

2011年10月4日

第9回新都市社会技術セミナー
@近畿地方整備局

道路付帯施設・情報管理施設の アセットマネジメント

京都大学 小林 潔司
大阪大学 貝戸 清之

本プロジェクトの概要

■背景

道路情報板やITV等の道路付帯施設・設備の設置数は膨大であり、日常の点検の費用負担は増加し、補修・更新費用総額が土木施設の維持管理費用総額に占める割合は少なくない。したがって、その最適な点検間隔及び期待ライフサイクル費用を最小化する予防保全戦略を立案することは極めて要請の高い課題である。

従来のアセットマネジメントは土木施設本体に主眼が置かれ、道路付帯施設、情報管理施設に特化したアセットマネジメント(最適点検間隔, LCC評価, リスク定量化)研究はなされていない。

■研究の概要

平成23年度は特に滋賀国道事務所との打ち合わせを踏まえ、道路障害物発生リスクと巡回間隔の問題に取り組んだ。具体的には、障害物と苦情の階層的発生過程をモデル化し、リスク管理水準を満足する道路巡回間隔を検討した。さらに道路巡回業務を支援するシステムのプロトタイプを開発した。

■H23年度の成果

- ・障害物と苦情の発生過程のモデル化(階層的隠れポアソンモデル)
- ・障害物発生リスク(VaR指標)を考慮した最適巡回間隔の決定
- ・タブレット型PCを用いた道路巡回業務支援システムのプロトタイプの開発

■H24年度の研究内容

道路巡回に代表される維持管理業務の効率化を目指して、

- ・障害物・苦情発生リスクと巡回費用を考慮した最適巡回政策の検討、
- ・iPad2による道路巡回業務支援システムの試験的導入、 を実施する。

H23年度の検討概要

障害物と苦情の発生過程のモデル化

○障害物と苦情の階層的発生過程のモデル化
(階層的隠れポアソンモデル)

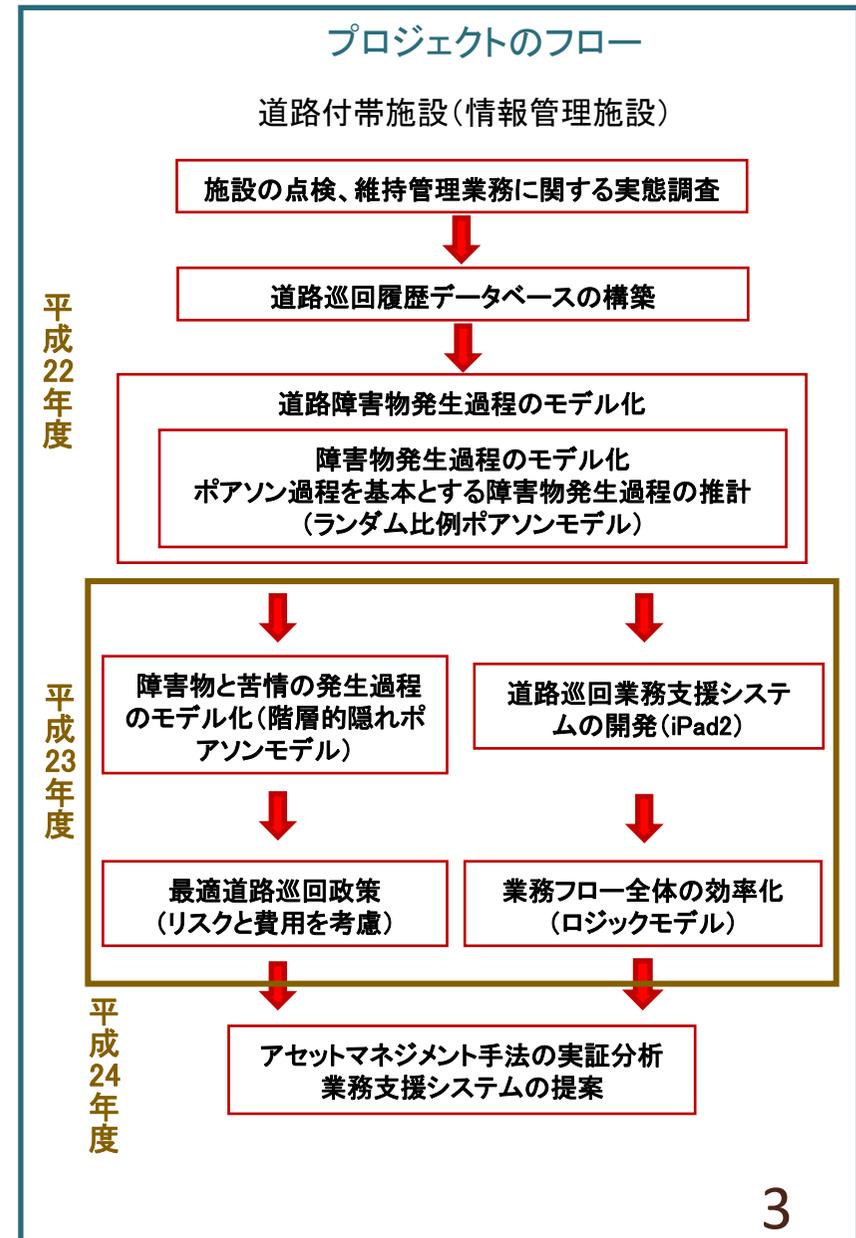
道路巡視・巡回整備時における障害物の発生過程をポアソン発生モデルにより定式化し、さらに、その影響が苦情のポアソン発生過程に影響を及ぼすようにモデル化を行う。

○分析の手順

- ①維持管理業務と苦情に関する作業履歴の電子データベース化
- ②ポアソンモデルによる障害物発生過程の推計、障害物発生要因の統計的分析
- ③日常の巡回作業データと苦情データを用いた階層的ポアソン発生モデルの推計

○分析の対象路線

滋賀国道事務所管内一般国道, 264. 5km
(1号線, 8号線, 21号線, 161号線)



データベースの内容

- 利用可能データ(H21.4～H22.3)

