

道路環境が利用者の運転と 評価に与える影響の分析

リスク工学専攻 第3班

小関 大紀 江山 小林 佑行 志賀 祐紀
アドバイザー教員 糸井川 栄一

▶ 1

目次

- 研究背景
- 関連研究
- 研究目的
- 実験環境
- 実験内容
- 実験結果
- 考察

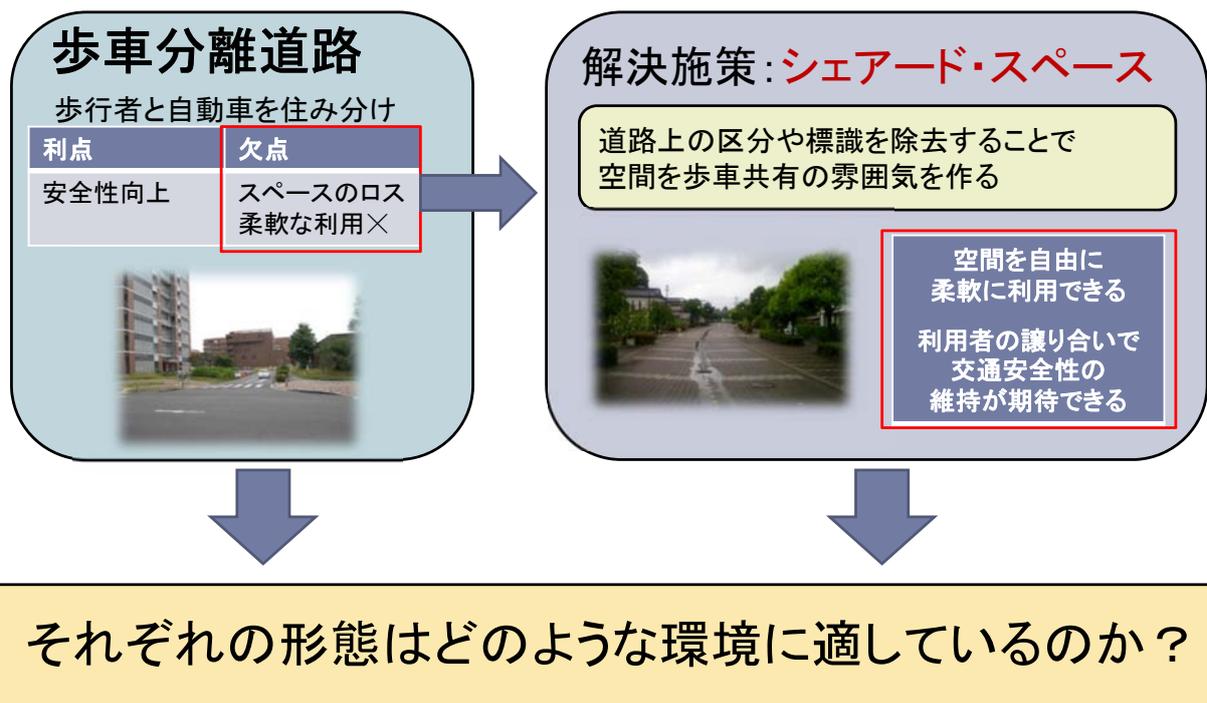
▶ 2

目次

- **研究背景**
- 関連研究
- 研究目的
- 実験環境
- 実験内容
- 実験結果
- 考察

▶ 3

シェアード・スペース導入上の問題



▶ 4

目次

- 研究背景
- 関連研究
- 研究目的
- 実験環境
- 実験内容
- 実験結果
- 考察

▶ 5

英語文献

海外のシェアード・スペースの事例 [1,2]

実施前



実施後



実施内容

信号灯・標示塔・縁石の除去

赤色のレンガ塗装に変更

年間交通被害者

実施前

実施後

1.6人

0人

問題点: 定量的な評価なし

▶ 6

京都市の実験 [3]

実験内容

白線の除去

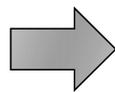
カラー舗装



実施前

実施後

シェアード・スペースの効果あり



問題点: 効果要因がどれか分からない

▶ 7

[3] 京都市シェアード・スペース検討協議会 京都市シェアード・スペース実証実験について 平成23年

橋本らの研究 [4]

実験内容



研究者

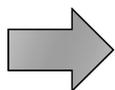
何km/hで走る?

