

対歩行者AEBS[夜間評価]の試験法・評価法に関する検討

【前回検討会までの合意事項】

- ①評価シナリオの整理 : 試験条件の確認
- ②評価導入スケジュール : 照度条件と導入時期の確認

【今回ご審議いただきたい事項】

- ③評価開始までの課題整理 : 方針検討、調査研究実施
 - 夜間歩行者AEBSとADB/AHBの評価点の重複対応
 - 街灯あり条件における照度設定値と衝突ポイント

【次回検討会でご審議いただきたい事項】

- 高機能前照灯の評価について
- 試験環境としてのターゲット背景の影響対応
- 街灯なし条件における部分評価の妥当性検証

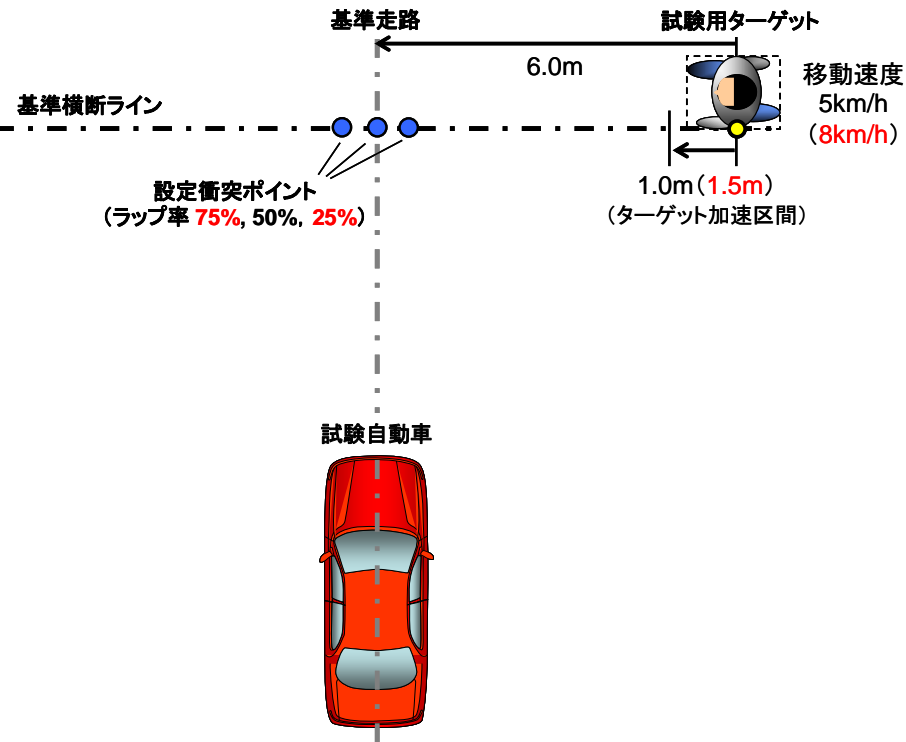
【その他・ご参考】

- ④来年度までのスケジュール: 調査実験の時期等

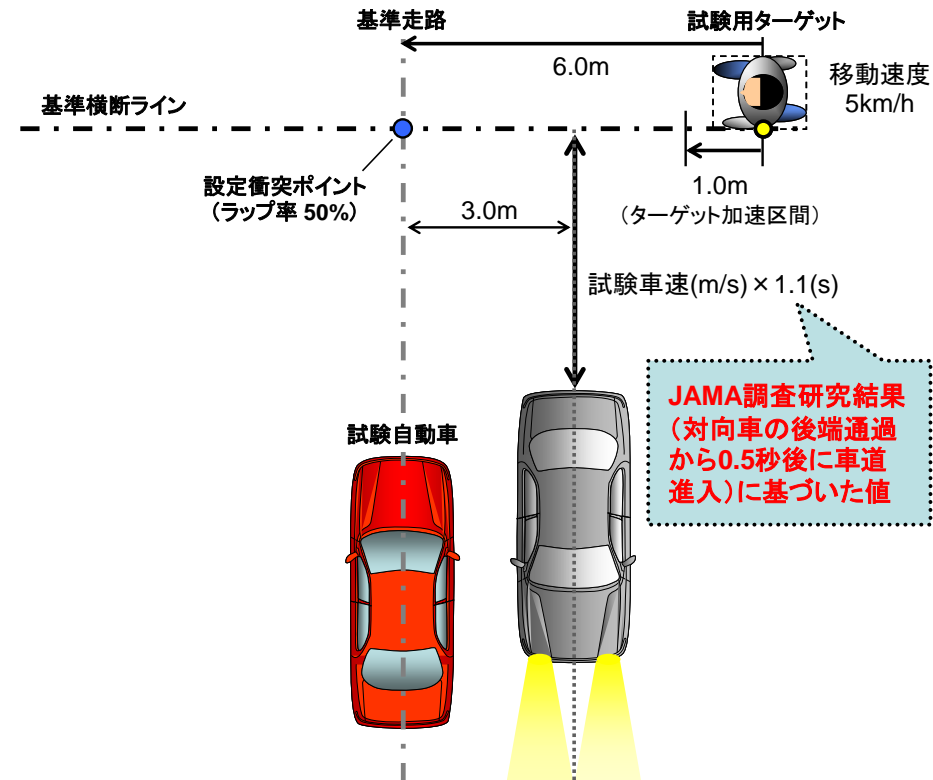
①評価シナリオの整理

【前回検討会までの合意事項】

遮蔽車両なし (CPFシナリオ)



遮蔽車両あり (CPFOシナリオ)



【照度環境条件】

- ①街灯あり条件(明るい環境) : **15lx**程度
- ②街灯なし条件(暗い環境) : **1lx**未満

【前回検討会までの合意事項】

○夜間歩行者AEBS試験時の前照灯条件

・ADB / AHB**非装着車**の場合

⇒事故実態に基づき、**ロービーム**固定とするのが妥当。

・ADB / AHB**装着車**の場合

①街灯あり条件

⇒テストコース環境の特殊性を考慮し、**ロービーム**固定としておくのが妥当。

②街灯なし条件

⇒ハイビーム切換の安定的作動が見込めるため、**オート**設定でも問題無し。

②評価導入スケジュール

【前回検討会までの合意事項】

第1段階：2018年4月～

- ・**夜間歩行者AEBS**については、対象事故全体の70%以上を占める“街灯が設置されている場所”を想定した環境(**街灯あり条件**)において、評価試験を開始。
- ・加えて、**高機能前照灯(ADB/AHB)**については、認証の有無による**装備加点**の付与を開始。
- ・“街灯が設置されていない場所”を想定した環境については、部分評価の適用可否など**試験効率化の検討**を進める。



第2段階：2019年4月～

- ・上記の効率化が図れた場合、“街灯が設置されていない場所”を想定した環境(**街灯なし条件**)における対歩行者AEBS試験を**追加導入**。
- ・高機能前照灯(ADB/AHB)については**装備加点**を継続。

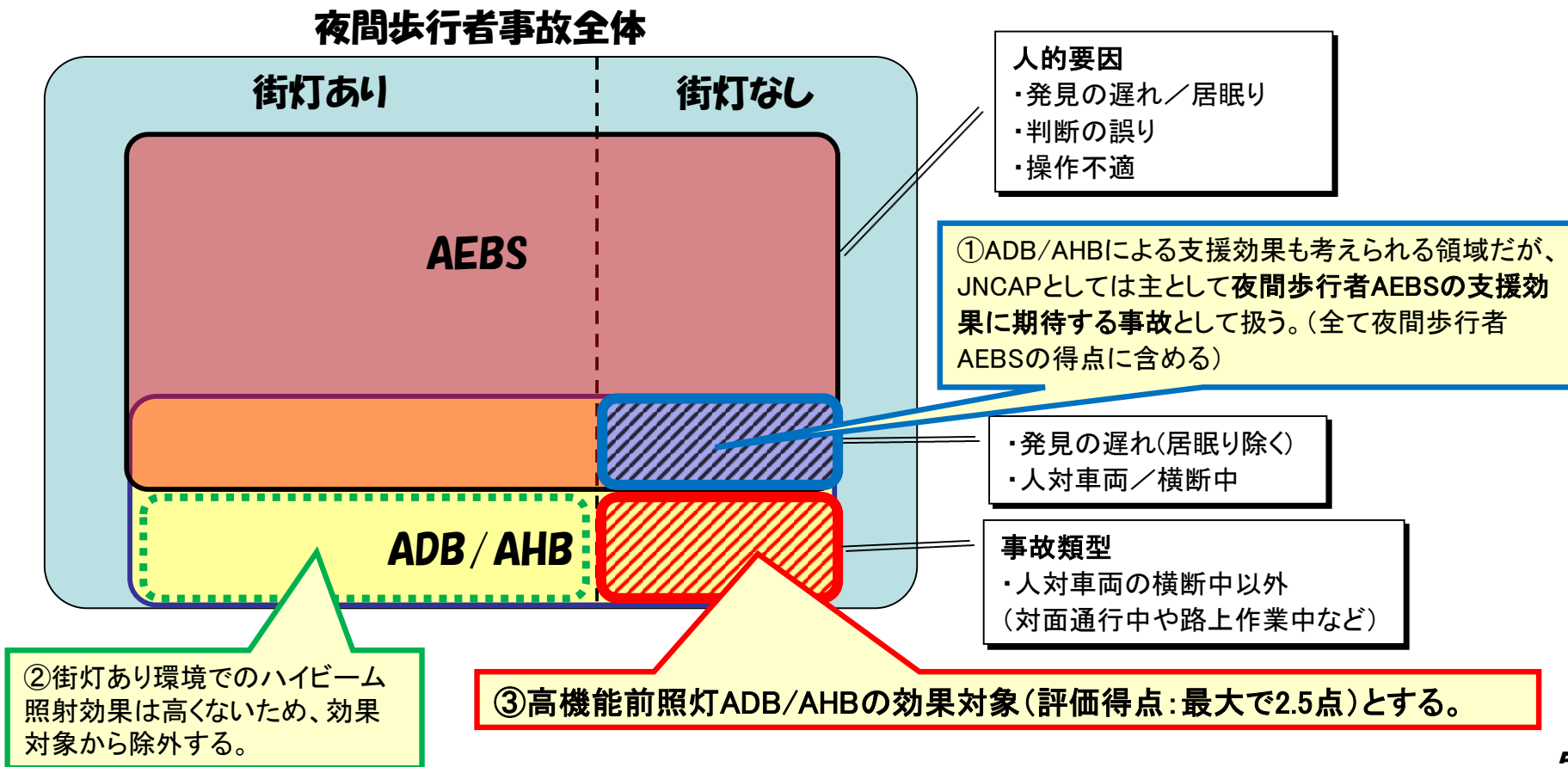


③ 評価開始までの課題整理

【今回検討会でご審議いただきたい事項】

○ 夜間歩行者AEBSとADB/AHBの評価点の重複対応

- ・照度条件も考慮しつつ、事故データの重複を防ぐための評価手法について検討した。
- ⇒ 夜間における被害軽減ブレーキと高機能前照灯の事故削減効果の重複部分については、夜間における被害軽減ブレーキ試験に含めて評価を行うものとして整理する。