A出張所

A1地区維持作業
A2地区維持作業

巡回日誌, 出来高数量
作業日報, 巡回整備工日誌

B出張所

B1地区維持作業
B2地区維持作業

巡回巡視日誌, 巡回整備日誌
巡回巡視日誌, 巡回整備日誌

C出張所

C1地区維持作業
C2地区維持作業

巡回日誌, 維持作業日報
巡視日誌, 維持作業日報

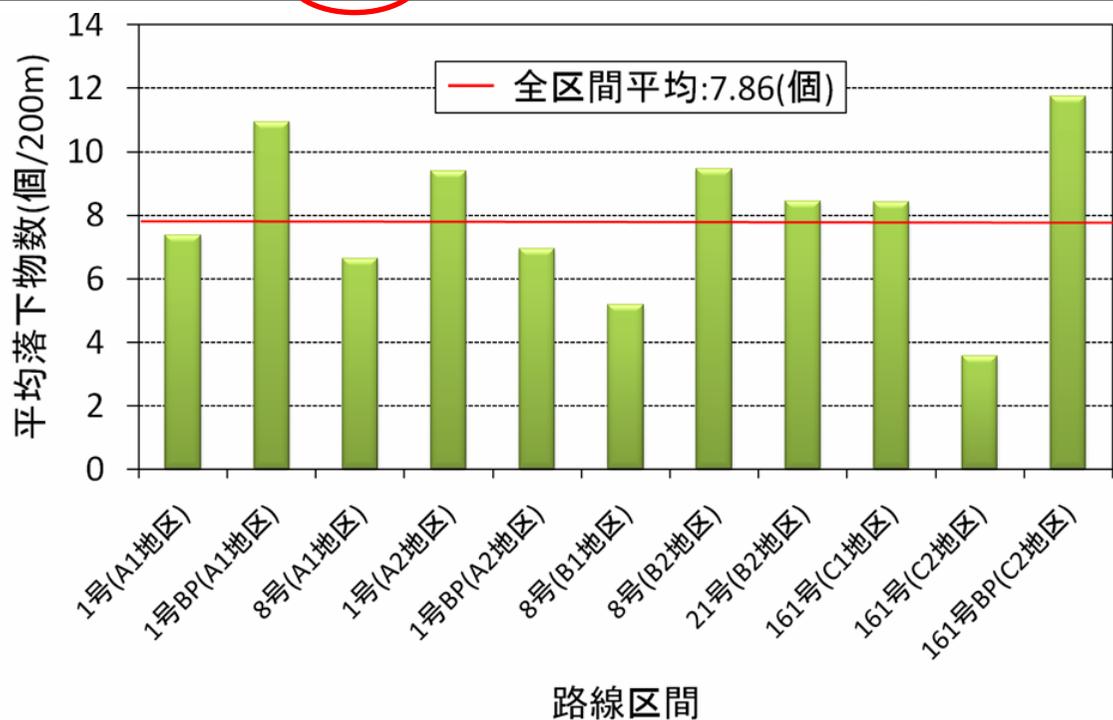
電子データ(H22.4～H22.7)・・・滋賀国道事務所全管理区間

- 応急処理, 応急処理集計, 苦情資料

全区間電子化済

分析対象の一次分析(道路落下物)

地区	A 維持出張所					B 維持出張所			C 維持出張所		
	A1 地区			A2 地区		B1 地区	B2 地区		C1 地区	C2 地区	
路線	1号	1号BP	8号	1号	1号BP	8号	8号	21号	161号	161号	161号BP
管理距離	82.6					88.3			93.6		
区間数	413					442			468		
サンプル数	3,820					3,296			4,140		
落下物総数(個)	3,501					3,079			3,817		
平均落下物数(個/200m)	8.48					6.97			8.16		



特性変数の選定(1)

- 滋賀国道事務所 交通センサスデータ

- …車線数, 自動車交通容量(24時間), ピーク時区間旅行速度, 旅行時間,
昼間交通量(歩行者・自転車・二輪・乗用車・バス・小型貨物車・普通貨物車・累計),
夜間交通量(歩行者・自転車・二輪・乗用車・バス・小型貨物車・普通貨物車・累計),
ピーク時交通量(歩行者・自転車・二輪・乗用車・バス・小型貨物車・普通貨物車・累計),
平日24時間交通量(小型貨物車・普通貨物車), 総貨物車交通量(昼間・夜間),
自動車昼夜率, 大型車混入率

- 滋賀国道事務所 道路台帳付図データ

- …交差点数, 信号数, カーブの有無, 店舗数

- 滋賀国道事務所 舗装路面性状データ

- …歩道の有無, 停車帯の有無

- 近畿地方整備局 舗装データ

- 定性的パラメータ…橋, 一般・雪寒の区分, 沿道区分{山間, 平地,
市街地, DID(人口集中地域)}

- 定量的パラメータ…最新ひび割れ率(%), 最大わだち掘れ量(mm),
平均わだち掘れ量(mm), 平たん性(mm), MCI値

特性変数を追加

計51個の特性変数を採用

特性変数の選定(2)

- 1変数のみ考慮した場合, t-値が有意である1.96以上を満足した特性変数

$$\lambda_i = \exp(\beta_1 + \beta_2 x_{2,i})$$

- 定量的パラメータ
 - 自動車交通容量(平日24時間)
 - ピーク時区間旅行速度
 - 旅行時間
 - 昼間交通量(乗用車・小型貨物車・普通貨物車・累計)
 - 夜間交通量(乗用車・小型貨物車・普通貨物車・累計)
 - ピーク時交通量(乗用車・普通貨物車・累計)
 - 平日24時間交通量(小型貨物車・普通貨物車)
 - 総貨物車交通量(昼間・夜間)
 - 平均わだち掘れ量, 最大わだち掘れ量
- 定性的パラメータ(0 or 1)
 - 沿道区分(平地)