40km/h

30km/h

被験者

街路空間で走行速度を抑制できる可能性

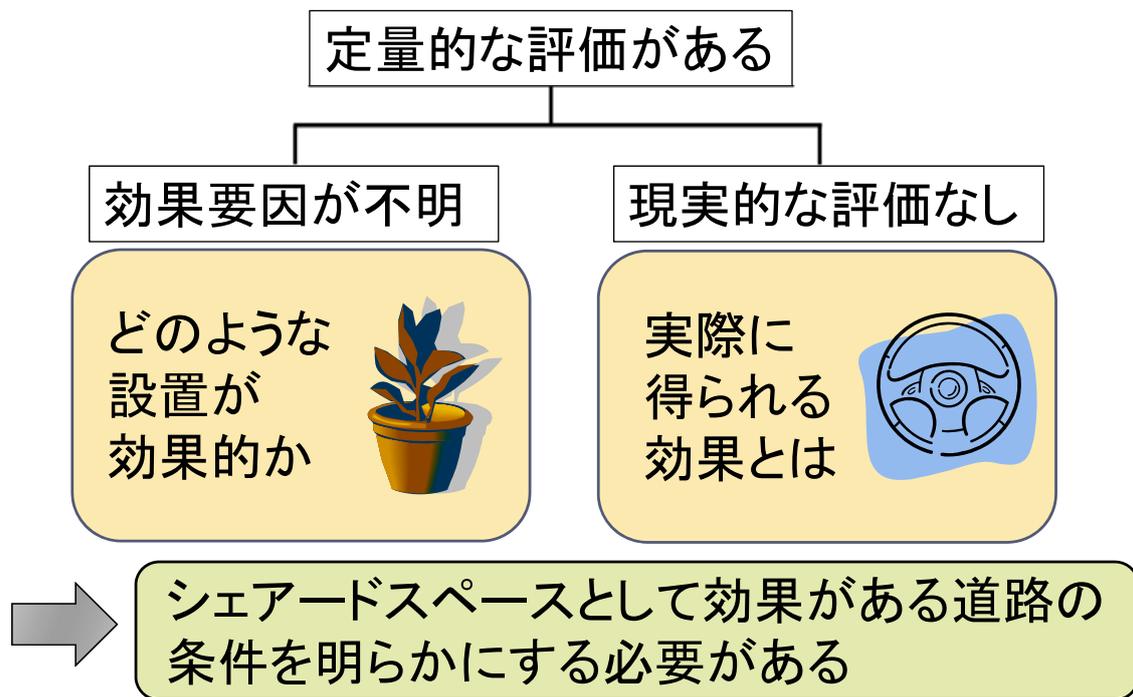


問題点: 現実の状況に近い評価なし

▶ 8

[4] 橋本成仁, 谷口守, 吉城秀治, 水嶋晋作 ドライバ意識に着目した街路空間による自動車走行速度抑制の可能性 土木計画学研究・論文集 vol.27 no.3 2010年

関連研究のまとめ



▶ 9

目次

- 研究背景
- 関連研究
- **研究目的**
- 実験環境
- 実験内容
- 実験結果
- 考察

▶ 10

研究目的

効果的にシェアード・スペースを導入するには



道路形態や環境要因が利用者の運転と評価に
どのような影響を与えるかを明らかにする

客観的データでの検証



主観的データでの検証



本研究の新規性



要因を統制した動的な環境



▶ 11

目次

- 研究背景
- 関連研究
- 研究目的
- **実験環境**
- 実験内容
- 実験結果
- 考察

▶ 12

実験環境



- FORUM8社製定置型ドライビングシュミレーター (UC/Win - road8.0)
- シェアード・スペースを模擬した環境を構築
- 実験協力者を募り実験を行う

▶ 13

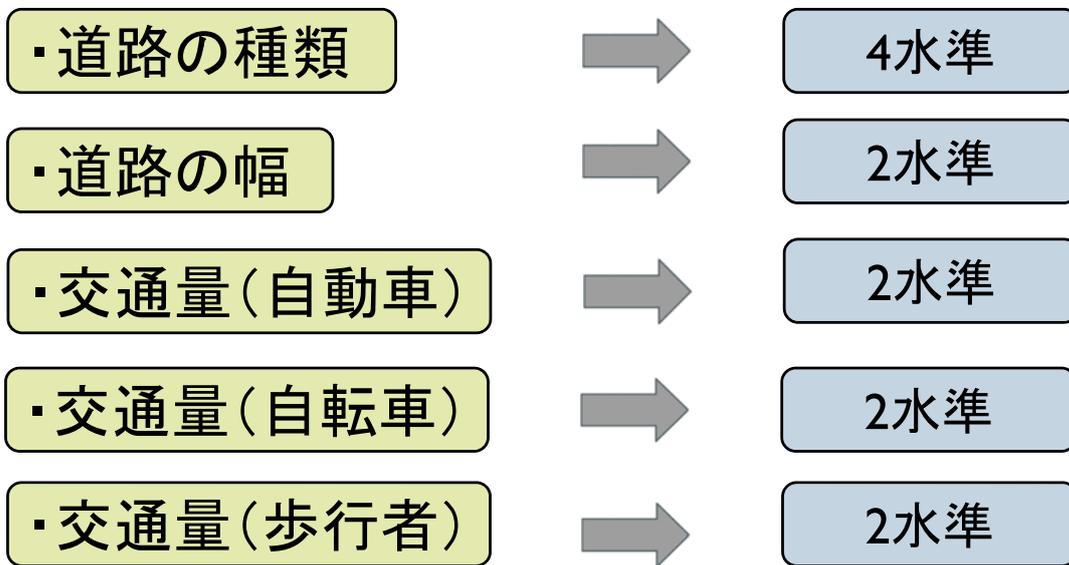
目次

- 研究背景
- 関連研究
- 研究目的
- 実験環境
- **実験内容**
- 実験結果
- 考察

▶ 14

本実験で扱う要因の種類

▶ DSを用いて道路環境を構築

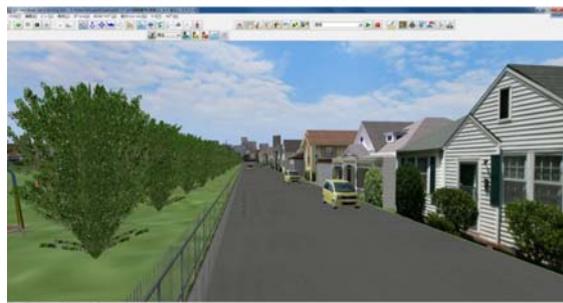


▶ 15

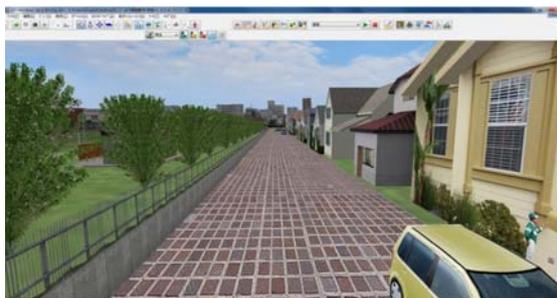
道路の種類 (4水準)



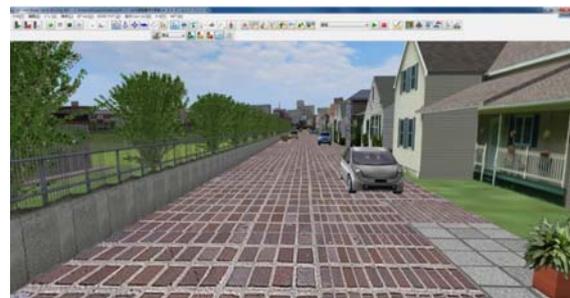
① 歩道がある歩車分離



② 歩道のない歩車共存



③ シェアード・スペース



④ ボンエルフ

▶ 16

道路の種類以外の要因（2水準）

要因		小さい	大きい
・道路の幅	→	6.5m	8.5m
・交通量（自動車）	→	162台/h	540台/h
・交通量（自転車）	→	5台*1	15台*1
・交通量（歩行者）	→	15人*1	29人*1

