

自動車安全運転センター

令和5年度 「交通安全等に関する公募による委託調査研究」

バルブアウト型無信号横断歩道の 安全性評価に関する研究

横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院

田中 伸治

横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府

大江 航介

令和6年3月

要旨

近年、我が国における交通事故死者数は減少傾向にあるものの、交通事故死者数の約4割は歩行中が占め、うち約3割は横断歩道横断中に発生しており、道路横断時における安全確保が大きな課題となっている。これらの一因として、無信号横断歩道における車両の一時停止率の低さが挙げられ、ドライバーの交通違反が死亡事故に直結している例も多発している。そこで、歩行者が安心・安全に利用可能な横断歩道の実現に向けては、車両側に対する更なる交通安全対策を展開していくことが重要であり、中でも横断歩道の構造面に着目し、ドライバーが横断者に対して道を譲りやすくなるような工夫を行うことが求められていると考える。昨今では、中央島を整備することで2回に分けて横断できるように改良された二段階横断歩道の導入が広がりつつあるものの、導入には一定以上の道路幅員が必要になることに加え、横断歩道の設置箇所や交通状況次第ではそもそも導入が適さない場面も多くあると考えられる。

一方で、欧米を中心とした諸外国では、横断歩道部や交差点部において歩道を車道側に拡張し、歩道にせり出し部を設けることで横断距離の短縮を図る「バルブアウト」の導入が進んでいる。導入メリットとしては、ドライバーと横断者相互の視認性向上をはじめ、横断者の身体的・心理的負担の軽減や歩車の交錯機会の減少等が挙げられる。

しかしながら、我が国におけるバルブアウトの導入事例は一部に留まっており、導入に向けたガイドラインの整備も進んでいないのが現状である。併せて、我が国の交通法規や交通状況を考慮した研究は極めて少なく、横断歩道の構造面に着目して比較分析された研究もほとんど存在しない。そこで本研究では、3種類の無信号横断施設(標準型横断歩道・二段階型横断歩道・バルブアウト型横断歩道)を対象に、ドライビングシミュレータを用いた被験者走行実験とヘッドマウントディスプレイを用いた被験者歩行実験を実施し、無信号横断歩道へのバルブアウト導入がドライバーと歩行者双方に与える影響について把握しつつ、安全性や円滑性に関する比較分析を行い、各横断施設の得失を明らかにした。

まず被験者走行実験では、他の交通影響要因を考慮するために駐車車両や自転車、対向車両を発生させたうえで、被験者車両の進行方向右側もしくは左側より横断歩行者を出現させた。分析の結果、バルブアウト型横断歩道は、駐車車両の存在や走行車線への自転車進入等の走行阻害を減らし、車両の安全性及び円滑性向上とドライバーの運転操作の負担軽減に寄与する対策であることが明らかになった。併せて、バルブアウト型横断歩道の方が他の横断歩道形状と比べて、横断歩道接近時におけるドライバーの無駄な減速行動が抑制され、「走行」と「停止」の明確化とメリハリのある運転を可能にすることが示された。また、バルブアウト型横断歩道の特長である「歩道せり出し部」の設置により、ドライバーが横断歩道や横断歩行者の存在に気づきやすくなり、早めの減速行動及び停止行動が促進される他、特に進行方向右側からの横断歩行者を早期認知しやすくなることが確認された。加えて、歩道せり出し部の設置が車両の安全性及び円滑性低下に及ぼす影響は小

さいことも同時に示された。一方で、二段階型横断歩道は中央島の設置や横断歩道付近でのカーブへの進入等により、車両の速度抑制に対して高い効果を発揮すると共に、横断歩道直前部におけるドライバーの緩やかな停止行動を促進する対策であることが明らかになった。