落下物パラメータ推計値

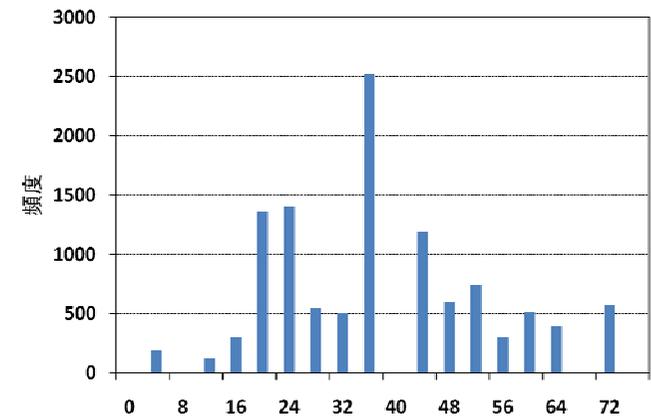
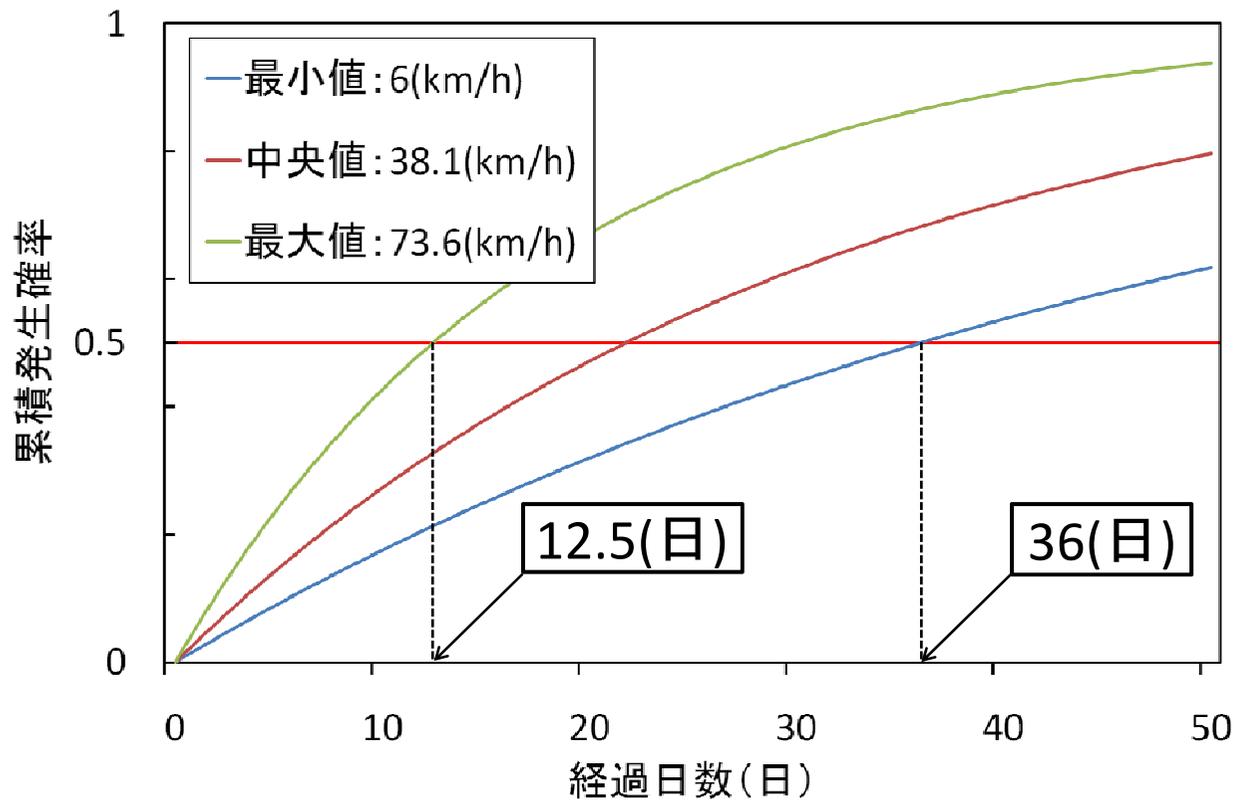
- t値が有意である1.96以上, また, それぞれの特性変数の相関性を考慮し, AICが最小となる特性変数の組み合わせを採用.

$$\lambda_i = \exp(\beta_1 + \beta_2 x_1 + \beta_3 x_2 + \beta_4 x_3)$$

	定数項	昼間総貨物車 交通量	ピーク時区間 旅行速度	平均わだち 掘れ量	分散パラ メータ
パラメータ 推計値	-4.82	8.51E-05	1.57E-02	9.49E-03	3.20
t値	15.51	14.56	17.25	4.22	20.22
対数尤度	-18,325				
AIC	36,663				

累積落下物発生確率-ピーク時区間旅行速度

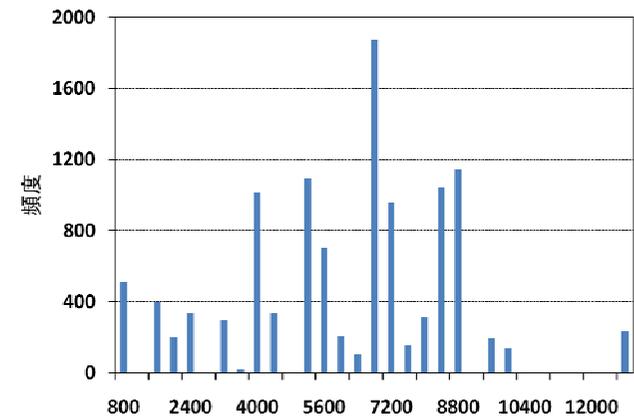
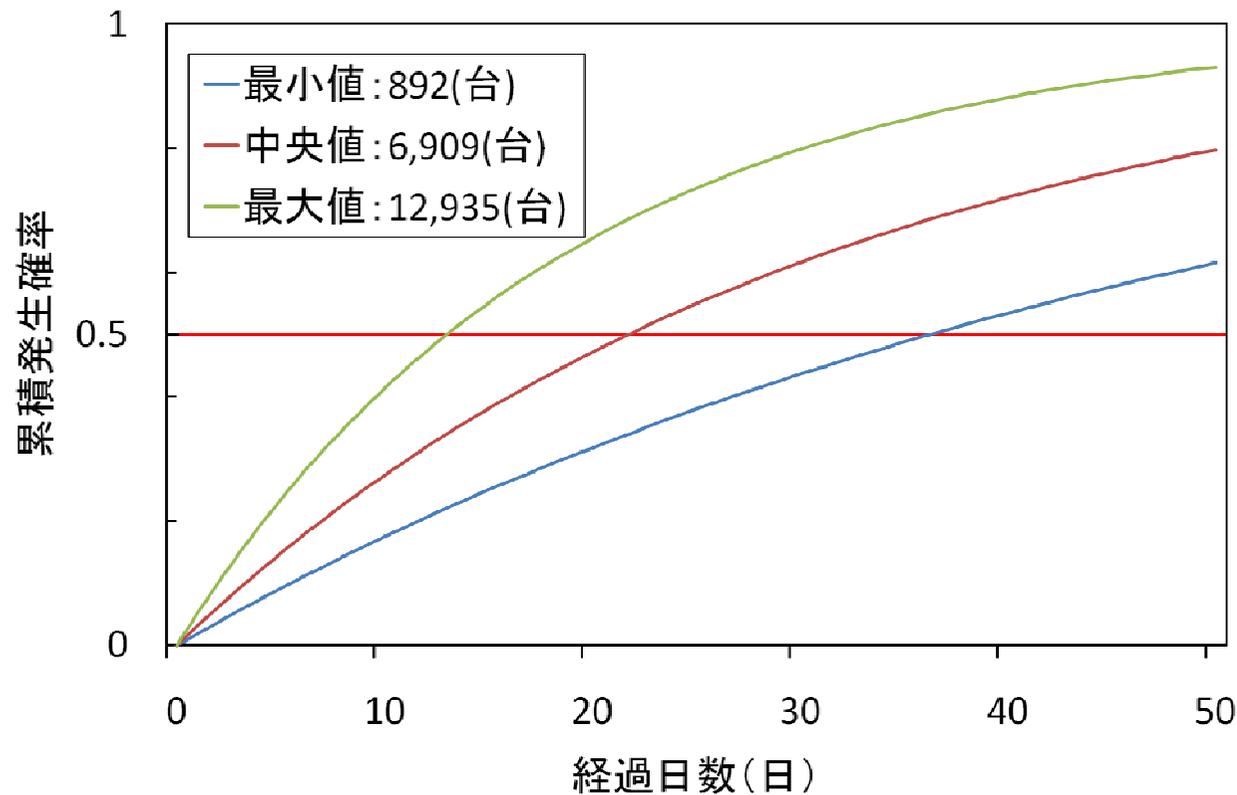
昼間総貨物車交通量:中央値6,909(台)
 平均わだち掘れ量:中央値9(mm)
 (許容落下物発生数:1個)