*1 実装上の都合により走行シナリオにおいて定点を通過したら
自転車や歩行者を発生させるようにした

▶ 17

要因のまとめ

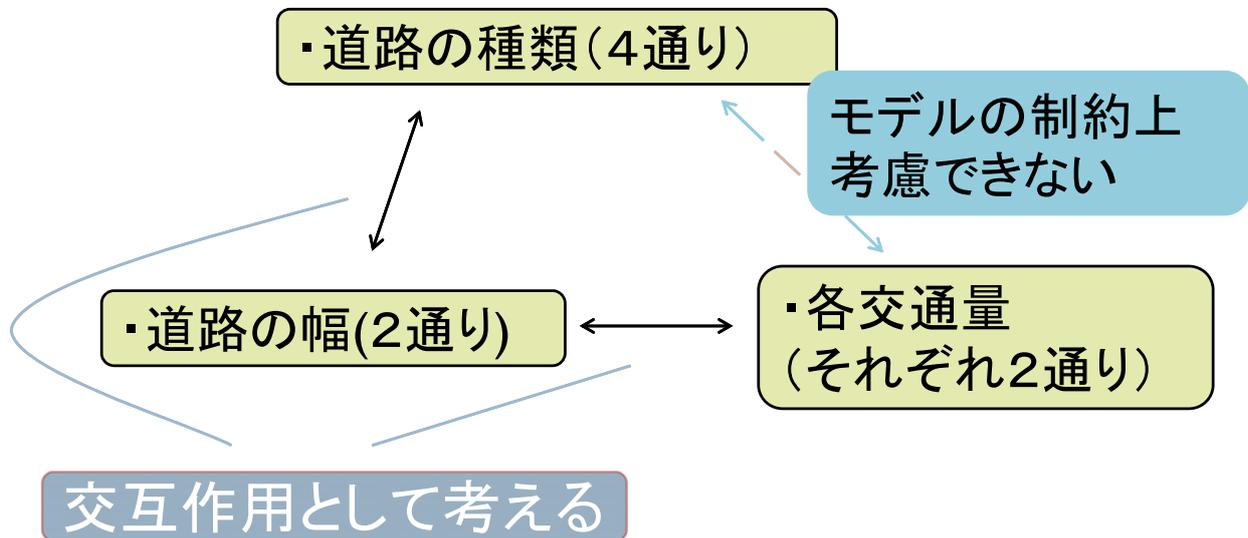
水準	内容	
A ₁	歩道がある歩車分離式の道路	4
A ₂	歩道がない歩車共存式の道路	
A ₃	WEのないSS	
A ₄	WEのあるSS	
B ₁	道路の幅が小さい [6.5m]	2
B ₂	道路の幅が大きい [8.5m]	
C ₁	自動車の交通量が少ない [162台/h]	2
C ₂	自動車の交通量が多い [540台/h]	
D ₁	自転車の交通量が少ない [5台*1]	2
D ₂	自転車の交通量が多い [15台*1]	
F ₁	歩行者の交通量が少ない [15人*1]	2
F ₂	歩行者の交通量が多い [29人*1]	

全ての組み合わせ
64通り

▶ 18

直交実験モデル

6 4 通り $\xrightarrow{\text{直交実験の適用}}$ 1 6 通り



考慮する主要因と交互作用のまとめ

水準	内容
A	道路の種類
B	道路の幅
C	自動車の交通量
D	自転車の交通量
F	歩行者の交通量
A × B	AとBの交互作用
C × B	CとBの交互作用
D × B	DとBの交互作用
F × B	FとBの交互作用