次に被験者歩行実験では、他の道路環境要因を考慮するために駐車車両の他、歩行者の進行方向右側及び左側から接近車両を発生させた。分析の結果、バルブアウト型横断歩道には、二段階型横断歩道ほどの安全確認行動の負担軽減や横断待機時間の短縮効果はないものの、歩道せり出し部の設置により、接近車両に対する視認性向上や無駄な安全確認行動の抑制等に効果的な対策であることが明らかになった。また、バルブアウト型横断歩道では横断距離の短縮により、歩行者の横断判断がしやすくなり、長い待ち時間の発生抑制や歩車の交錯事故に直結するような無理な横断が減少することが示された。特に、歩行者の交通事故が多発する後半横断時において、同様の横断方式である標準型横断歩道よりも歩車の交錯可能性が低減されることが示された。他にも、歩道せり出し部の設置により、車道内で横断待機するケースが大幅に減少すると同時に、歩道内のより車道側で待機する歩行者が増加する傾向がみられ、自然と「前に立つ」という意識の醸成に加え、ドライバーに対する歩行者の存在明示にも効果的な対策であることが確認された。

さらに上記で示した知見に加えて、以下に示す導入メリットを勘案すると、バルブアウトが無信号横断歩道の新たな構造形式の1つになり得る可能性は大いにあり、近年国内への導入が進みつつある二段階横断歩道以外の新たな交通安全対策メニューとしても存在意義は高いものと結論付けられる。

- 短時間駐車スペースの整備により、荷捌き等に伴う違法な路上駐車を抑制し、交通事故及び交通渋滞の削減が可能になる。
- 歩道せり出し部の設置により、横断者と横断者以外の動線を分離させることで、横断歩道通行時のドライバーの停止判断が容易になり、横断者に対する非譲り行動の抑制と道路交通の円滑化が可能になる。
- 二段階横断歩道よりも小規模な道路改良で済むことから、導入時の住民との合意形成が図りやすく、かつ導入コストを比較的安価に抑えられる。

要旨

目次

図表目次

目次

第1章	序論	2
1.1	研究の背景	2
1.2	研究の目的	6
1.3	研究の構成	6
第2章	バルブアウトの概要と既往研究の整理	8
2.1	バルブアウトの概要	8
2.1.1	バルブアウトの幾何構造	8
2.1.2	バルブアウトの導入事例	8
2.1.3	バルブアウトの導入意義	11
2.2	バルブアウトに関する研究	13
2.2.1	バルブアウトの導入効果に関する研究	13
2.2.2	バルブアウトの幾何構造に関する研究	14
2.3	無信号横断歩道に関する研究	14
2.3.1	横断待機時における車両の譲りに関する研究	14
2.3.2	横断待機時における歩行者の立ち位置に関する研究	15
2.4	二段階横断歩道に関する研究	16
2.4.1	二段階横断歩道の導入効果に関する研究	16
2.4.2	二段階横断歩道の幾何構造に関する研究	18
2.5	本研究の位置付け	18
第3章	研究方法	21
3.1	実験機材	21
3.1.1	ドライビングシミュレータの概要	21
3.1.2	ヘッドマウントディスプレイの概要	22
3.2	実験用モデル	23
3.3	横断歩道の構造・諸元	24
3.4	被験者走行実験	29
3.4.1	実験実施日・被験者属性	29
3.4.2	被験者車両	32
3.4.3	実験コース	33
3.4.4	実験条件	34
3.4.5	実験シナリオ・実験パターン	49

3.4.6	実験の流れ	51
3.4.7	実験順序	52
3.4.8	アンケート調査	54
3.5	被験者歩行実験	55
3.5.1	実験実施日・被験者属性	55
3.5.2	実験ルート	58
3.5.3	実験条件	63
3.5.4	実験パターン	66
3.5.5	実験の流れ	66
3.5.6	実験順序	68
3.5.7	アンケート調査	69
第4章	ドライバーの運転行動と運転意識に関する分析	71
4.1	はじめに	71
4.1.1	分析区間の定義	71
4.1.2	有効サンプル数	73
4.2	車両の走行挙動に関する分析	74
4.2.1	平均走行速度に関する分析	74
4.2.2	速度低下量に関する分析	77
4.2.3	車両の走行位置に関する分析	85
4.3	ドライバーの運転行動に関する分析	95
4.3.1	アクセル操作に関する分析	95
4.3.2	ハンドル操作に関する分析	97
4.4	ドライバーの減速行動に関する分析	102
4.4.1	最大減速度に関する分析	102
4.4.2	ブレーキ操作開始位置に関する分析	107
4.4.3	ブレーキ操作開始後における減速度の標準偏差に関する分析	110
4.5	ドライバーの譲り挙動に関する分析	116
4.6	ドライバーの意識面に関する分析	118
4.6.1	横断歩道通行時における安全性評価	118
4.6.2	横断歩道通行時における走行性評価	120
4.6.3	横断歩道通行時における速度抑制意識	122
4.6.4	横断歩道通行時における横断歩行者に対する視認性評価	124
4.6.5	横断歩行者に対する注意意識	130
4.6.6	駐車車両への印象	131
4.7	まとめ	133
第5章	歩行者の横断行動と横断意識に関する分析	136