【今回検討会でご審議いただきたい事項】

○街灯あり条件における照度設定値と衝突ポイント

- ・照明設置基準の指標やターゲットの見え方を統一する観点から、「**水平面**」および「**鉛直面**」の両方の照度を規定するのが妥当と考えられる。
 - ・また、昨年度の調査研究時の衝突ポイントではターゲット半身（進行側）が強く照らされ、実路の照明環境と異なることで、検出性能に影響を及ぼすことが懸念された。
- ⇒本年度の調査研究では衝突ポイントを変更してターゲットの見え方を改善するとともに、**試験時の照度設定値**について検討した。（次頁参照）

【夜間歩行者AEBS試験時の照度設定】

【今回検討会でご審議いただきたい事項】

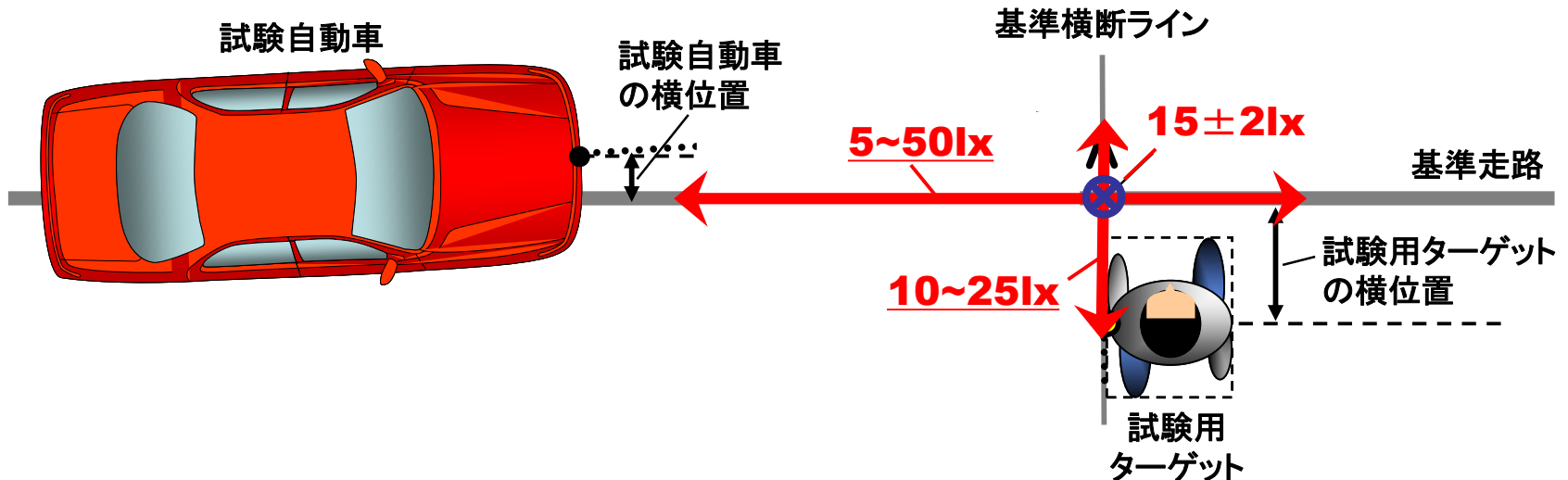
○試験法プロトコル案

3.5 照度条件

図3の座標原点における水平面照度及び鉛直面照度（基準走路と直交かつ試験自動車に面する側）は、いずれも $15 \pm 2lx^{(*1)}$ 以内であること。また、基準横断ライン上にあつては、座標原点に対して-6m（図の下側）から+1m（図の上側）の区間において、水平面照度及び鉛直面照度とも $10lx \sim 25lx^{(*1)}$ の範囲内にあること。さらに、基準走路上については、座標原点に対して-80m（図の左側）から+40m（図の右側）の区間において、水平面照度及び鉛直面照度とも $5lx \sim 50lx^{(*1)}$ の範囲内にあること。なお、これらの照度は全て試験路面から高さ $1.0m^{(*2)}$ の場所で測定すること。

(*1) 夜間歩行者事故地点の照度実態、およびEuro-NCAPとの協調を考慮して設定

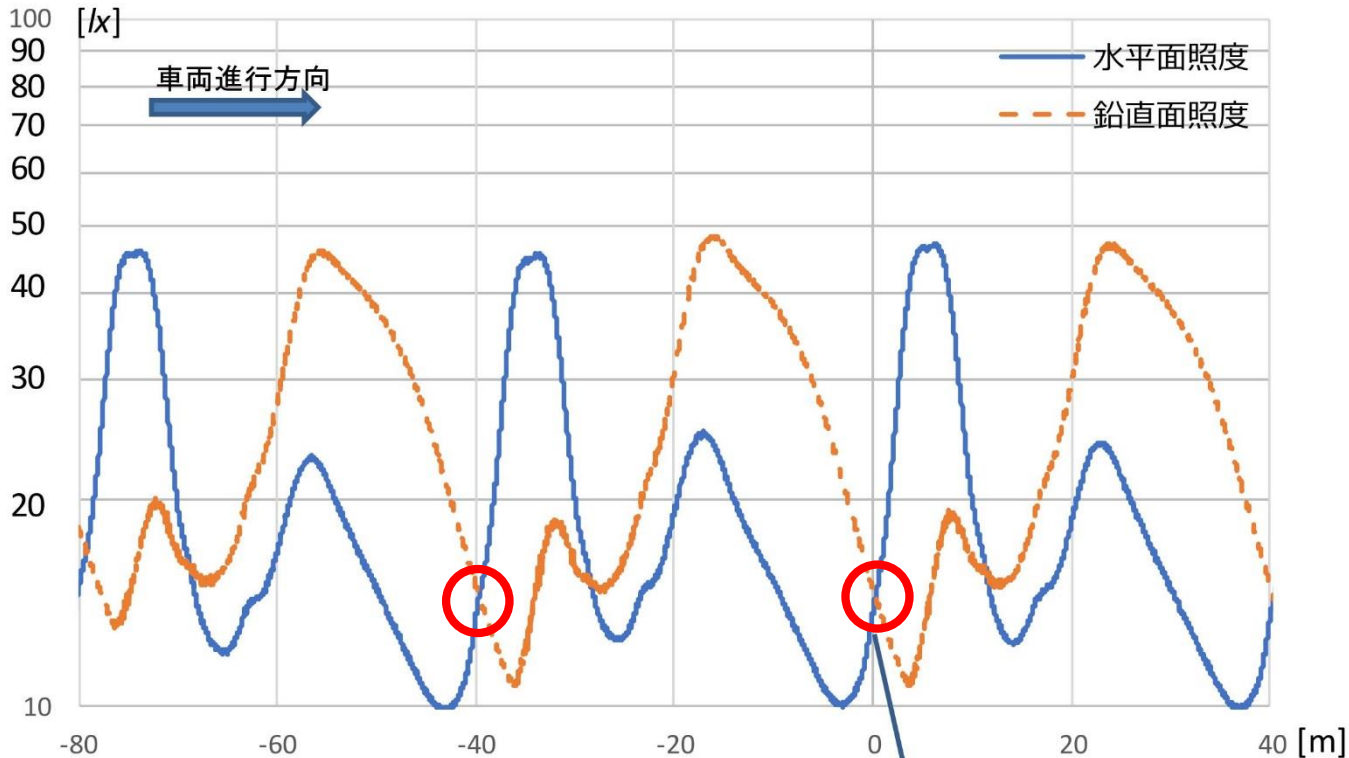
(*2) 道路照明施設設置基準における照度測定方法を参考に設定



【JARI試験路における照度確認結果】

20170708
作成：JARI

・車両経路の照度測定結果(15Lx目標)