実験内容

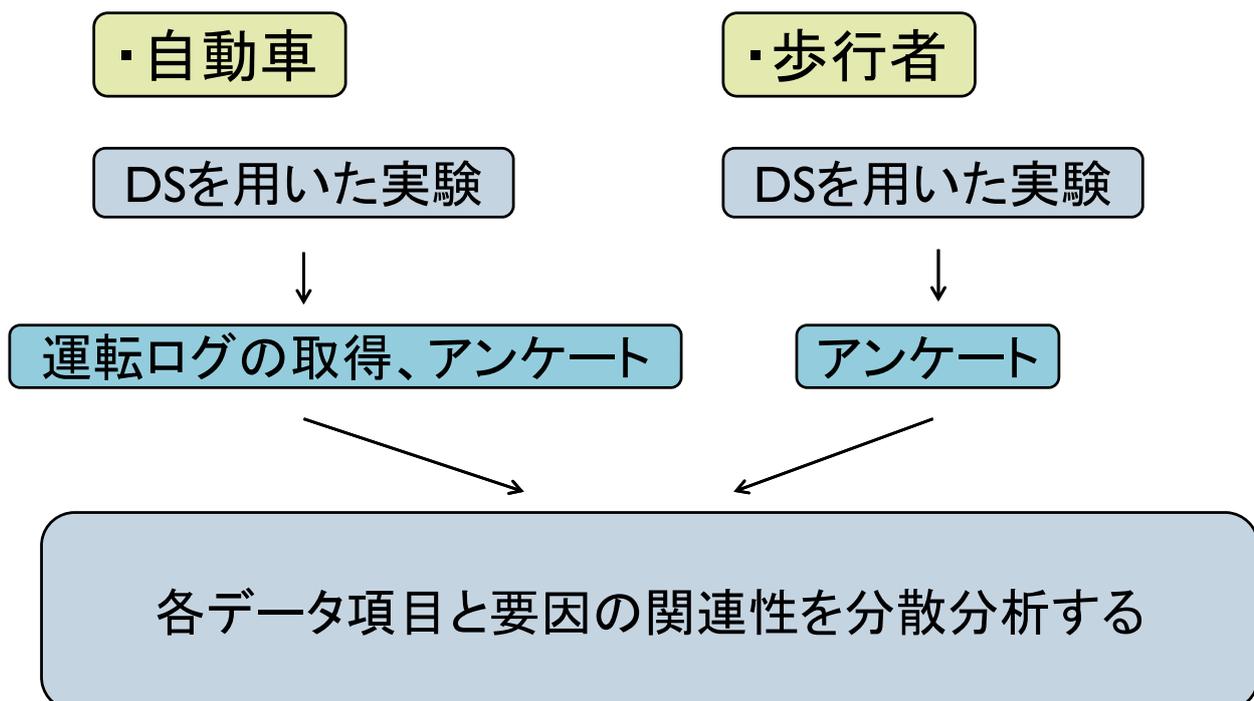
運転免許をもつ筑波大学の学生15人に実験の協力を依頼

実施日	2013年9月18日～10月9日
被験者	学生
年齢	20代
人数	15名*
時間	2時間30分/名

*4種類の道路での測定値に関する水準変動が誤差変動の3倍を超える場合、これを有意水準10%、検出力90%で検出するためには15個の実験データが必要

▶ 21

実験の大きな流れ



▶ 22

実験内容

自動車目線

- 構築した道路上を運転
- 運転ログの取得
- アンケート調査



16種類の道路をDSを用いて決まったルートを走行

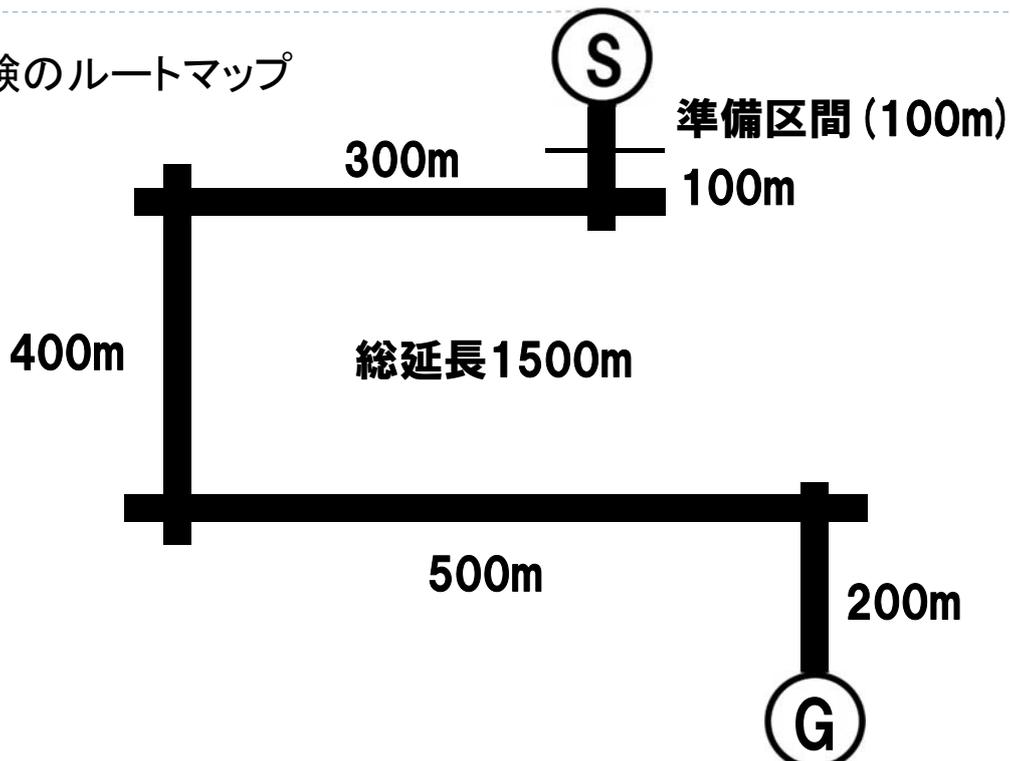
運転ログの取得

各道路ごとにアンケート調査

▶ 23

実験内容

実験のルートマップ



▶ 24

危険性の認識に関するアンケート

▶ 自動車に対してのアンケート内容

1. 走行時自転車や歩行者にどの程度気を配りましたか？
2. この道は走行時に歩行者や自転車を避けやすいですか？
3. この実験で自転車,歩行者または地物にぶつかりそうなヒヤリハットは何回ありましたか？

▶ 25

快適性の認識に関するアンケート

▶ 自動車に対してのアンケート内容

4. この道は走りやすかったですか？
5. 歩行者と自動車はこの道のスペースを有効に活用していると思いますか？
6. 自転車・歩行者にぶつからないようにハンドルや速度のコントロールをするのにストレスを感じましたか？

▶ 26

実験内容

- ▶ DSを用いた自動車実験で分析に用いるデータ

自動車の速度平均 (km/h)

自動車の速度分散

自動車のアクセル開度 (%)