5.1	はじめに	136
5.1.1	分析区間の定義	136
5.1.2	有効サンプル数	136
5.2	歩行者の横断挙動に関する分析	137
5.2.1	横断待機時における首振り回数に関する分析	137
5.2.2	横断待機位置に関する分析	139
5.3	歩行者の横断時間に関する分析	142
5.3.1	総横断時間に関する分析	142
5.3.2	横断待機時間に関する分析	143
5.3.3	車道部の横断時間に関する分析	146
5.4	歩行者の横断判断に関する分析	149
5.4.1	受入ギャップの定義	149
5.4.2	歩行者の受入ギャップに関する分析	150
5.5	車両と歩行者の交錯危険性に関する分析	154
5.5.1	PET 指標	154
5.5.2	PET 指標を用いた歩車の交錯危険性に関する分析	156
5.6	歩行者の意識面に関する分析	161
5.6.1	横断歩道通行時における安全性評価	161
5.6.2	横断歩道通行時における安心感	163
5.6.3	横断歩道に対する利用意識	164
5.6.4	横断歩道通行時における安全確認行動に対する評価	165
5.6.5	横断歩道通行時における接近車両に対する視認性評価	166
5.6.6	横断歩道通行時における横断判断に対する評価	169
5.6.7	横断待機時間に対する評価	170
5.6.8	横断待機時における接近車両との距離感	171
5.6.9	横断待機スペースに対する評価	173
5.6.10	駐車車両への印象	174
5.7	まとめ	175
第 6 章	二段階型横断歩道及びバルブアウト型横断歩道に対する受容性評価	178
6.1	ドライバー側の受容性評価	178
6.1.1	通行経験	178
6.1.2	受容性評価	179
6.2	歩行者側の受容性評価	183
6.2.1	通行経験	183
6.2.2	受容性評価	184
6.3	まとめ	188

第 7 章	結論と今後の課題	190
7.1	結論	190
7.1.1	本研究の結論	190
7.1.2	二段階型横断歩道及びバルブアウト型横断歩道の導入が望ましい箇所	197
7.1.3	今後の課題	198

出典一覧

図表目次

図 1-1	無信号横断歩道における車両の一時停止率の推移(JAF より筆者加筆) ³⁾	3
図 1-2	横断歩道横断中の交通事故での法令違反別歩行中死者数(警察庁より筆者加筆) ⁵⁾	3
図 1-3	標準的な横断歩道	5
図 1-4	二段階横断歩道	5
図 1-5	バルブアウト	5
図 2-1	バルブアウトの平面図	8
図 2-2	東京都文京区(Google Map より).....	9
図 2-3	横浜市中区(Google Map より).....	9
図 2-4	東京都渋谷区(筆者撮影).....	10
図 2-5	カナダ ¹²⁾	10
図 2-6	アメリカ(Google Map より).....	11
図 3-1	DS 機材(左：ハンドル・ペダル ³⁷⁾ 、右：全体図及び実験の様子(筆者撮影)).....	21
図 3-2	HMD 機材(左：HMD 一式 ³⁸⁾ 、右：全体図及び実験の様子(筆者撮影)).....	22
図 3-3	実験用モデルの全貌	23
図 3-4	標準型横断歩道(パターン 1)の平面図.....	24
図 3-5	標準型横断歩道(パターン 2)の平面図.....	25
図 3-6	二段階型横断歩道(パターン 3)の平面図.....	25
図 3-7	二段階型横断歩道(パターン 4)の平面図.....	25
図 3-8	バルブアウト型横断歩道(パターン 5)の平面図.....	26
図 3-9	バルブアウト型横断歩道(パターン 6)の平面図.....	26
図 3-10	標準型横断歩道(パターン 1)の外観図.....	27
図 3-11	標準型横断歩道(パターン 2)の外観図.....	27
図 3-12	二段階型横断歩道(パターン 3)の外観図.....	27
図 3-13	二段階型横断歩道(パターン 4)の外観図.....	28
図 3-14	バルブアウト型横断歩道(パターン 5)の外観図.....	28
図 3-15	バルブアウト型横断歩道(パターン 6)の外観図.....	28
図 3-16	性別	29
図 3-17	年代	29
図 3-18	職業	30
図 3-19	運転経歴	30
図 3-20	運転頻度(直近 1 年以内).....	31
図 3-21	交通事故の経験有無(直近 3 年以内).....	31
図 3-22	交通違反の経験有無(直近 3 年以内).....	31
図 3-23	車体サイズ(前面).....	32

