対象とする道路ネットワークは，大洲から伊予に向かう松山自動車道と国道56号経由の2経路からなるネットワークとした．各経路の距離は，松山自動車道ルート33.5km，国道56号ルート33.7km，OD交通量は，道路交通センサスデータ[2)]から，経路を構成する区間交通量の最小値を用いて，松山自動車道9,000台/日，国道56号2,000台/日とした.

(a) リンクパフォーマンス関数

リンクパフォーマンス関数として，単調増加関数であるBPR関数を用いる.

$$t_a(x_a) = t_{a0} \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{x_a}{C_a^d} \right)^{\beta} \right\} \tag{10}$$

ここで,

x_a ：リンク aの日交通量[台/日]

t_{a0} ：リンク aの自由走行時間[分]

C_a^d ：リンク a の日可能交通容量[台/日]

α, β ：未知パラメータ

このうち未知パラメータ α, β については， $\alpha = 2.62$， $\beta = 5$ とする．自由旅行時間に関しては，各経路距離を規制速度で除し，国道 56 号ルート 63 分，高速道路ルート 41 分とした.

交通容量は，三輪ら [3]が算出した車線あたり可能交通容量の値を用い，都市間高速道路 では 2198.1[台/時]，一般道については 2 車線道路の 808.1[台/時]の値を用いた.この時間可能交通容量を道路交通センサス [2]によるピーク率で除し日交通容量とした.

(b) 時間価値

高速道路利用料金については，平成20年度費用便益マニュアル[4]による乗用車の時間価値40.10円/分を用いた.

(c) 事故リスク

事故リスクは国土交通省のHPに記載の値，高速道路11件/億台km，一般道路では81件/億台kmを用いた．ここで，交通量に関する単調増加関数として事故発生リスク関数を式（11）とした.

$$R_k = \alpha_k \cdot f_k \tag{11}$$

ただし,

R_k ：経路 k における事故リスク[件/億台 km]

f_k ：経路 k の交通量

各経路の日交通量 9,000 台，2,000 台に対応して，各経路の係数を $\alpha_{高速} = 1.2 \cdot 10^{-11}$， $\alpha_{一般} = 4.1 \cdot 10^{-10}$ と設定した.

(d) 事故リスク情報が経路選択与える影響

事故リスク情報が経路選択に与える影響に関しては，先行研究 [1]において算出した事故リスク情報の価値を用いる．事故リスク情報の価値とは，単位事故リスクを時間換算するための換算係数であり，二項ロジットモデルを用いて推定した事故リスクのパラメータを所要時間のパラメータで除した形となっている．先行研究における推定結果と，各事故リスク提供価値を**表 1** に示す.

表 1 各事故リスク提供価値について

説明変数		長距離トリップ（一般） パラメータ
徳島道ルート		0.949 **
慣性項		0.300 **
所要時間（時間）		−0.846 **
高速道路料金（千円）		−0.491 **
事故発生リスク情報	数値情報（0.00001～0.0005）	−0.0247
	強調情報（2～10倍）	0.0885 **
事故遭遇リスク情報	数値情報（1～10%）	−16.7 **
	強調情報（3～10倍）	0.108 **
事故損失リスク情報	数値情報（25～2000円）（千円）	−0.454 **
	強調情報（3～10倍）	0.117 **
サンプル数		297
自由度調整済み尤度比		0.266
AIC		2067
所要時間短縮価値（円/時間）		1722
事故発生リスク・数値/所要時間[時]		1.75
事故遭遇リスク・数値/所要時間[時]		1184
事故損失リスク・数値/所要時間[時/千円]		0.03

*：5%有意，**：1%有意

(e) 平均事故損失額

期待事故損失額の算出に用いる平均事故損失額に関しては，平成 20 年度費用便益マニュアルに記載の物損事故損失額の 469[千円/件]と高速道路での人身事故損失額の 11,406[千円/件]の平均を用いる．また，一般道路に関しては，高速道路より規制速度が低く，人身事故の場合においても被害は小さいと考えられるので，人身事故の損失額は非市街部の 2 車線道路における人身事故 1 件当たりの損失額である 10,200[千円]を用い，物損事故の損失額との平均値を平均事故損失額として用いた.

表 2 大洲～松山での社会的便益軽減効果

	旅行時間[千円]	事故損失[千円]	社会的費用[千円]	削減率	期待事故件数[件/年]
事故リスク情報なし	22,300	570	22,870	-	77
期待事故影響件数	20,800	300	21,100	8%	39
期待事故損失額	20,700	270	20,970	8%	35
渋滞損失を考慮した期待事故損失額	20,500	230	20,730	9%	30

(f) 渋滞損失額

事故渋滞による損失額に関しては，平成 20 年度費用便益マニュアル記載の 898[千円/件]を用いた.

(2) 試算結果

期待事故影響回数，期待事故損失額，渋滞損失を考慮した期待事故損失額（期待総事故損失額）を提供した場合に想定される効果を試算した結果を**表 2** に示す．これより，いずれの事故リスク情報を提供した場合でも社会的費用削減効果が得られるとの結果が得られた．また，期待総事故損失額を提供した場合に最大の削減効果が得られた．このとき，期待事故発生件数が 77 件から 30 件へと半数以下に抑えられ，損失削減額は 214 万円であった.

5. おわりに

本研究の成果を以下にまとめる.

(1) 道路利用者と道路管理者それぞれによる目線の違いを考慮して，各種事故リスク指標値を整理した．
(2) 実道路ネットワークを対象にケーススタディを行い，事故リスク情報提供効果を試算した．その結果，事故リスク情報を提供することによって，ネットワーク全体での事故発生件数を削減するとともに社会的費用を軽減する可能性があることが示された．

参考文献

1) 村上和宏：事故リスク情報がドライバーの選択行動に与える影響に関する研究，第 49 回土木計画学研究発表会，2014.
2) 国土交通省：平成 22 年度道路交通センサス
3) 三輪富生・森川高行：複数の高速道路経路を考慮した確率的均衡配分法に関する研究，土木計画学研究講演集　No.23（2），pp.739-742，2000.
4) 国土交通省：平成 20 年度費用便益分析マニュアル

A study on the social benefits of accident risk information provision

Toshio YOSHII, Shinya KURAUCHI, Hirotoshi SHIRAYANAGI, Kazuhiro MURAKAMI