自動車の急加速回数

自動車のブレーキ回数

アンケート結果

▶ 27

歩行者実験

歩行者目線

- 構築した道路上を歩行
- アンケート調査



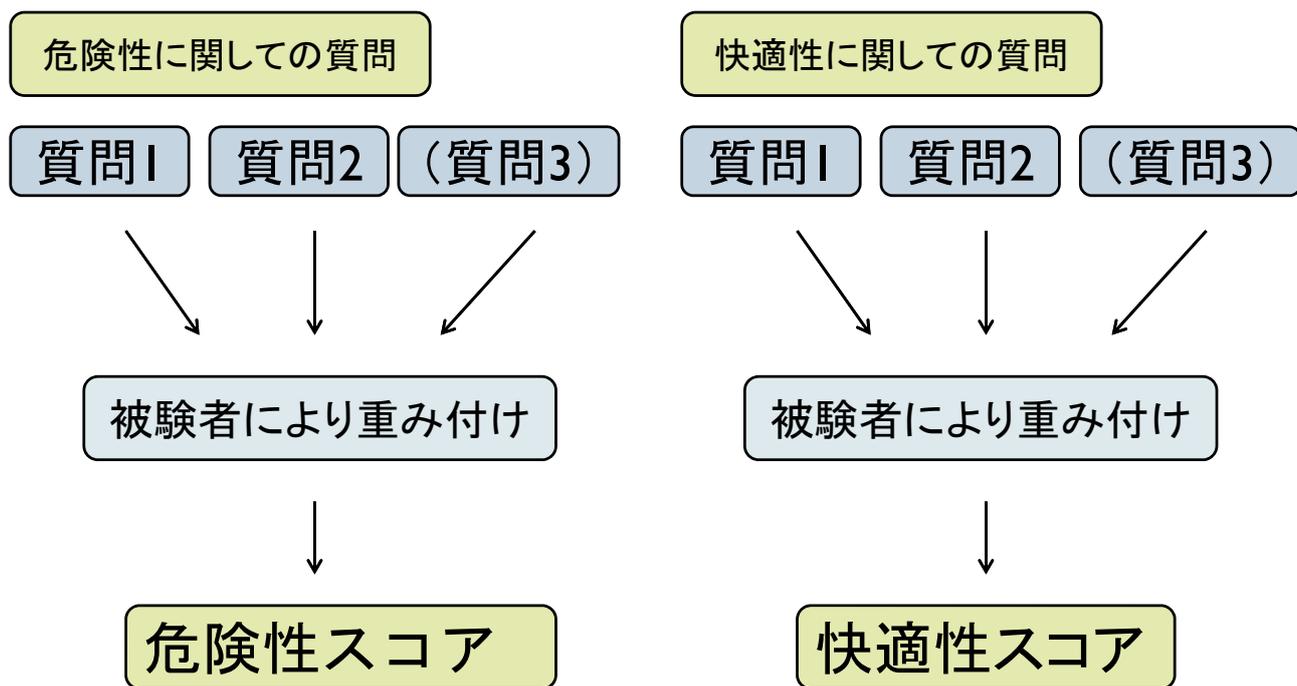
16種類の道路をDSを用いて1分程度歩行

各道路についてアンケート調査

実装上の問題で実験が失敗

▶ 28

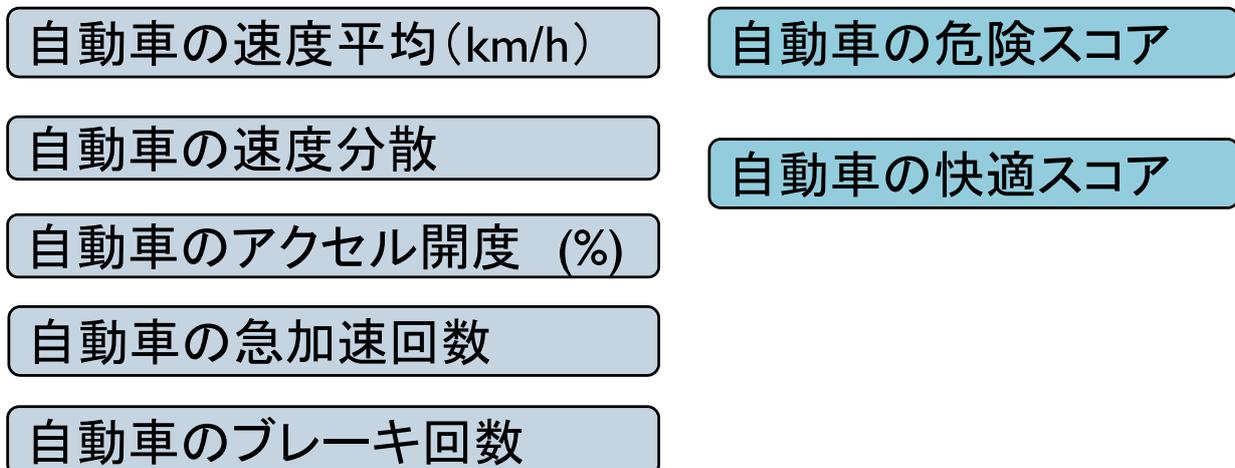
アンケートからスコアとして評価



▶ 29

実験内容

分析で用いたデータ項目



▶ 30

目次

- 研究背景
- 関連研究
- 研究目的
- 実験環境
- 実験内容
- **実験結果**
- 考察

直交実験の分散分析

データ内容		要因	内容
1:自動車の平均速度	×	A	道路の種類
2:自動車の速度分散		B	道路の幅
3:自動車のアクセル開度		C	自動車の交通量
4:自動車の急加速回数		D	自転車の交通量
5:自動車のブレーキ回数		F	歩行者の交通量
6:自動車の危険スコア		A×B	AとBの交互作用
7:自動車の快適スコア		C×B	CとBの交互作用
	D×B	DとBの交互作用	
	F×B	FとBの交互作用	

 データ項目と要因の関連性

実験結果

	A 道路の種類	B 道路の幅	C 自動車の交通量	D 自転車の交通量	F 歩行者の交通量	A × B	C × B	D × B	F × B
1.自動車の平均速度		*	**						
2.自動車の速度分散		**	†						
3.自動車のアクセル開度			**						
4.自動車の急加速回数			†						
5.自動車のブレーキ回数	**	*	**						
6.自動車の危険ポイント	**	**	**			*			
7.自動車の快適ポイント	**	**	**						

▶ 33

** : 1%有意

* : 5%有意

† : 10%有意

各データ項目の最大最小水準

番号	最小水準	最大水準
1.自動車の平均速度	B ₁ C ₂	B ₂ C ₁
2.自動車の速度分散	B ₁ C ₁	B ₂ C ₂
3.自動車のアクセル開度	C ₂	C ₁
4.自動車の急加速回数	C ₁	C ₂
5.自動車のブレーキ回数	A ₁ B ₂ C ₁	A ₄ B ₁ C ₂
6.自動車の危険ポイント	A ₁ B ₁ C ₁	A ₄ B ₁ C ₂
7.自動車の快適ポイント	A ₄ B ₁ C ₂	A ₃ B ₂ C ₁