図 3-24	車体サイズ(側面).....	32
図 3-25	実験コース	33
図 3-26	標準型横断歩道(パターン 1)の車両配置図.....	34
図 3-27	標準型横断歩道(パターン 2)の車両配置図.....	35
図 3-28	二段階型横断歩道(パターン 3)の車両配置図.....	35
図 3-29	二段階型横断歩道(パターン 4)の車両配置図.....	35
図 3-30	バルブアウト型横断歩道(パターン 5)の車両配置図.....	36
図 3-31	バルブアウト型横断歩道(パターン 6)の車両配置図.....	36
図 3-32	標準型横断歩道(パターン 1)の駐車車両の様子.....	37
図 3-33	標準型横断歩道(パターン 2)の駐車車両の様子.....	37
図 3-34	二段階型横断歩道(パターン 3)の駐車車両の様子.....	37
図 3-35	二段階型横断歩道(パターン 4)の駐車車両の様子.....	38
図 3-36	バルブアウト型横断歩道(パターン 5)の駐車車両の様子.....	38
図 3-37	バルブアウト型横断歩道(パターン 6)の駐車車両の様子.....	38
図 3-38	自転車レーン内走行中の様子	39
図 3-39	駐車車両追い越し時の様子(パターン 2).....	40
図 3-40	駐車車両追い越し時の様子(パターン 4).....	40
図 3-41	駐車車両追い越し時の様子(パターン 6).....	40
図 3-42	対向車両の様子(パターン 1).....	41
図 3-43	対向車両の様子(パターン 3).....	41
図 3-44	対向車両の様子(パターン 6).....	42
図 3-45	歩行者の動き(標準型横断歩道).....	43
図 3-46	歩行者の動き(二段階型横断歩道).....	44
図 3-47	歩行者の動き(バルブアウト型横断歩道).....	44
図 3-48	Far-side からの横断の様子(パターン 1).....	45
図 3-49	Far-side からの横断の様子(パターン 2).....	45
図 3-50	Far-side からの横断の様子(パターン 3).....	45
図 3-51	Far-side からの横断の様子(パターン 4).....	46
図 3-52	Far-side からの横断の様子(パターン 5).....	46
図 3-53	Far-side からの横断の様子(パターン 6).....	46
図 3-54	Near-side からの横断の様子(パターン 1).....	47
図 3-55	Near-side からの横断の様子(パターン 2).....	47
図 3-56	Near-side からの横断の様子(パターン 3).....	47
図 3-57	Near-side からの横断の様子(パターン 4).....	48
図 3-58	Near-side からの横断の様子(パターン 5).....	48
図 3-59	Near-side からの横断の様子(パターン 6).....	48