照明コントロール設定
真横: 50%
斜め: 100%

水平面照度(衝突地点): 15.0Lx
鉛直面照度(衝突地点): 15.0Lx

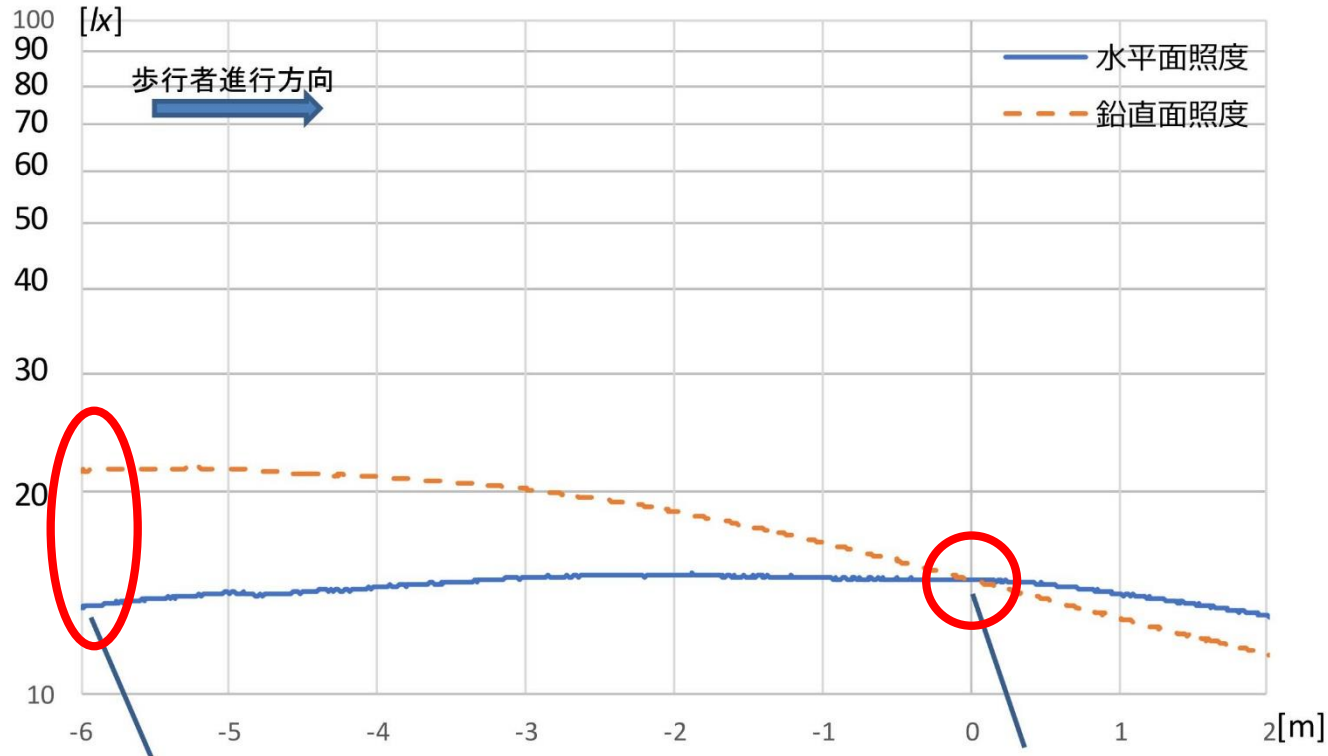
水平面照度最大値: 47.1lx, 最小値: 9.8lx (-80~40m)
鉛直面照度最大値: 48.5lx, 最小値: 10.7lx (-80~40m)

※グラフ中の0mは今回設定した衝突ポイント
(H29年度の対歩行者AEBS試験[昼間]の衝突地点から約1.7m手前)

【JARI試験路における照度確認結果】

20170708
作成: JARI

歩行者経路の照度測定結果 (15Lx目標)

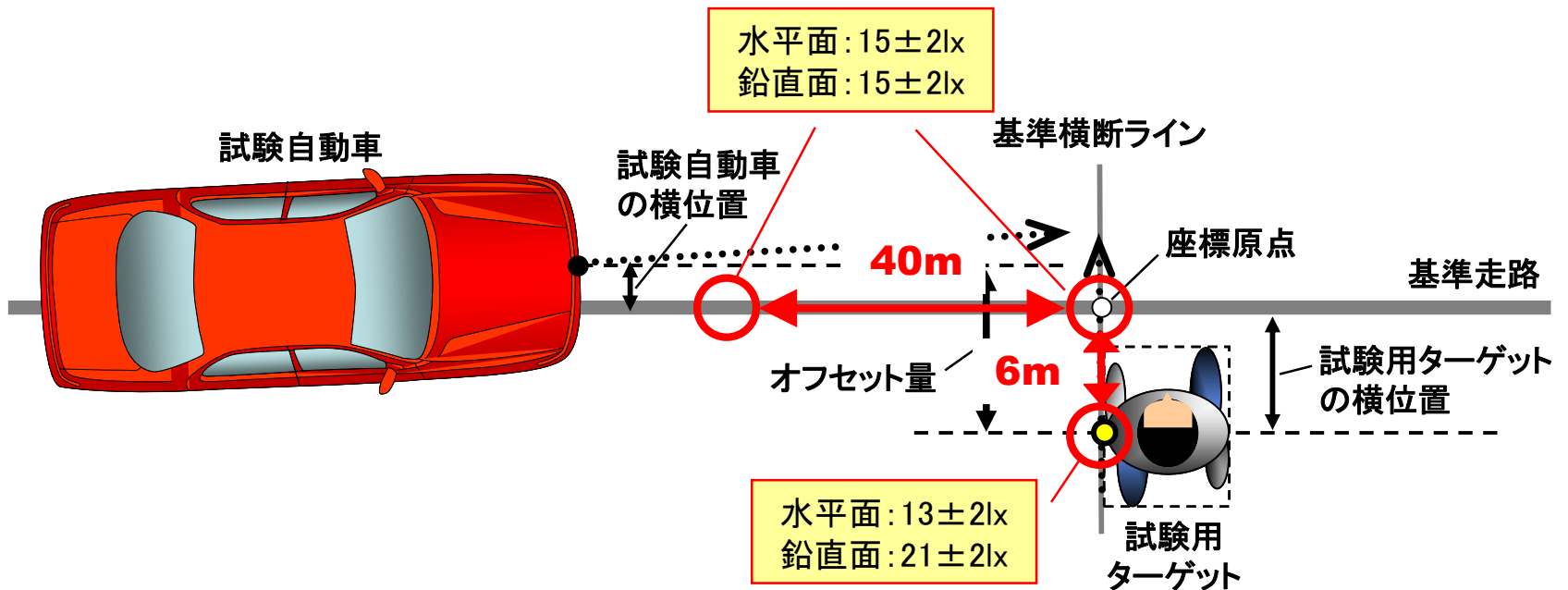


水平面照度 (6m地点) : 13.6lx
鉛直面照度 (6m地点) : 21.5lx

水平面照度 (衝突地点) : 15.0lx
鉛直面照度 (衝突地点) : 15.0lx

【JARI試験路における照度確認ポイント】

○試験前確認：下記3箇所の照度を測定することで、照明装置の不具合（輝度低下、角度ずれ等）を検証することが可能と考えられる。



③ 評価開始までの課題整理

○ 高機能前照灯の評価について

夜間の歩行者死亡事故は、大多数がロービーム走行において発生しており、また多くの場合にハイビームで走行していれば回避可能であった可能性が指摘されていることから、**自動切替型前照灯 (AHB)**と**自動防眩型前照灯 (ADB)**の事故低減効果を期待する。

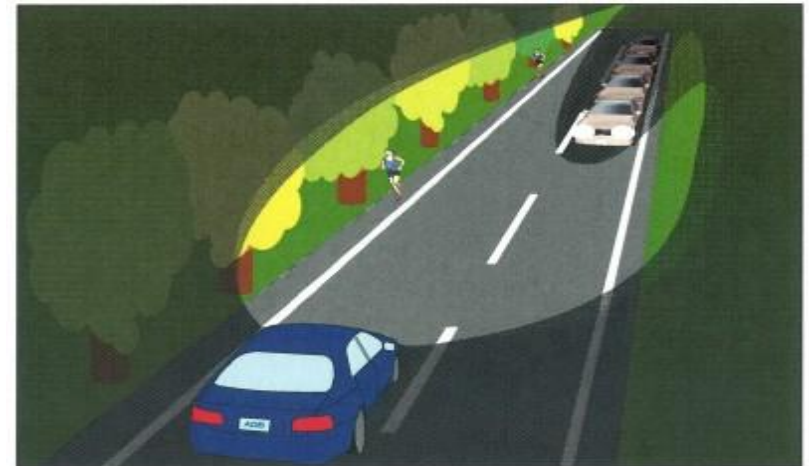
【ASV共通定義】

共通名称	定義	機能	備考
自動切替型前照灯 (AHB)	走行ビームとすれ違いビームが自動で切替わる前照灯	前方の対向車や先行車、対向自転車を検知し、すれ違いビームに自動的に切替える	UN ECE R48準拠
自動防眩型前照灯 (ADB)	相手車両に眩しさを与えないように走行ビームの照射範囲を可変制御する	前方の対向車や先行車、対向自転車を検知し、眩しさを与えないよう部分遮光することにより、走行ビーム同等の視界を確保する	UN ECE R48およびR123準拠

【現在現在販売されている装置の効果】

ADBは、対向車や前走車が在る状況においても歩行者に対してハイビーム相当の照射ができることから、AHBよりも事故低減効果が高いと考えられる。

装置によっては、特に周囲に街灯が少ない環境において、概ねハイビーム相当の照射で走行が続けられるADBも市場投入されている。



自動防眩型前照灯 (ADB) のイメージ

出典：小糸製作所ニュースリリース(2012)

ADB/AHB評価の位置づけ

性能評価試験	AEBS評価のように種々の条件設定の下に試験を実施し、その結果に応じて求められる評価点を付与
作動確認試験	旧LDWS評価のように特定の条件設定の下で簡易的な試験を実施し、装置が作動することを確認して一定の評価点を付与
装備加点	認証試験等により、装置の装備が証明される車種に対し、一定の評価点を付与
装備情報	認証試験等により、装置の装備が証明される車種に対し、その装備状況がパンフレット等に表記(評価点の設定なし)

- ・ADB/AHBの作動には道路上および路側の照明環境が大きな要因となるが、事故場面の環境は様々であり、代表的な環境を定義することが困難。
- ・反対に、網羅的に環境を再現しつつ各条件を設定(照明の数、位置、輝度・照度などの組み合わせ)して試験を行おうとすると多大な工数が必要となる。また、走行軌跡が作動にも影響する可能性もあり、運転操作ロボットが必須。



費用対効果の面では、性能試験や作動確認試験を実施するより、装備加点とした方が有効である(装備加点とすることは合意済)

高機能前照灯の事故低減効果

『死亡事故現場における装置の実路作動頻度調査』および『ハイビーム走行時のドライバ運転行動調査(参加者実験)』の結果をもとに、事故低減効果を試算した。

ADB/AHBの装備による『横断中の歩行者』に対しての事故の低減効果は比較的高いが、これらの事故についてはAEBSでの支援効果に期待することとし、『横断中以外の歩行者』の事故類型を評価対象とした場合、最大で2.5点(ADB)の事故低減効果が見込まれる。

【ADBによる速度域ごと事故低減効果(括弧内はAHB効果)】

		~30 km/h	31 km/h ~40 km/h	41 km/h ~50 km/h	51 km/h ~60 km/h	61 km/h~	合計	
事故類型	横断中	0.6 (0.2)	1.4 (0.3)	1.9 (0.5)	1.1 (0.3)	0.5 (0.1)	5.5 (1.4)	8.0 (2.2)
	横断中以外	0.5 (0.1)	0.7 (0.3)	0.6 (0.2)	0.5 (0.1)	0.2 (0.1)	2.5 (0.8)	