A	道路の様式
B	道路の幅
C	自動車の交通量
D	自転車の交通量
F	歩行者の交通量

▶ 34

目次

- 研究背景
- 関連研究
- 研究目的
- 実験環境
- 実験内容
- 実験結果
- 考察

▶ 35

道路形態がドライバの行動に与える影響の考察

水準1~4 有意差なし
↓
道路形態はアクセル制御
に影響を与えていない

水準5, 6
最小化 歩車分離 (BN)
最大化 ボンエルフ (WE)
↓
WEでは危険を感じ、
それに応じてより慎重な
速度管理を行った

水準	道路形態
1: 速度平均	
2: 速度分散	
3: アクセル	
4: 急加速	

5: ブレーキ	**
6: 危険S(D)	**

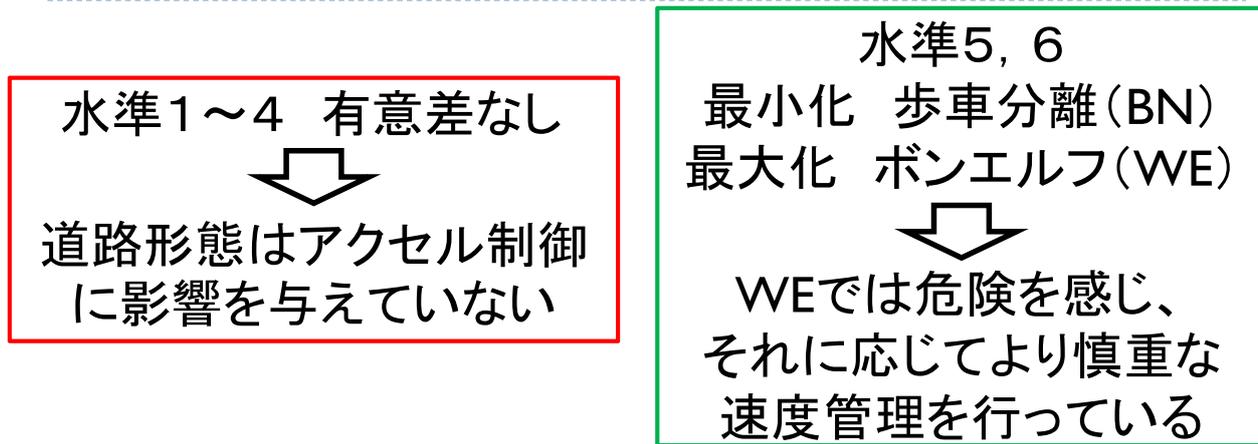
** : 1%有意 * : 5%有意 † : 10%有意

水準	最小化	最大化
5: ブレーキ	BN	WE
6: 危険S(D)	BN	WE

BN: 歩車分離 WE: ボンエルフ

▶ 36

道路形態がドライバの行動に与える影響の考察



道路形態を変更することにより、リスクテイキングな行動変容を発生させることなく、リスクアヴォイダンスな行動変容を発生させることが可能である可能性が存在する

37

幅員の影響の考察

** : 1%有意 * : 5%有意 † : 10%有意

速度平均(幅員広)	水準	幅員	
	1: 速度平均		*
> 速度平均(幅員狭)	2: 速度分散		**
速度分散(幅員広)	水準	最小化	最大化
	1: 速度平均	幅員狭	幅員広
> 速度分散(幅員狭)	2: 速度分散	幅員狭	幅員広

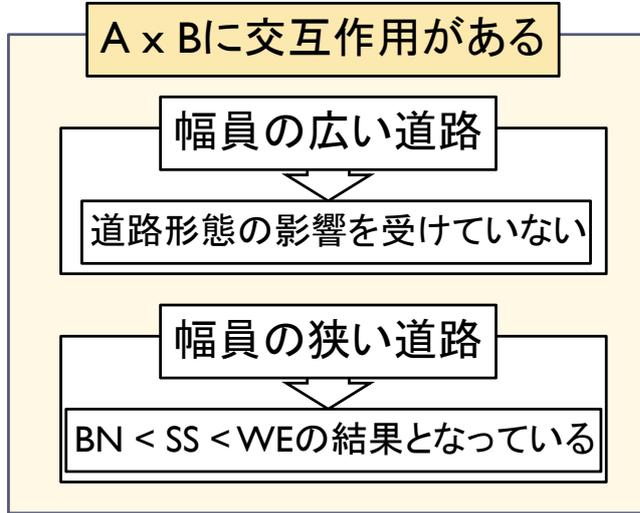
幅員の広い道路 ⇒ 高い速度域での走行
 万が一高速度で人对車の事故が発生した場合、被害が甚大化することが予想される