ピーク時区間旅行速度分布

累積落下物発生確率-昼間総貨物車交通量

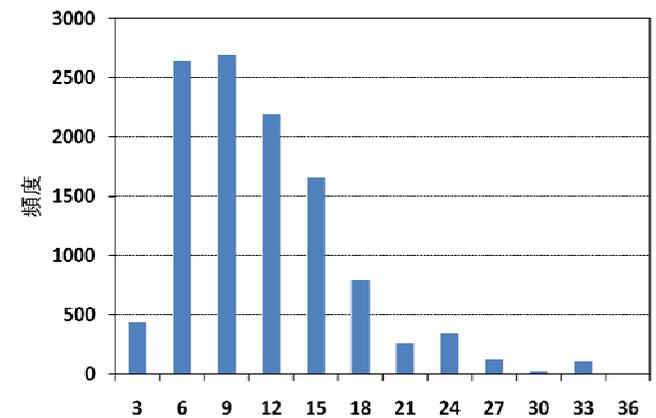
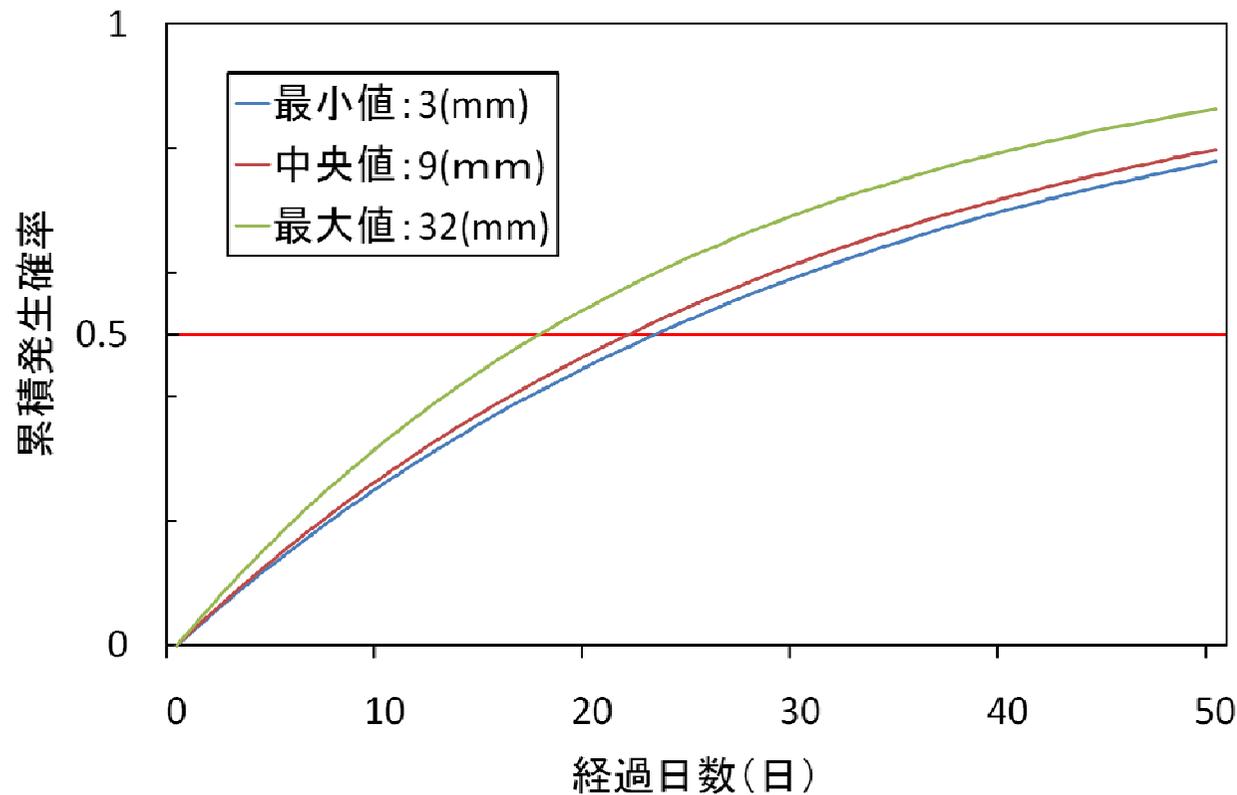
ピーク時区間旅行速度:中央値38.1(km/h)
平均わだち掘れ量:中央値9(mm)
(許容落下物発生数:1個)



昼間総貨物車交通量分布

累積落下物発生確率-平均わだち掘れ量

昼間総貨物車交通量:中央値6,909(台)
ピーク時区間旅行速度:中央値38.1(km/h)
(許容落下物発生数:1個)



平均わだち掘れ量分布

異質性パラメータ推計結果

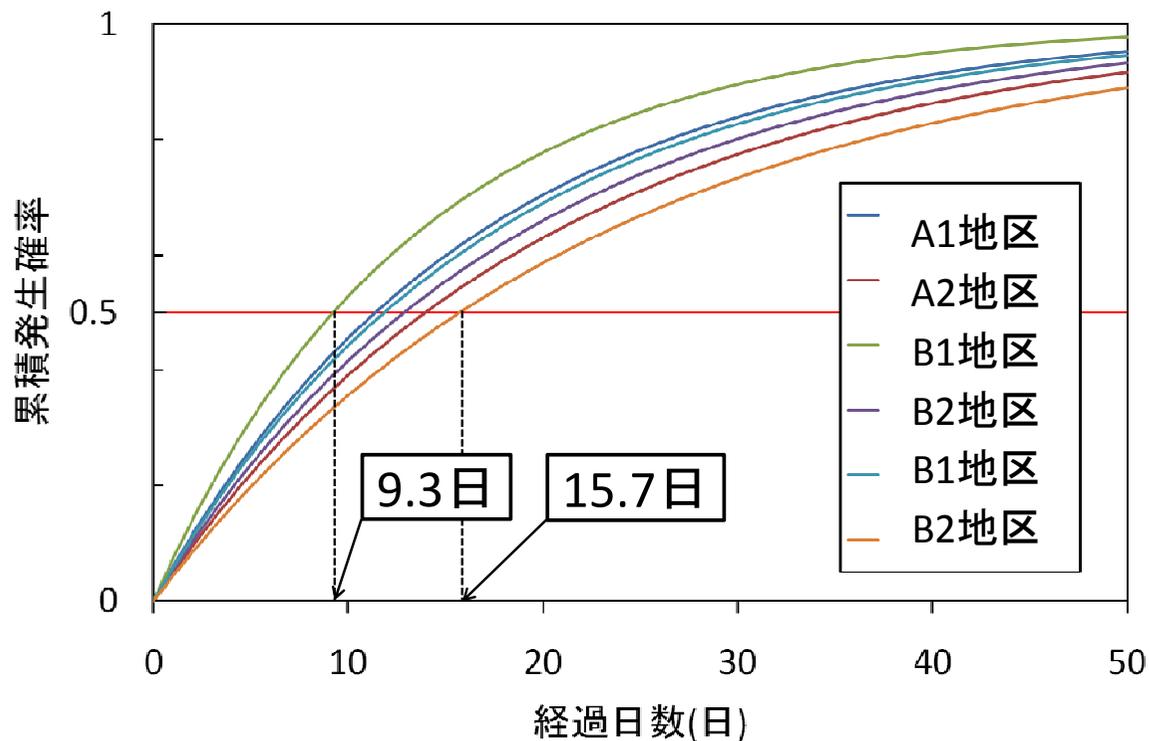
$$\lambda_{ij} = \exp(\beta_1 + \beta_2 x_{1j} + \beta_3 x_{2j} + \beta_4 x_{3j} + \beta_5 x_{4j}) \varepsilon_j$$