※表中の数字は、低減できる死亡・重傷事故件数を社会損失額より得点換算した値(1点:4.5億円)
 ※街灯なしの環境に相当する試算
 ※実路作動頻度調査結果をもとに、適合率・危険検出率を0.9(AHBは0.3)に設定
 ※参加者実験結果をもとに、安全作動率は安全不確認:0.9、前方不注意:0.6(AHBは0.4)に設定

【次回検討会でご審議いただきたい事項】

高機能前照灯の装備加点の付与方法

高機能前照灯(ADB/AHB)の装備加点(被害軽減ブレーキの効果と重複する部分を予めカットした部分)について、どのように得点を付与するか検討を行う(例:作動速度域に応じた評価点(ADB/AHBが低い速度域から作動する装置がより高い得点となる評価方法)。¹³

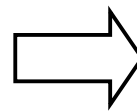
③ 評価開始までの課題整理

【次回検討会でご審議いただきたい事項】

○試験環境としてのターゲット背景の影響対応

・昨年度の調査研究において、コース奥に設置された**金属塀による反射**(照明灯や自転車前照灯)が、試験の結果に影響を及ぼすことが懸念された。

⇒試験走路の規定として、走路前方に余計な反射物や人工光源が無いことを明記すべきと考えられる。本年度の調査研究では**暗幕処理**による対策を検討し、その効果を確認した。



○試験効率化の検討

・第2段階において、「街灯なし」を「街灯あり」と同様の試験条件でフルに実施することは極めて困難。(工数と費用がほぼ倍増)

⇒ラップ率や歩行速度条件で採用した“**部分評価的な考え方**”を検討し、その妥当性(補正精度など)を検証するための調査研究を継続する必要がある。

④夜間AEBS評価開始までのタイムスケジュール

～2016年12月	事故分析、試験シナリオ、試験条件、評価得点の検討
2017年 1月	試験設備(夜間照明)の導入、照度環境の調整
2～3月	試験条件や性能実態に関する調査研究 冬季温度問題への対応策やダミー挙動の確認方法検討
4～7月	照度環境の設定、背景対策の実施 試験法・評価法プロトコル案の作成
8～10月	JAMA調査研究(2台実施)
11月	NASVA調査研究(1台目) 試験法・評価法プロトコルの提案 ⇒ 照会
<hr/>	
12月	NASVA調査研究(2台目)
2018年 1月	試験条件や評価方法の最終合意
2月	試験法・評価法プロトコルの最終案作成
3月	試験方法の確認会 試験法・評価法プロトコル案の承認 ⇒ 発行
4月～	アセス試験開始
?月	一斉公表?

參考資料

(参考) 事故実態に応じた試験車速別の配点案(第1段階)

○「街灯あり条件」を対象としたときの得点計算

街灯あり条件に割り当てられる得点

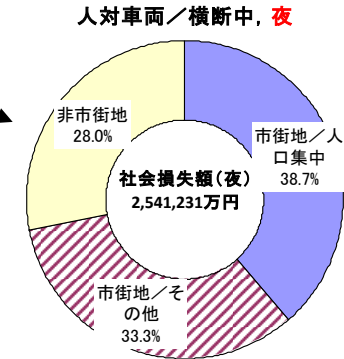
=80点(対象事故全体)×0.245(薄暮時間帯の割合)

+80点×0.437(薄暮を除く夜間事故の割合)×0.720(市街地割合)×0.814(1Lux以上の事故地点割合)

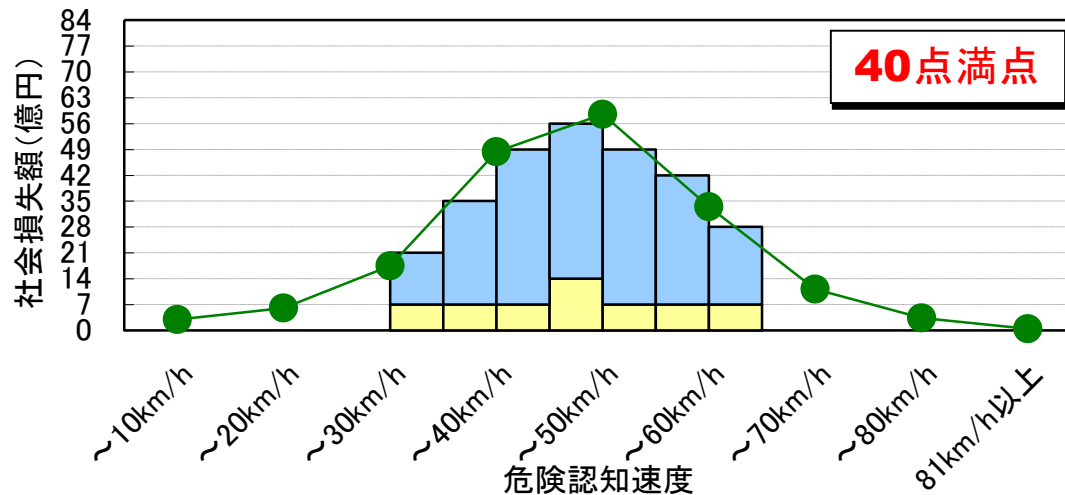
=80点×0.501

=**40点** (「街灯なし条件」は**15点**)

遮蔽シナリオ別に分けると、**CPF:32点**、**CPFO:8点** (CPF:CPFO=4:1)となり、
車速条件別に重み付けした配点案は以下の通り。



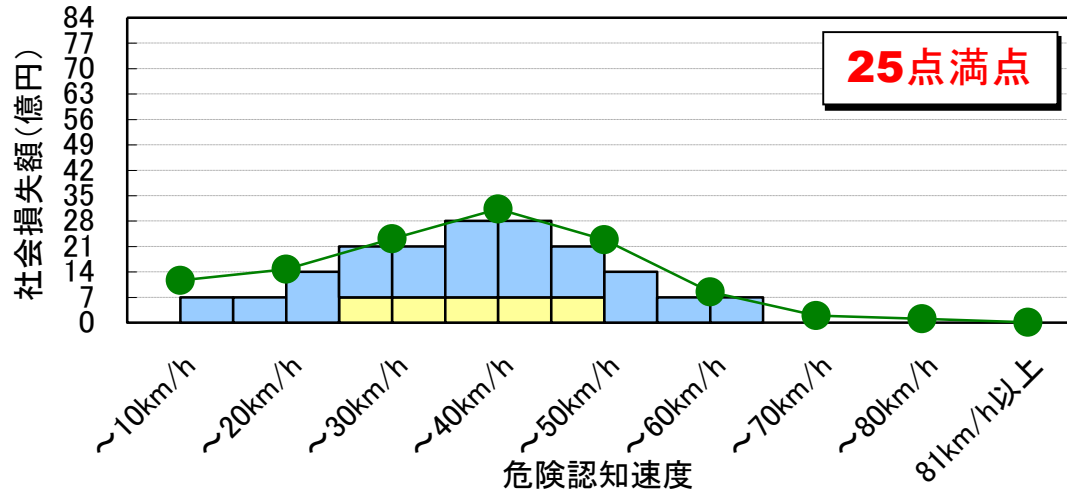
横断中(飛び出し除外), 夜間(街灯あり条件)



車速条件	遮蔽なし	遮蔽あり
10km/h	-	-
15km/h	-	-
20km/h	-	-
25km/h	-	-
30km/h	2	1
35km/h	4	1
40km/h	6	1
45km/h	6	2
50km/h	6	1
55km/h	5	1
60km/h	3	1
合計	32	8

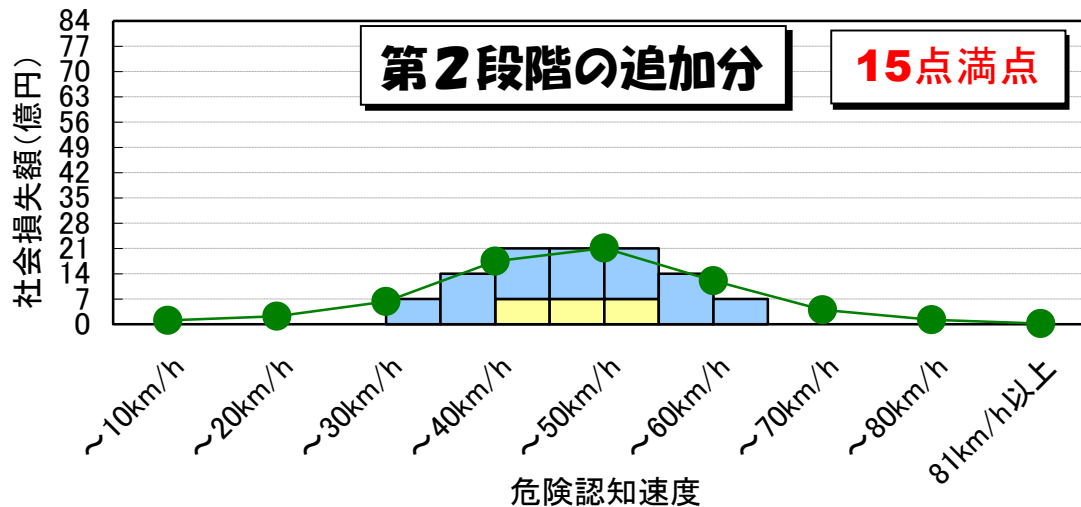
(参考) 事故実態に応じた試験車速別の配点案

横断中(飛び出し除外), 昼間



車速条件	遮蔽なし	遮蔽あり
10km/h	1	-
15km/h	1	-
20km/h	2	-
25km/h	2	1
30km/h	2	1
35km/h	3	1
40km/h	3	1
45km/h	2	1
50km/h	2	-
55km/h	1	-
60km/h	1	-
合計	20	5

横断中(飛び出し除外), 夜間(街灯なし条件)



車速条件	遮蔽なし	遮蔽あり
10km/h	-	-
15km/h	-	-
20km/h	-	-
25km/h	-	-
30km/h	1	0
35km/h	2	0
40km/h	2	1
45km/h	2	1
50km/h	2	1
55km/h	2	0
60km/h	1	0
合計	12	3

調査研究における試験条件

- ・下線付きパラメータが標準条件、それ以外は確認用／部分評価用条件
- ・車速条件は30～60km/h or 衝突速度40km/h程度まで
- ・確認用条件は、代表車速50km/h or 標準条件における衝突開始車速付近で実施
- ・部分評価用条件は、30～60km/hまで可能な範囲で実施
- ・試験手順は昼間試験と同様(N=3、10km/h飛ばしあり)
- ・回避／非作動確認はN=1～2、バラつき大の条件はN=5程度