幅員の広い道路には歩車分離式道路を導入すべき

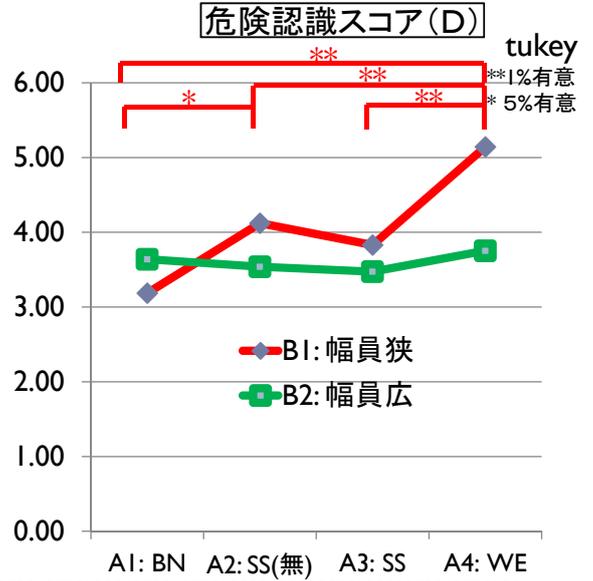
危険スコアの考察

水準	A: 形態	B: 幅員	C: 車交通量	AxB
6: 危険S(D)	**	**	**	*

** : 1%有意 * : 5%有意 † : 10%有意

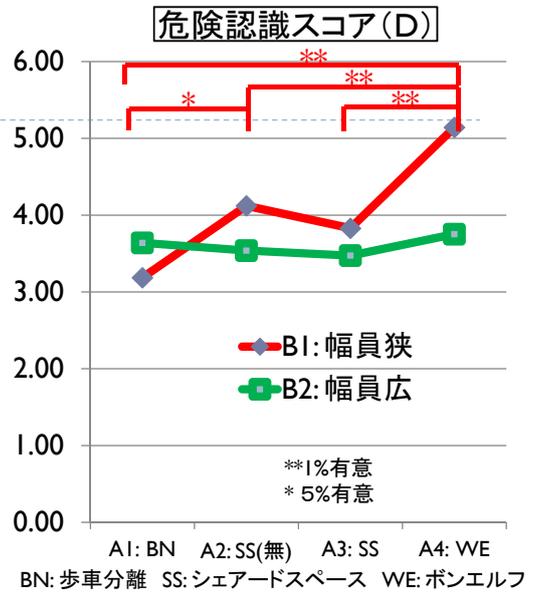
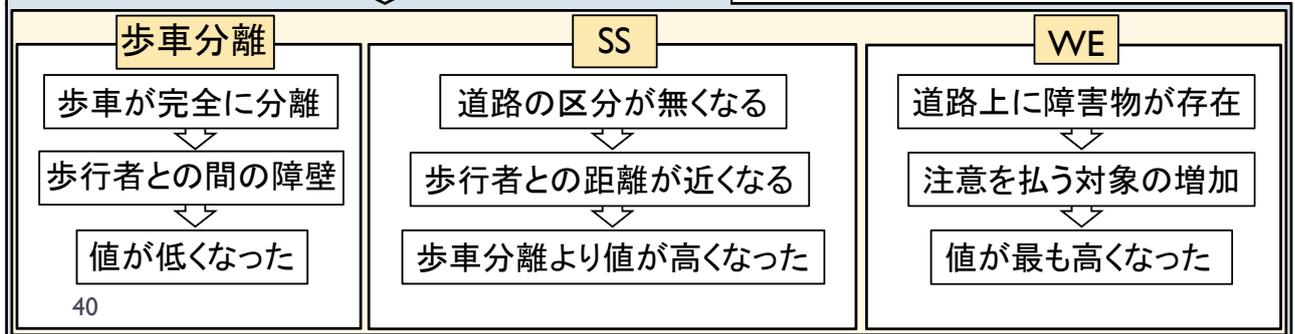
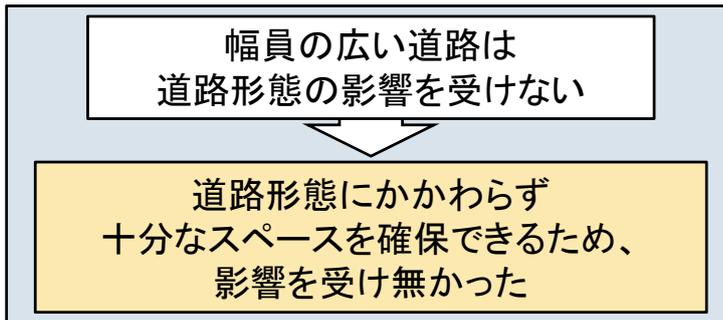


水準	最小化	最大化
6: 危険S	BN 幅員狭 交通量少	WE 幅員狭 交通量多



BN: 歩車分離 SS: シェアードスペース WE: ポンエルフ

危険スコアの考察



BN: 歩車分離 SS: シェアードスペース WE: ポンエルフ

危険スコアと道路形態の考察

歩車分離 ⇒ 危険S最小化



歩車分離式は危険に対する意識を低下させる可能性

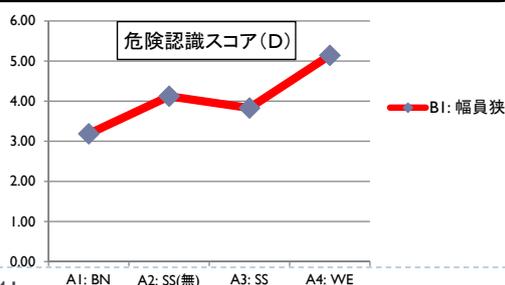
ボンエルフ ⇒ 危険S最大化



ボンエルフは危険に対する意識を向上させる可能性

歩車分離式道路は高い警戒心が求められる環境への導入は適さない

ボンエルフは高い警戒心が求められる環境への導入が適している



41 BN: 歩車分離 SS: シェアードスペース WE: ボンエルフ

水準	A: 形態	B: 幅員	AxB
6: 危険S(D)	**	**	*

水準	最小化	最大化
6: 危険S	BN 幅員狭	WE 幅員狭

** : 1%有意 * : 5%有意 † : 10%有意

危険スコアと道路形態の考察

ボンエルフ ⇒ 幅員の狭い道路環境では警戒心を向上させる

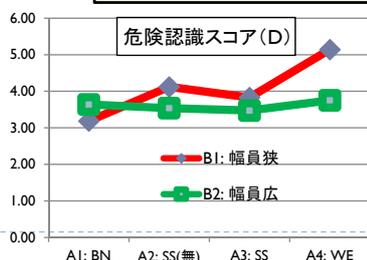
ボンエルフを警戒心が低い傾向にある道路環境に導入すべき

幅員の広い道路に対しては効果が得られないため除外

警戒心を向上させる観点では

幅員が狭い ∧ 交通量が少ない

道路環境にボンエルフを導入することが効果的



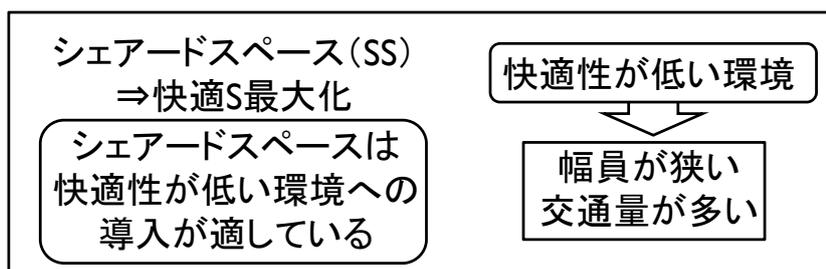
42 BN: 歩車分離 SS: シェアードスペース WE: ボンエルフ

水準	C: 車交通量
6: 危険S(D)	**

水準	最小化	最大化
6: 危険S	交通量少	交通量多

** : 1%有意 * : 5%有意 † : 10%有意

快適スコアと道路形態の考察



快適性を向上させる観点では
幅員が狭い V 交通量が少ない
 道路環境にSSを導入することが効果的

水準	A: 形態	B: 幅員	C: 車交通量	水準	最小化	最大化
7: 快適S(D)	**	**	**	7: 快適S(D)	WE 幅員狭 交通量多	SS 幅員広 交通量少