施工地区	異質性パラメータ
A1地区	1.91
A2地区	1.56
B1地区	2.35
B2地区	1.69
C1地区	1.84
C2地区	1.38

累積落下物発生確率-施工地区別

- 全区間同一条件下の累積落下物発生確率

昼間総貨物車交通量:中央値
6,909(台)
ピーク時区間旅行速度:中央値38.1(km)
平均わだち掘れ量:中央値9(mm)
(許容落下物発生数:1個)

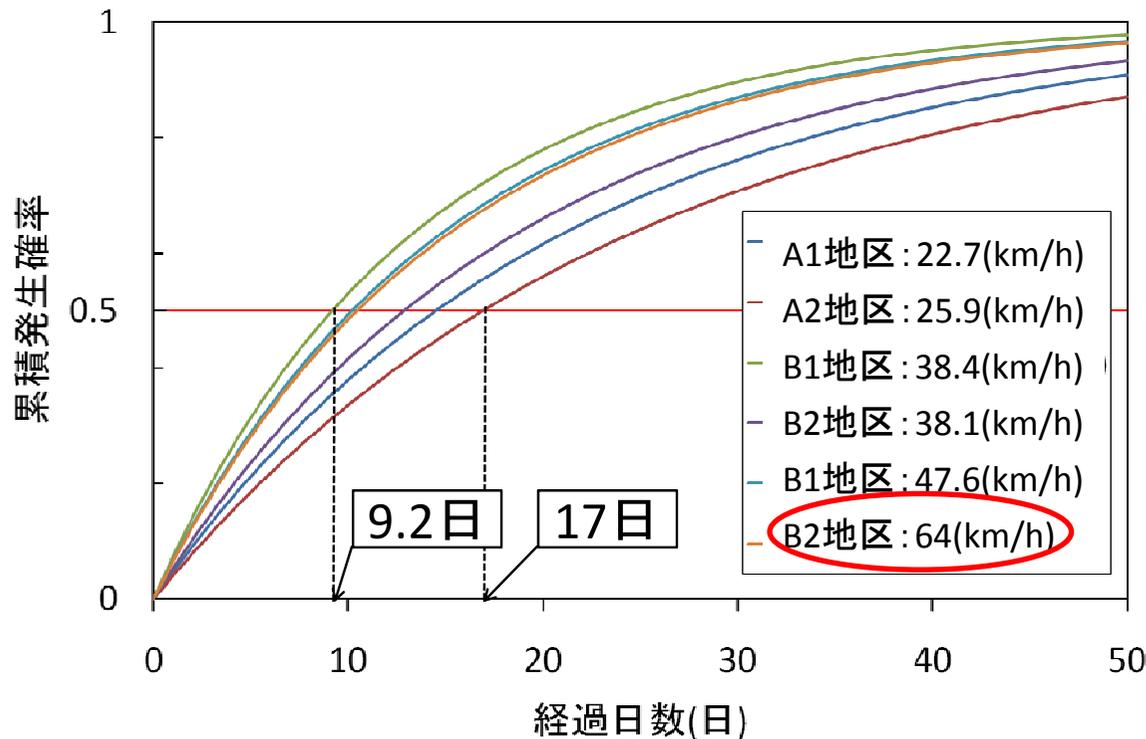


累積落下物発生確率-施工地区別

•ピーク時区間速度を各地区の中央値を採用した場合の

累積落下物発生確率

昼間総貨物車交通量:中央値
6,909(台)
平均わだち掘れ量:中央値9(mm)
(許容落下物発生数:1個)