- ①設定衝突ポイント(オフセット) : 25%、50%、75%
- ②歩行速度 : 5km/h、8km/h
- ③ターゲットの上着色の影響 : 黒色、白色、グレー
- ④背景処理の影響 : 暗幕処理の有り、無し
- ⑤街灯なし条件の予備検討 : 照明オフ
- ⑥前照灯条件の影響 : ハイビーム(自動)、ロービーム

事故地点でのADB作動率調査の概要

●調査の目的

ADBの妥当な評価点(事故低減効果)を見極めるため、実路の事故地点における装置作動状態に関するデータを取得する。

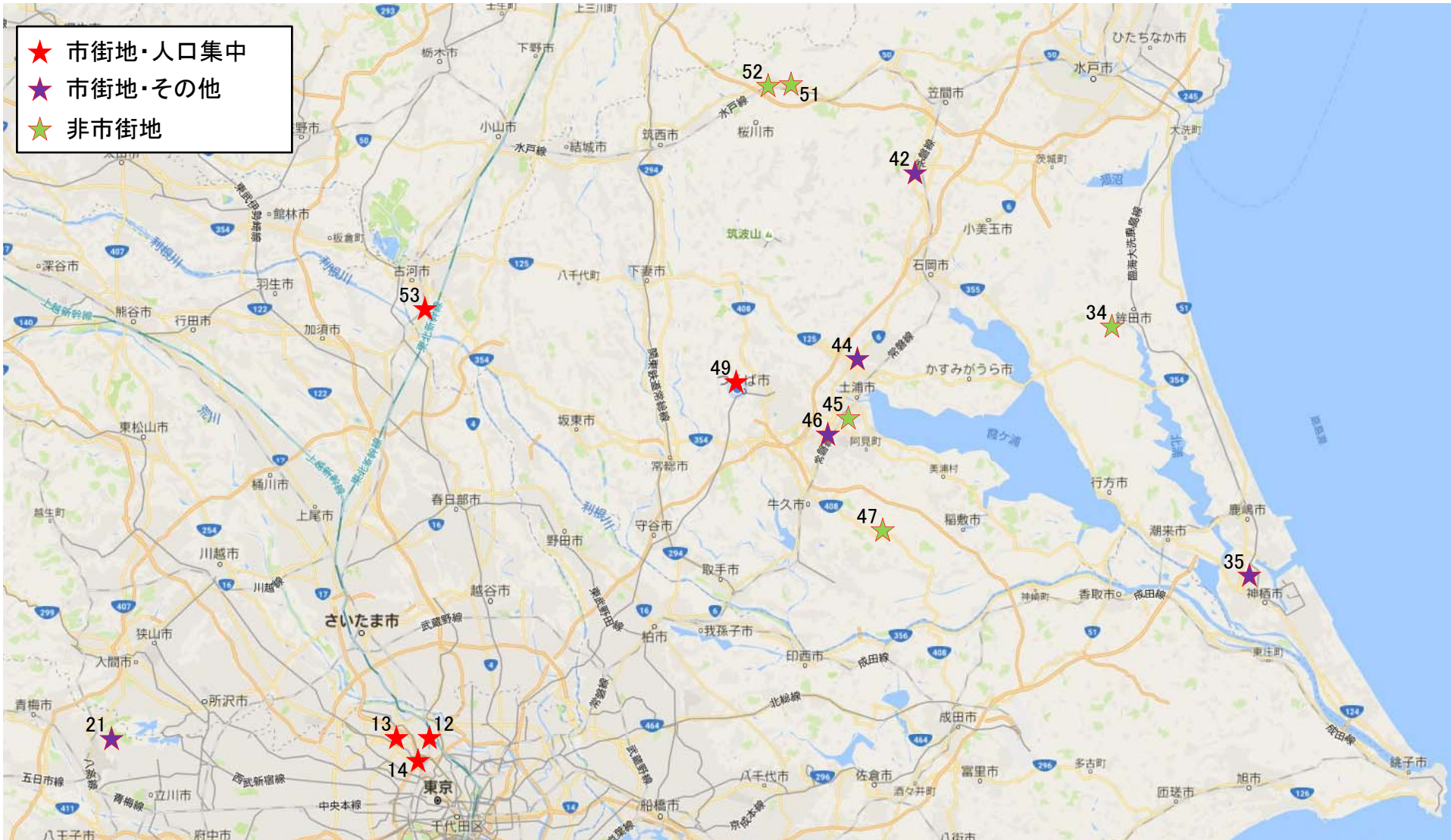
●実施の概要

警視庁と茨城県警が公表しているH26年中の夜間歩行者死亡事故発生地点(53地点)より、それらの照度環境を代表する15地点を選定し、各地点付近でのADB作動状態等のデータを取得した。

【調査車両】

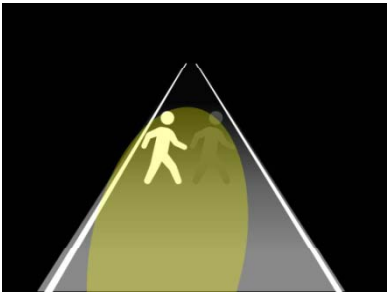
車両識別	制御方式	センサ方式	作動速度域
車両A	LED点消灯(セグメント:多)	カメラ	15km/h以上
車両B	メカ式(シェード+スイブル)	カメラ	30km/h以上
車両C	LED点消灯(セグメント:少)	カメラ	40km/h以上

調査地点(茨城県:11地点、東京都:4地点)

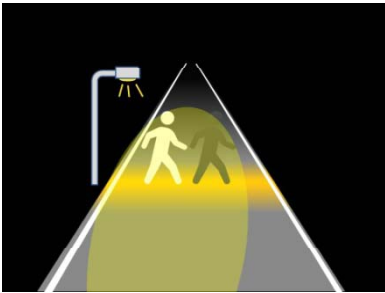


経路A: 地点53 → 地点21 → 地点14 → 地点13 → 地点12 それぞれの車両で各事故地点
 経路B: 地点35 → 地点34 → 地点42 → 地点51 → 地点52 を調査する曜日と時間帯が同じ
 経路C: 地点47 → 地点45 → 地点46 → 地点44 → 地点49 になるよう調整

選定した調査地点の内訳



(a) 付近に照明がない



(b) 直上のみに照明がある

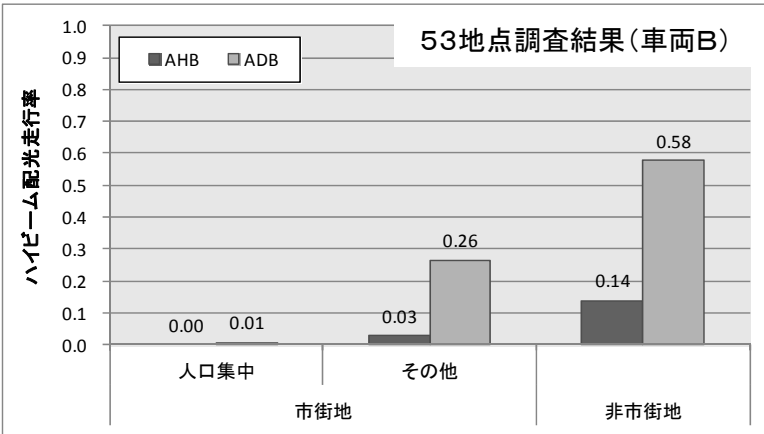


(c) 背景にのみ照明がある

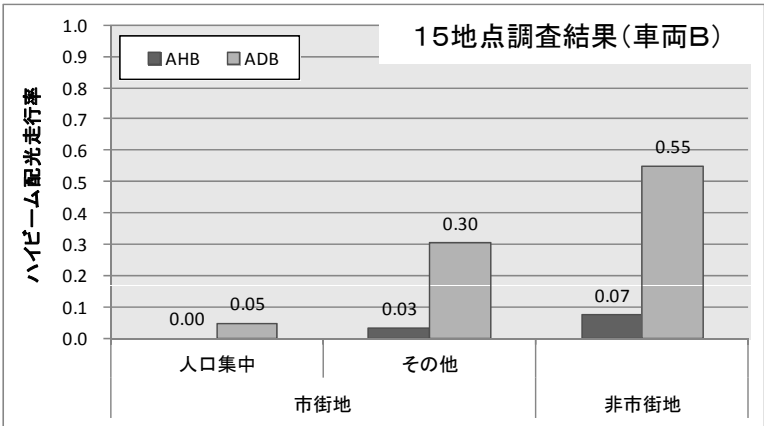


(d) 連続的に照明がある

53地点	a環境	b環境	c環境	d環境	合計
市街地 人口集中	6	7	5	19	37
市街地 その他	3	0	0	3	6
非市街地	7	1	2	0	10



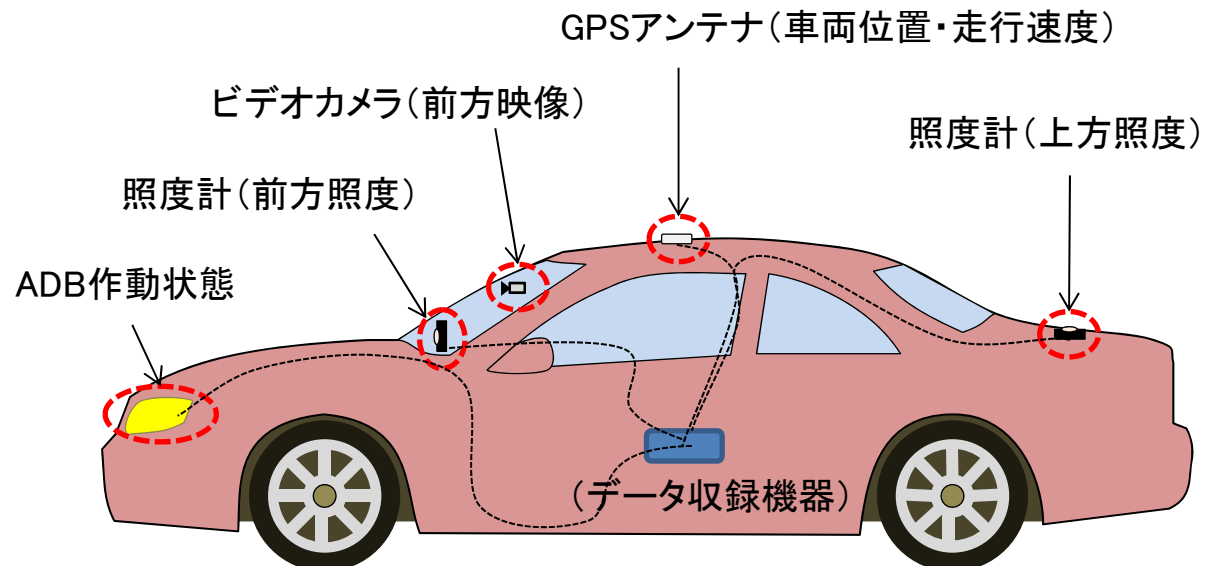
15地点	a環境	b環境	c環境	d環境	合計
市街地 人口集中	1	1	1	2	5
市街地 その他	3	0	0	2	5
非市街地	3	1	1	0	5