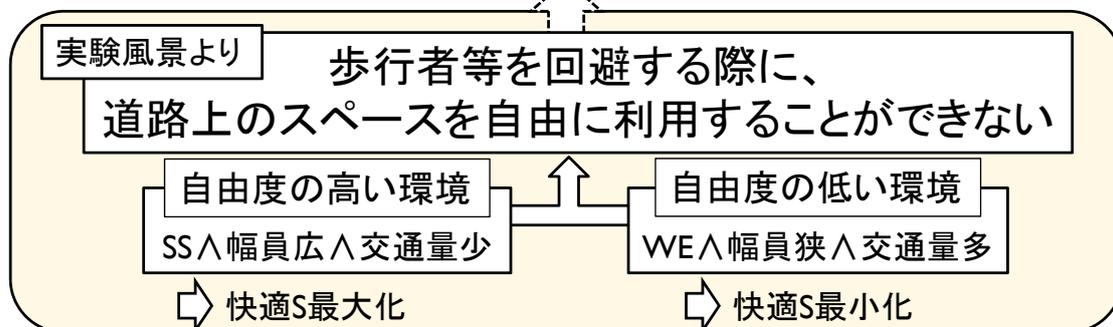
▶ 43 **: 1%有意 *: 5%有意 †: 10%有意

WE: ボンエルフ SS: シェアードスペース

快適スコアと道路形態の考察

ボンエルフ(WE) => 快適S最小化

研究学園付近の道路で発生している事象(※)と同様の原因では



水準	最小化	最大化
7: 快適S(D)	WE 幅員狭 交通量多	SS 幅員広 交通量少

WE: ボンエルフ SS: シェアードスペース

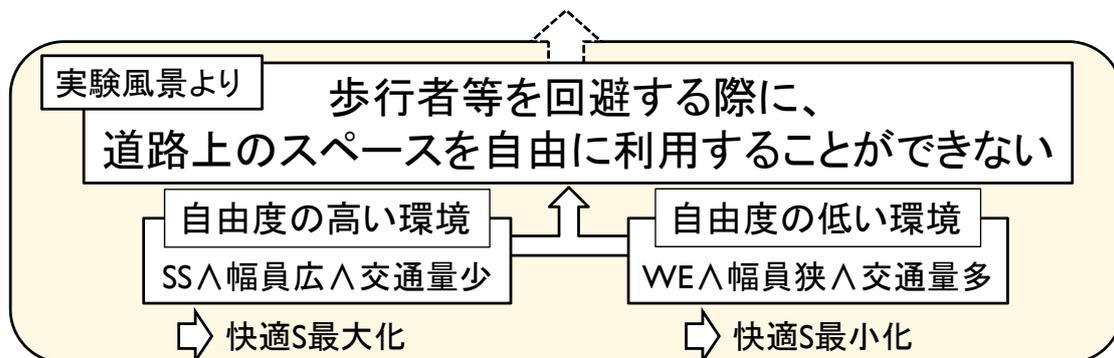
▶ 44

※つくば市研究学園駅付近で導入されているWEに対し、市民よりWEの撤去を求める声が上がっており、一部が撤去された

快適スコアと道路形態の考察

ボンエルフ(WE) ⇒ 快適S最小化

研究学園付近の道路で発生している事態(※)と同様の原因では



快適性を向上させることを目的とする場合、
道路上のスペースを自由に通行できるようにすることに
留意して道路の設計を行う必要がある

▶ 45

※つくば市研究学園駅付近で導入されているWEに対し、
市民よりWEの撤去を求める声が上がっており、一部が撤去された

まとめ

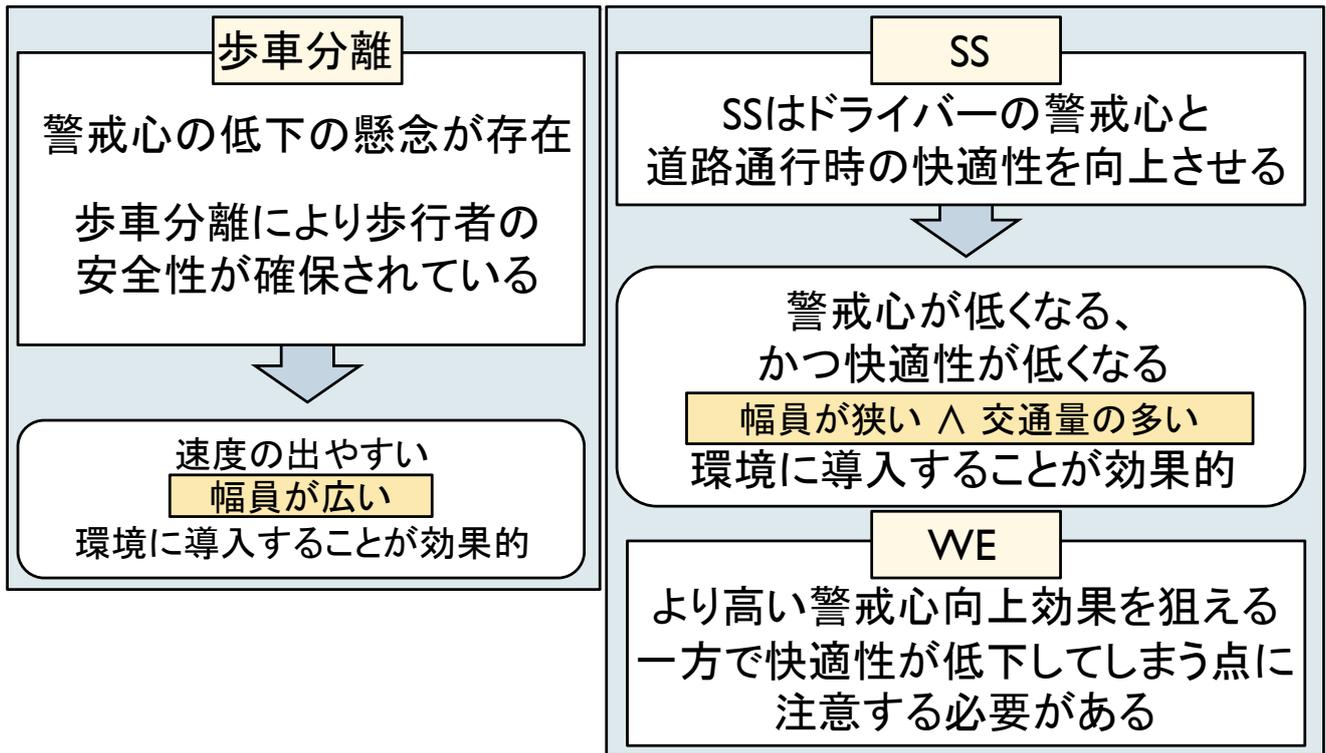
道路形態はアクセル制御に影響を与えていない

WEではより高い危険を感じ、
それに応じてより慎重な速度管理を行っている

道路形態を変更することにより、
リスクテイキングな行動変容を発生させること無く、
リスクアヴォイダンスな行動変容を発生させることが
可能である可能性が存在する

▶ 46

まとめ



今後の課題