苦情に関するデータ概要

- 滋賀国道道路巡回データ
道路巡回により処理した落下物の個数を集計
- 苦情処理データ
各道路区間の苦情発生数を集計

2010年度苦情処理状況

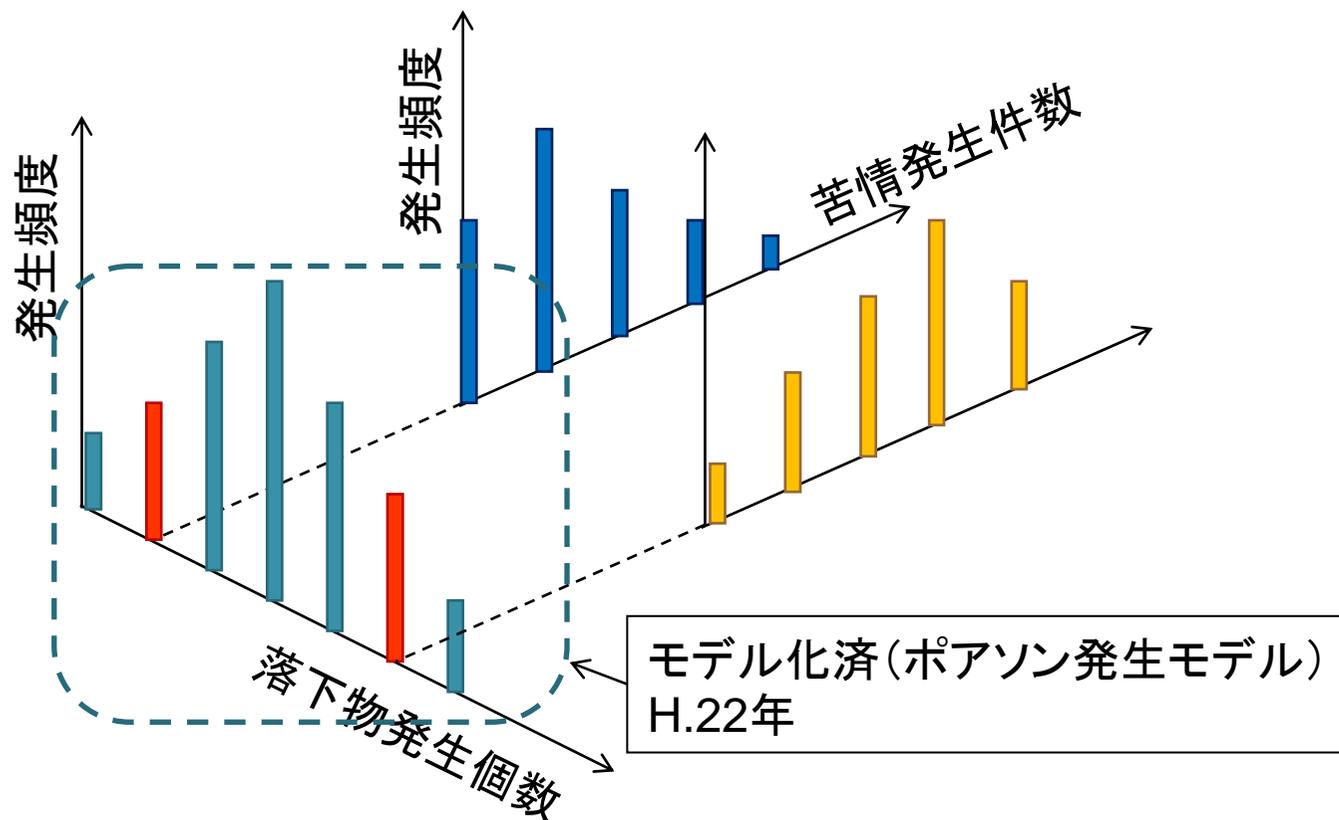
応急処理			清掃			剪定			除草			除雪		その他		
交通事故	事故処理	3	管渠清掃	詰まり	4	低木	景観	3	植樹帯	景観	28	運搬排雪	1	工事苦情	騒音・振動	9
	損傷	3		その他	8		視距	2		視距	32	車道除雪	18		誘導員	4
付属物	構造変更・修正	21	側溝清掃	詰まり	38	中木	景観	2	のり面	その他	12	凍結防止剤散布	3	安全対策		7
	故障・損傷	90		落ち葉	1		視距	10		景観	47	歩道除雪	10	交通渋滞		7
	騒音・振動	3	歩道清掃	その他	6	その他	8	視距		15	その他	5	質問・要望		9	
	設置	20		詰まり	3	高木	景観	3		虫	1	合計	37	交通事故処理		3
	撤去	10		路面汚損	19		視距	6		その他	17			その他		38
	その他	6		落ち葉	2	その他	8	合計		21	合計		77			
落下物	動物死骸	154	その他	4	寄植剪定	景観	2	合計		173						
	落下物	100	合計		85	その他		12								
歩道・道路	冠水	3					合計		56							
	陥没	8														
	損傷	30														
	段差	17														
	ポットホール	13														
	騒音・振動	41														
	その他	13														
合計		535														

落下物-苦情集計概要

- 分析対象・・・落下物に対する苦情
- 落下物発生と苦情発生の関係
落下物発生→近隣住民, ドライバーが発見→苦情発生
→落下物応急処理
- 苦情発生を落下物の発生個数に着目してモデル化

階層隠れポアソン発生モデル

- 路上に存在する落下物の個数に応じて苦情の発生確率が変化する



落下物-苦情の関係(1区間1km)

落下物-苦情データの概要

	人口集中地区 (DID地区)	市街地	平地	山地	平均	合計
全延長(km)	264.5					
区間数(1/km)	32	47	143	29	-	251
平均交通量(台)	7,080	6,900	5,819	5,361	6,112	-
平均旅行速度 (km/h)	26	36	36	44	38	-
落下物サンプル 数	939	1,947	5,703	1,055	-	9,644
苦情発生件数	47	46	105	8	-	206

区間数と比較して苦情発生件数が多い
苦情発生区間で同日に発生した落下物個数
:0~1個→総落下物発生個数:1~2個

落下物推計結果

パラメータ推計結果

$$\lambda_i = \exp(\beta_1 + \beta_2 x_1 + \beta_3 x_2)$$

	定数項	旅行速度	貨物車交通量
推計値	-6.600	1.308	1.043
90%信頼区間	(-6.671 -6.531)	(1.232 1.379)	(0.955 1.131)
geweke検定量	0.01	-0.027	0.009
対数尤度	-17,436		
AIC	34,878		

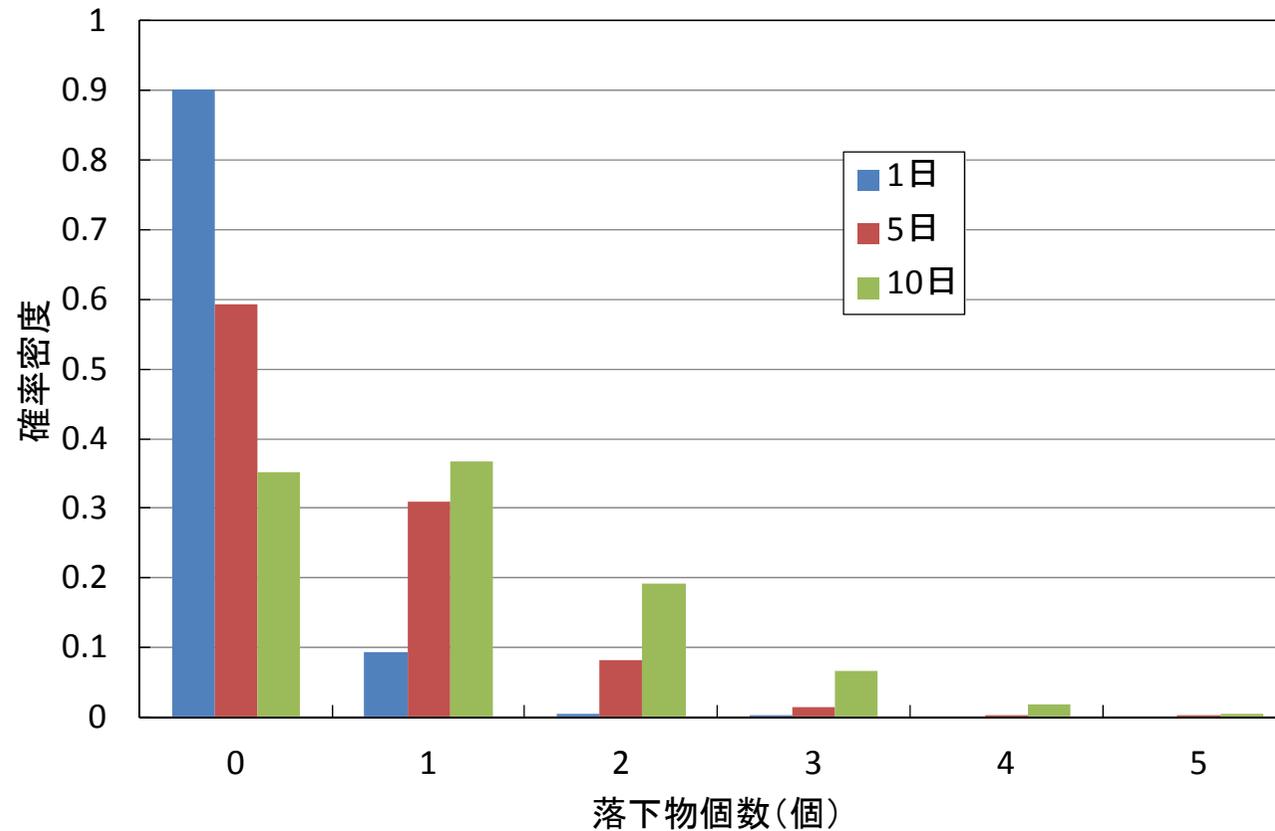
(1区間1kmとして推計するため、わだち掘れ量は除外)