ADB作動状態のデータ取得方法

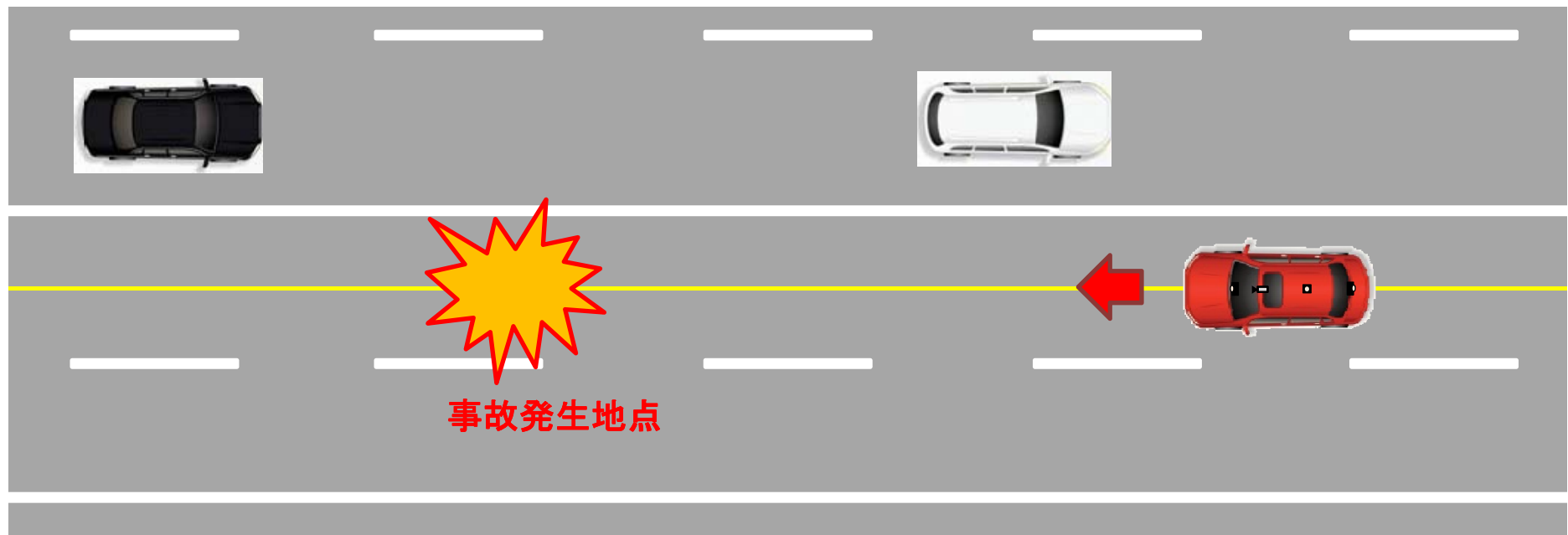
計測項目	計測方法
前方照度	照度計
上方照度	照度計
車両位置	GPS
車両速度	GPS
前方映像	カメラ
ライト状態	LIN信号／シェード作動電圧

ライト状態は、Loビーム／偏光ビーム／Hiビーム3つ何れのライト状態であるのかを判別することができる最低限の信号のみを計測



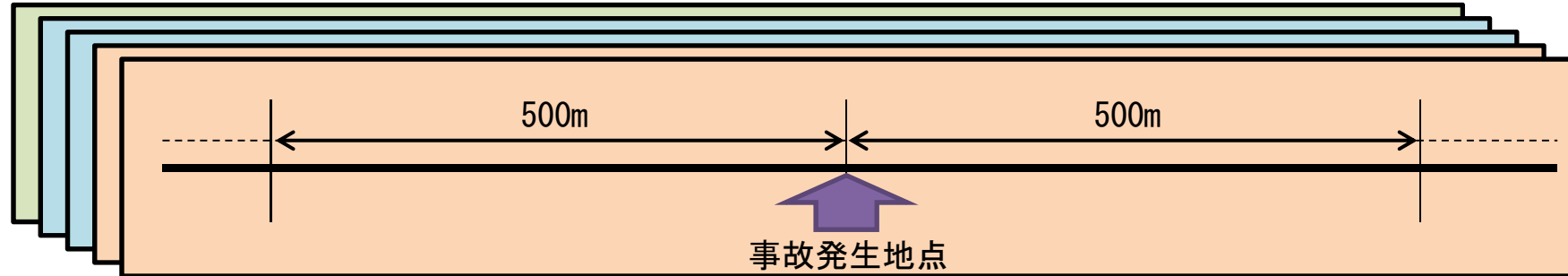
調査時の走行とデータ解析の方法

- 各事故発生地点を含む路線を、事故車両と同方向に走行するデータを3回ずつ計測
- 調査車両には、運転者のほか、助手席および運転席後ろにそれぞれ計測員が同乗
- その他の走行ルールは以下のとおり
 - ・当該路線の最高速度程度で車線中央付近を走行する
 - ・先行車が在る場合には、おおよそ2秒程度の車間時間を目安に追従する
 - ・交差点では、信号や一時停止の標示を遵守する(計測データは停止を含む場合がある)



ADB作動状態のデータ解析結果

事故発生地点の前後500mについて、ADBが作動(偏光ビーム/Hiビーム)した距離を算出
完全Hiビームになっていた場合、AHBであっても作動したであろうとみなした作動距離を推定



※各事故地点において走行した3回のうち、最も作動距離が長かった走行のデータのみを採用

地形	車両	のべ解析距離	ADB作動距離	AHB相当作動距離
(a)付近に照明なし (7地点)	車両A	6,135m	5,992m	1,634m
	車両B	6,317m	3,312m	456m
	車両C	6,091m	2138m	893m
(b)直上のみに照明 (2地点)	車両A	2,000m	1,919m	123m
	車両B	2,000m	585m	0m
	車両C	2,000m	487m	281m
(c)背景にのみ照明 (2地点)	車両A	2,000m	542m	107m
	車両B	2,000m	22m	0m
	車両C	1,970m	151m	55m
(d)連続的に照明 (4地点)	車両A	3,454m	1,401m	315m
	車両B	3,310m	0m	0m
	車両C	3,624m	0m	0m



(a) 付近に照明がない



(b) 直上のみに照明がある



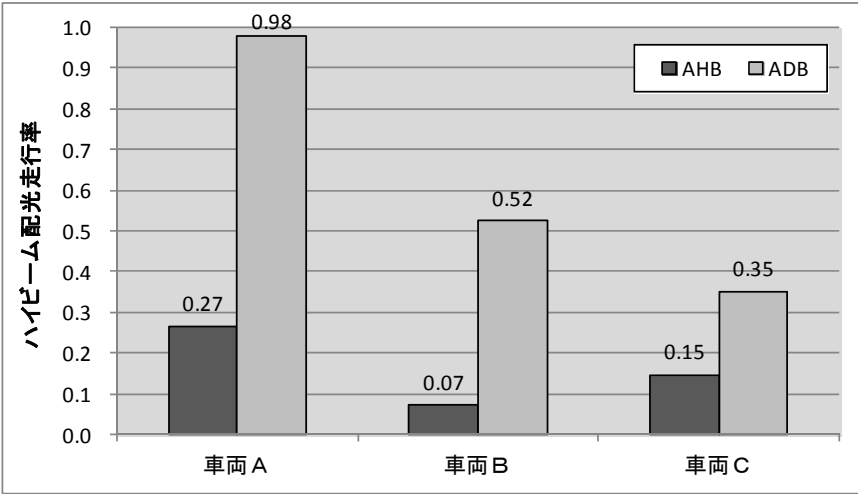
(c) 背景にのみ照明がある



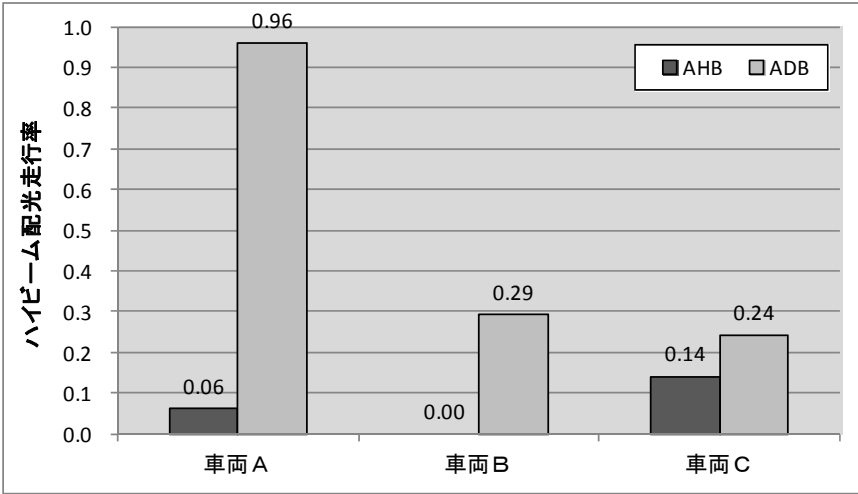
(d) 連続的に照明がある

事故地点でのADB作動率

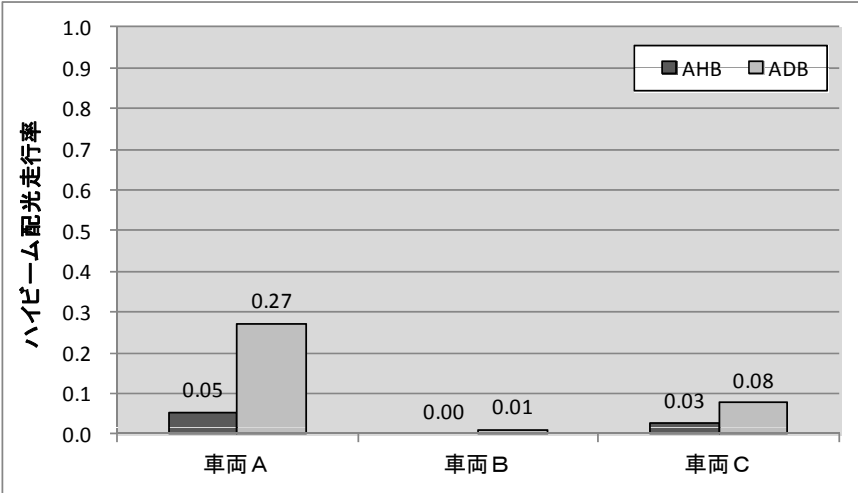
●照度環境ごとにADBで走行していた割合を算出



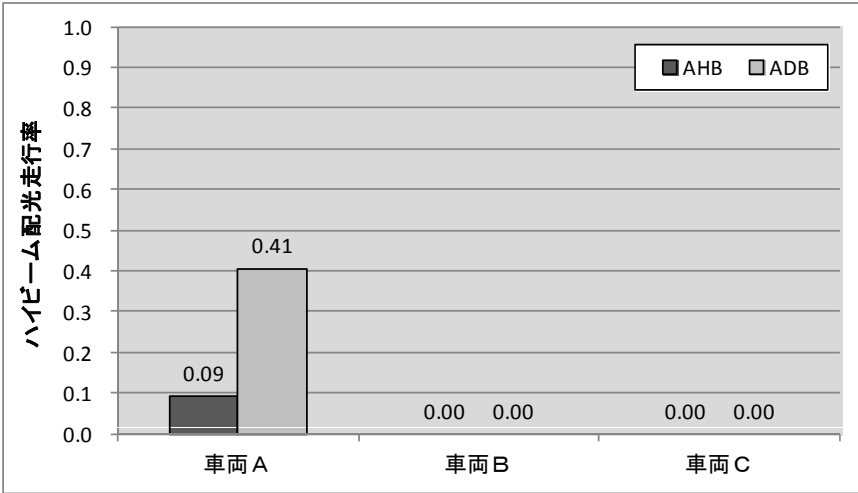
(a)付近に照明なし



(b)直上のみに照明



(c)背景にのみ照明

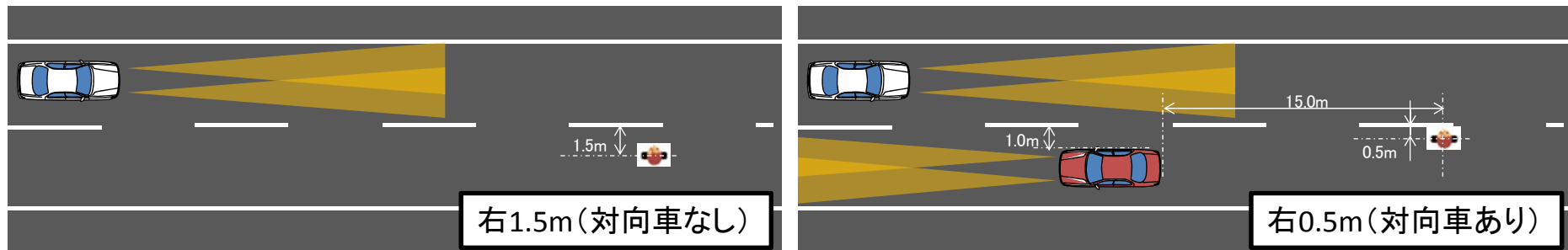


(d)連続的に照明

ハイビーム走行の効果検証実験の概要

夜間の城里テストセンター外周路(1周おおよそ6km)において参加者実験を行い、ロービームとハイビームのそれぞれで走行した場合に歩行者発見遅れが生じる可能性の差異(安全作動率)を検証した。実験では、安全不確認と前方不注意(漫然運転)の2つのドライバ状態を想定した。

●データ取得場面:前照灯条件(Hi/Lo)×2場面



実験車:トヨタカローラアクシオ



対向車:トヨタプログレ

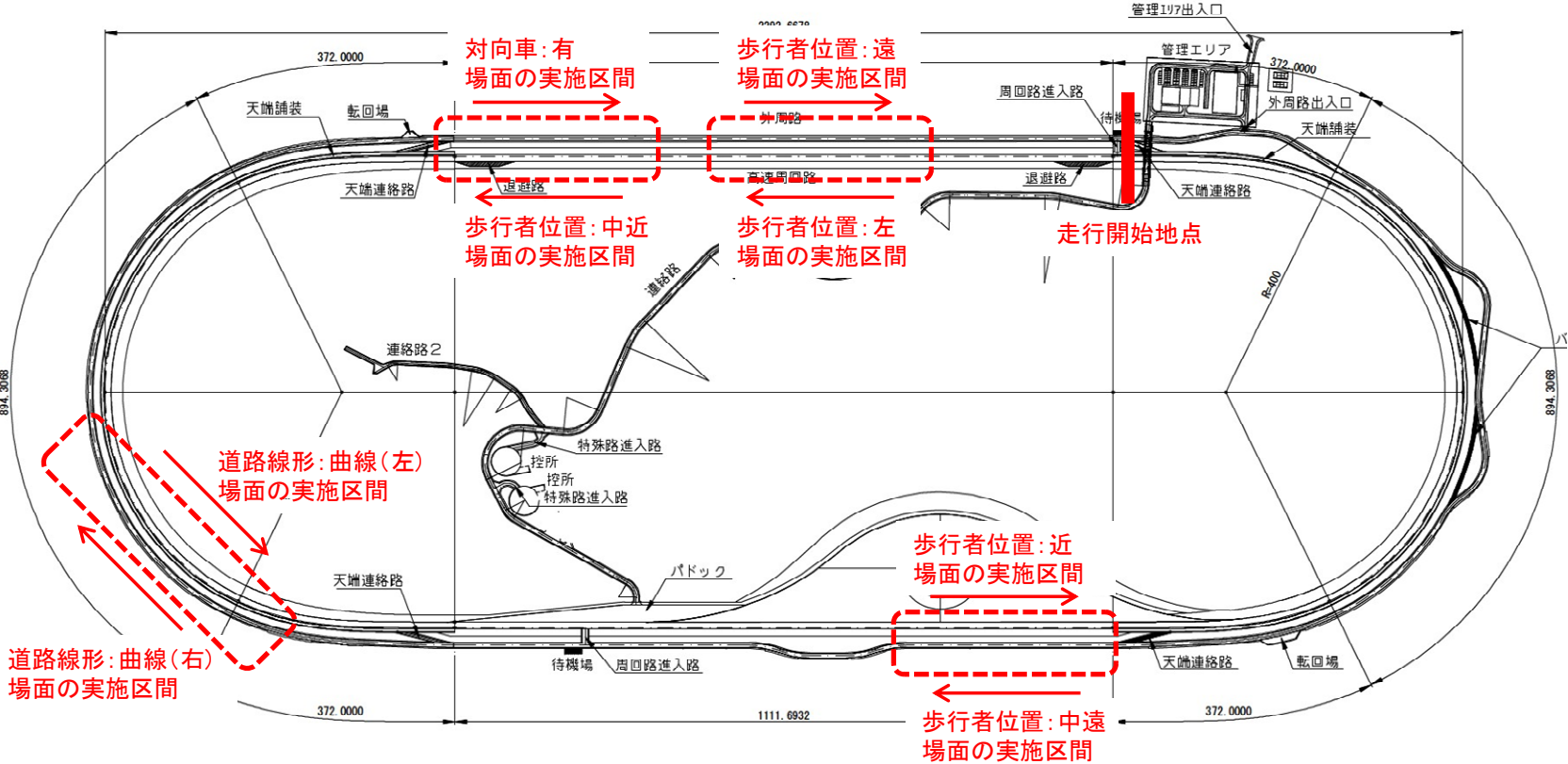


歩行者マネキン

データ取得方法(安全不確認を想定した実験)