苦情発生推計結果

$$\lambda_i = \exp(\beta_1 + \beta_2 x_1)$$

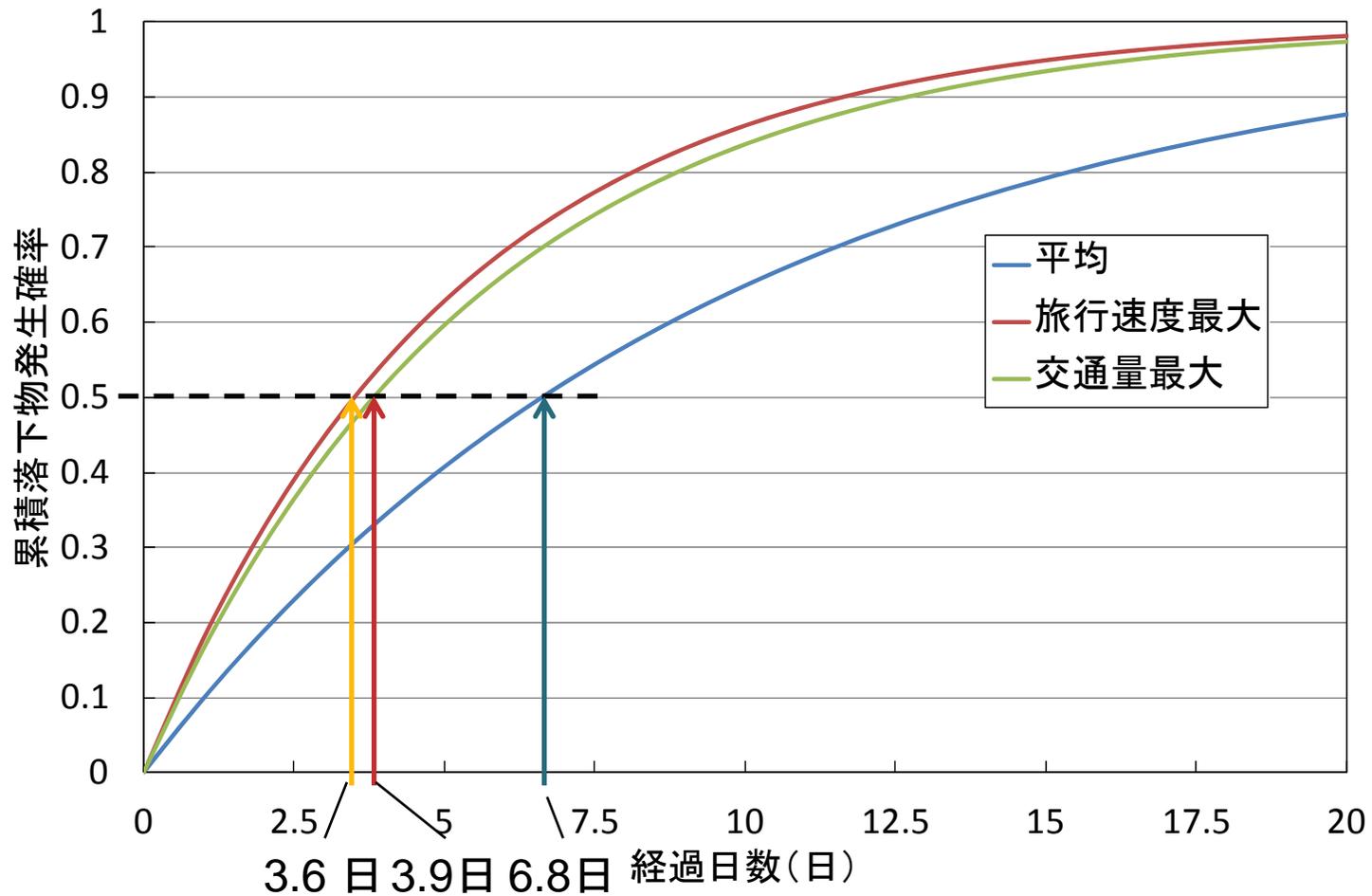
総落下物 発生数	道路巡回 発見数	定数項	市街地・DID	落下物放置 時間(h)
1	0	-7.386	0.814	15.38
		(-7.519 -7.239)	(0.555 1.033)	
		0.072	-0.174	
2	1	-6.603	0.906	13.88
		(-6.959 -6.321)	(0.437 1.407)	
		-0.785	0.859	
対数尤度		-1621.0		
AIC		3248.0		