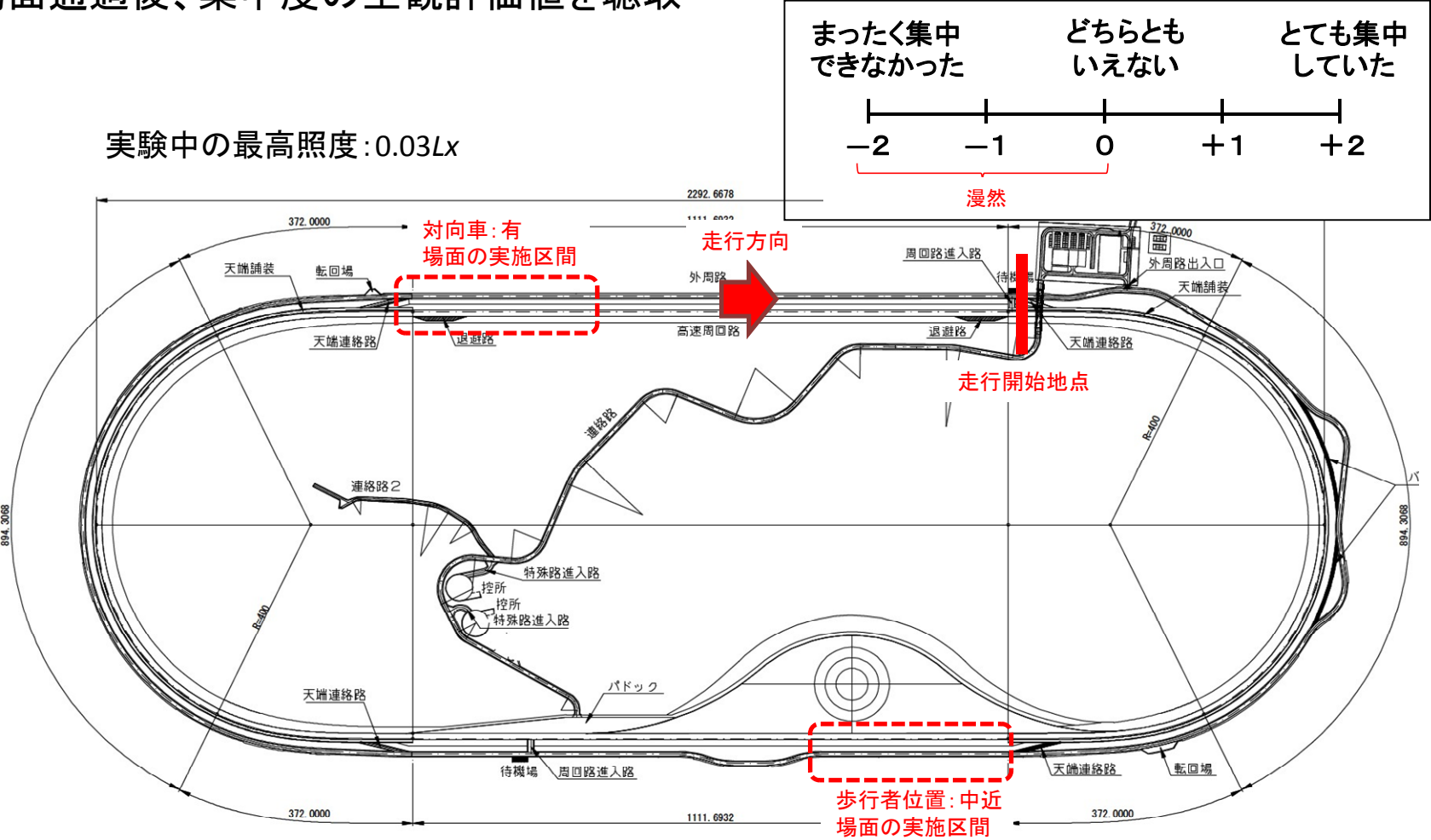
- ・一般ドライバ26名(24歳~54歳)が参加
- ・各ドライバはコースをHiビーム/Loビームの状態にて2周ずつ(右回りと左回りで各1周)走行し、各前照灯条件でデータ取得場面を各1回ずつと別途6つの歩行者遭遇場面を経験
- ・走行中において歩行者(マネキン)を発見したら、即座にハンドル上のボタンを押す

実験中の最高照度:0.06Lx



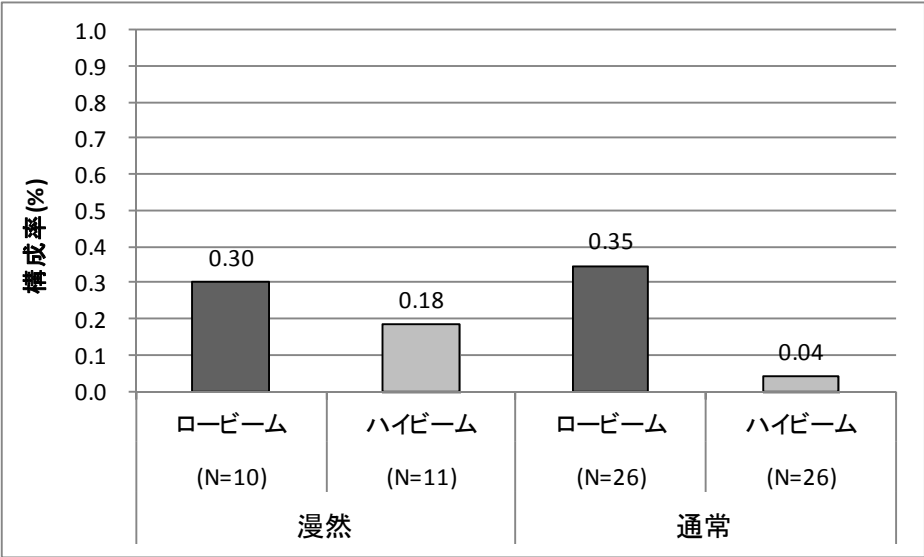
データ取得方法(前方不注意を想定した実験)

- ・一般ドライバ32名(24歳~58歳)が参加し、それぞれコースを50分間程度(5~7周)走行
- ・予め指定されたHiビーム/Loビームのいずれかにて走行中、データ取得場面を各1回ずつ経験し、歩行者(マネキン)を発見次第、即座にハンドル上のボタンを押す
- ・場面通過後、集中度の主観評価値を聴取

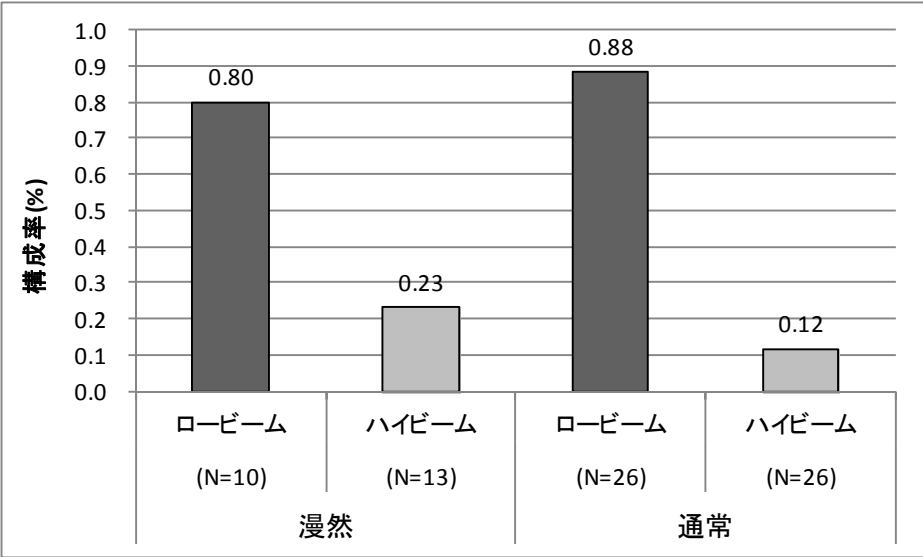


ハイビーム走行の効果検証結果

●歩行者発見タイミングがTTC<3.0秒のドライバーの割合を算出



右1.5m(対向車なし)場面



右0.5m(対向車あり)場面

【発見遅いドライバー低減率】	(漫然)前方不注意	(通常)安全不確認
右1.5m(対向車なし)場面	0.39	0.89
右0.5m(対向車あり)場面	0.71	0.87

安全不確認事故に対するの安全作動率: AHB・ADBともに0.9

前方不注意事故に対するの安全作動率: AHBは0.4、ADBは0.4~0.7

対象とする事故

昼夜	進行方向	事故類型	地形	人的要因	係数(薄暮)	係数(街灯)	AEBS (街灯あり)	AEBS (街灯なし)	ADB		
夜	直進	人対車両／横断中	市街地	発見の遅れ(居眠り)	薄暮:0.35	—	●		ハイビーム効果小		
				発見の遅れ(居眠り以外)			●				
				判断の誤り等			●				
				操作上の誤り(踏み間違い以外)			●				
			非市街地	発見の遅れ(居眠り)			●				
				発見の遅れ(居眠り以外)			●				
				判断の誤り等			●				
				操作上の誤り(踏み間違い以外)			●				
		人対車両／横断中以外	市街地	発見の遅れ(居眠り)	薄暮以外:0.65	街灯あり:0.81	●				
				発見の遅れ(居眠り以外)			●				
				判断の誤り等			●				
				操作上の誤り(踏み間違い以外)			●				
			非市街地	発見の遅れ(居眠り)		街灯なし:0.19	●		●		AEBSに含めて評価
				発見の遅れ(居眠り以外)			●				
				判断の誤り等			●				
				操作上の誤り(踏み間違い以外)			●				
市街地	街灯あり:0.81	発見の遅れ(居眠り)	薄暮以外:0.65	街灯あり:0.81	●			ハイビーム効果小			
		発見の遅れ(居眠り以外)			●						
		判断の誤り等			●						
		操作上の誤り(踏み間違い以外)			●						
非市街地	街灯なし:1.00	発見の遅れ(居眠り)	街灯なし:1.00	街灯なし:1.00	●		●	AEBSに含めて評価			
		発見の遅れ(居眠り以外)			●						
		判断の誤り等			●						
		操作上の誤り(踏み間違い以外)			●						

- “街灯あり”環境でのハイビーム照射効果は高くないと考え、効果対象から除外する。
- “横断中”の事故においては、ADB/AHBによる支援効果も考えられる領域だが、JNCAPとしては主として夜間歩行者AEBSの支援効果に期待する事故として扱うこととし、効果対象から除外する。

対象とする事故件数とADB低減効果(ADB)

危険認知速度	人的要因	地形	事故件数		明環境を除く		適合率 危険検出率	安全作動率	普及率	事故低減効果				
			死亡	重傷	死亡	重傷				死亡	重傷	評価点		
全車速	安全不確認	市街地	18	161	1	11	0.9	0.9	1.0	1	9	2.5		
		非市街地	5	43	2	15				1	12			
	前方不注意	市街地	92	198	6	13		0.6		3	7			
		非市街地	89	148	31	52				17	28			
30km/h超	安全不確認	市街地	13	37	1	2		0.9		0.9	1.0	1	2	2.0
		非市街地	3	19	1	7						1	5	
	前方不注意	市街地	85	128	6	9				0.6		3	5	
		非市街地	86	117	30	41						16	22	
40km/h超	安全不確認	市街地	8	9	1	1	0.9		0.9	1.0		0	0	1.3
		非市街地	2	8	1	3						1	2	
	前方不注意	市街地	47	53	3	4			0.6			2	2	
		非市街地	64	68	22	24						12	13	
50km/h超	安全不確認	市街地	2	3	0	0		0.9	0.9		1.0	0	0	0.7
		非市街地	1	3	0	1						0	1	
	前方不注意	市街地	19	11	1	1			0.6			1	0	
		非市街地	38	25	13	9						7	5	
60km/h超	安全不確認	市街地	1	2	0	0	0.9		0.9	1.0		0	0	0.2
		非市街地	0	0	0	0						0	0	
	前方不注意	市街地	6	5	0	0			0.6			0	0	
		非市街地	9	5	3	2						2	1	