落下物発生確率分布

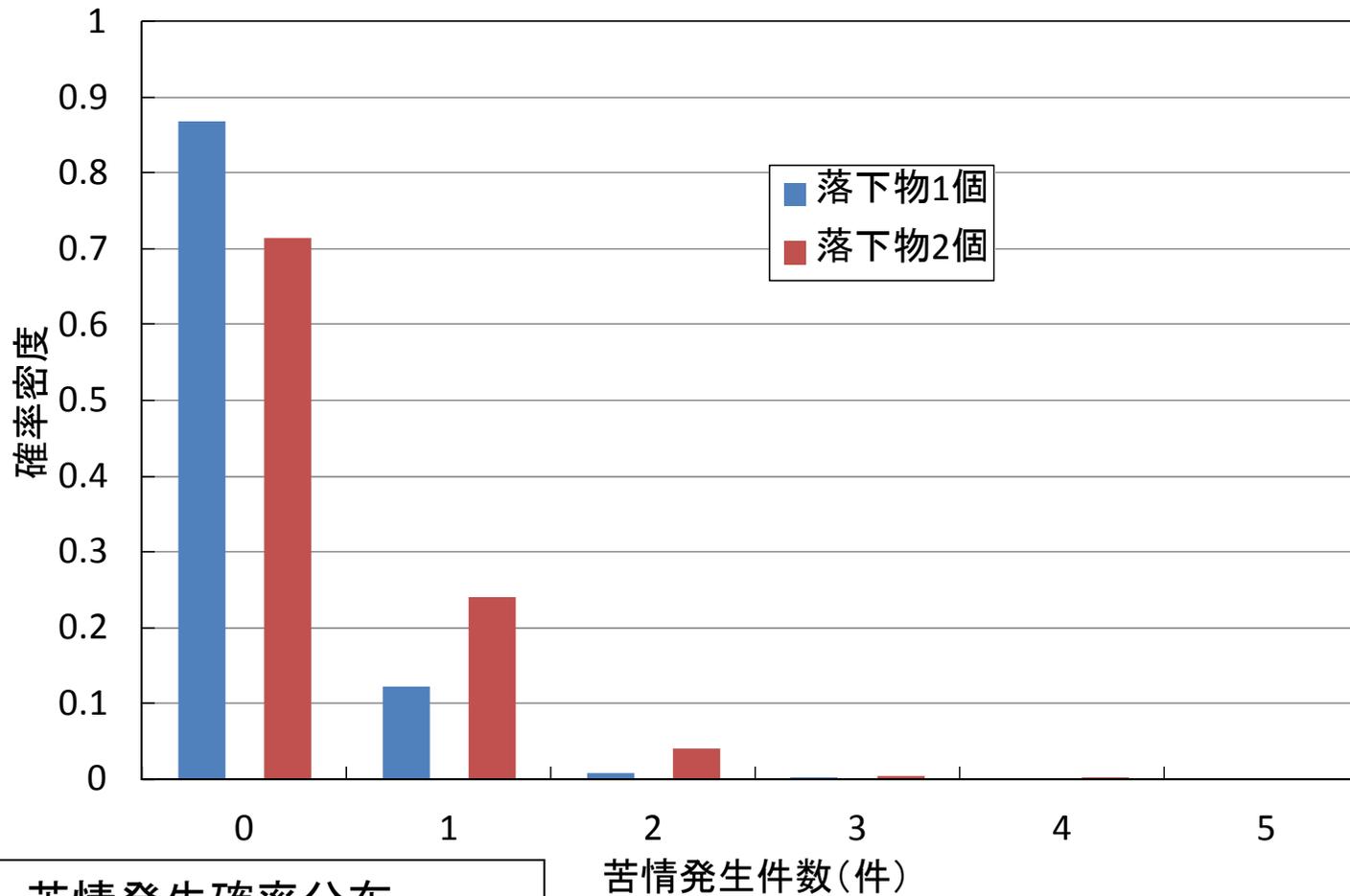


点検間隔ごとの落下物個数確率分布
(旅行速度, 貨物車交通量: 平均)

落下物の累積発生確率(1個発生)

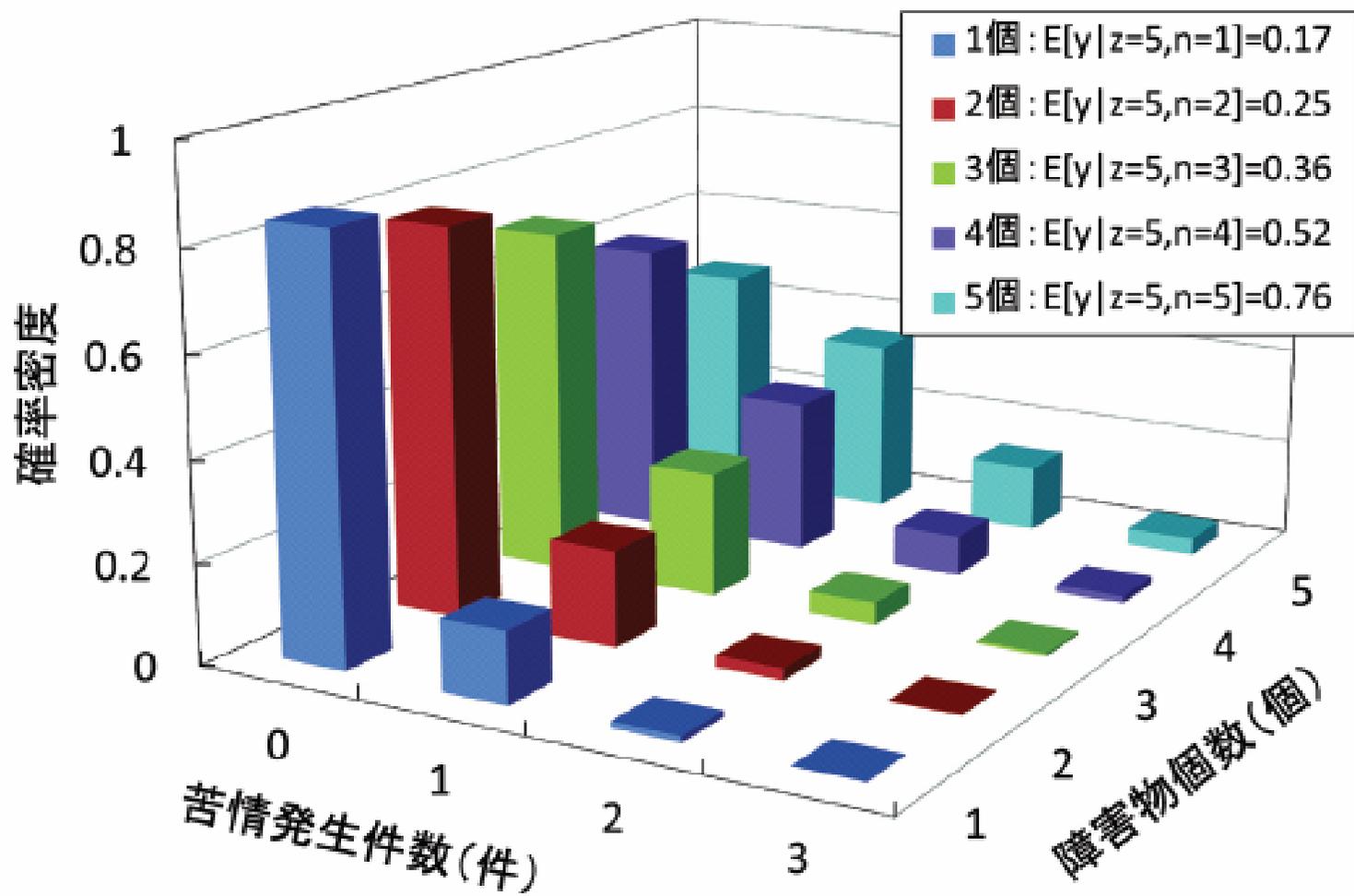


落下物個数別の苦情発生確率分布



苦情発生確率分布
(旅行速度, 貨物車交通量: 平均
落下物放置時間: 100時間)

落下物一苦情の発生確率分布



苦情の累積発生確率