図 3-60	実験の流れ(走行実験).....	51
図 3-61	性別	55
図 3-62	年代	55
図 3-63	職業	56
図 3-64	1 日当たりの平均歩数	56
図 3-65	歩行への自信	57
図 3-66	歩行補助器具の使用有無	57
図 3-67	歩行者目線における標準型横断歩道(パターン 1)の外観図	58
図 3-68	歩行者目線における二段階型横断歩道(パターン 3)の外観図	58
図 3-69	歩行者目線におけるバルブアウト型横断歩道(パターン 5)の外観図	59
図 3-70	標準型横断歩道(パターン 1)のルート図	59
図 3-71	二段階横断歩道(パターン 3)のルート図	60
図 3-72	バルブアウト型横断歩道(パターン 5)のルート図	60
図 3-73	標準型横断歩道(パターン 1)のルート外観図	61
図 3-74	二段階型横断歩道(パターン 3)のルート外観図	61
図 3-75	バルブアウト型横断歩道(パターン 5)のルート外観図	61
図 3-76	二段階横断歩道(パターン 3)の横断方法	62
図 3-77	標準型横断歩道(パターン 1・駐車車両なし)での接近車両の様子	64
図 3-78	標準型横断歩道(パターン 1・駐車車両あり)での接近車両の様子	64
図 3-79	二段階型横断歩道(パターン 3・駐車車両なし)での接近車両の様子	64
図 3-80	二段階型横断歩道(パターン 3・駐車車両あり)での接近車両の様子	65
図 3-81	バルブアウト型横断歩道(パターン 5・駐車車両なし)での接近車両の様子	65
図 3-82	バルブアウト型横断歩道(パターン 5・駐車車両あり)での接近車両の様子	65
図 3-83	実験の流れ(歩行実験).....	67
図 4-1	走行ログデータの取得区間(横断歩道パターン 1・パターン 3・パターン 5)	71
図 4-2	走行ログデータの取得区間(横断歩道パターン 2・パターン 4・パターン 6)	72
図 4-3	平均走行速度の変化(Far-side シナリオ).....	75
図 4-4	平均走行速度の変化(Near-side シナリオ)	76
図 4-5	速度低下量の変化(Far-side シナリオ).....	78
図 4-6	速度低下量の変化(Near-side シナリオ)	78
図 4-7	追越開始前区間における速度低下量の分布割合(Far-side シナリオ).....	81
図 4-8	追越開始後区間における速度低下量の分布割合(Far-side シナリオ).....	81
図 4-9	追越中区間における速度低下量の分布割合(Far-side シナリオ).....	82
図 4-10	追越終了区間における速度低下量の分布割合(Far-side シナリオ).....	82
図 4-11	追越開始前区間における速度低下量の分布割合(Near-side シナリオ).....	83
図 4-12	追越開始後区間における速度低下量の分布割合(Near-side シナリオ).....	83

図 4-13	追越中区間における速度低下量の分布割合(Near-side シナリオ).....	84
図 4-14	追越終了区間における速度低下量の分布割合(Near-side シナリオ).....	84
図 4-15	標準型(駐車・対向)における各被験者の走行位置(Far-side シナリオ)	87
図 4-16	標準型(駐車・自転車)における各被験者の走行位置(Far-side シナリオ)	87
図 4-17	二段階型(駐車・対向)における各被験者の走行位置(Far-side シナリオ)	88
図 4-18	二段階型(駐車・自転車)における各被験者の走行位置(Far-side シナリオ)	88
図 4-19	バルブアウト型(駐車・自転車・対向)における各被験者の走行位置(Far-side シナリオ).....	89
図 4-20	バルブアウト型(駐車)における各被験者の走行位置(Far-side シナリオ)	89
図 4-21	バルブアウト型(自転車・対向)における各被験者の走行位置(Far-side シナリオ).....	90
図 4-22	バルブアウト型(なし)における各被験者の走行位置(Far-side シナリオ)	90
図 4-23	標準型(駐車・対向)における各被験者の走行位置(Near-side シナリオ).....	91
図 4-24	標準型(駐車・自転車)における各被験者の走行位置(Near-side シナリオ).....	91
図 4-25	二段階型(駐車・対向)における各被験者の走行位置(Near-side シナリオ).....	92
図 4-26	二段階型(駐車・自転車)における各被験者の走行位置(Near-side シナリオ).....	92
図 4-27	バルブアウト型(駐車・自転車・対向)における各被験者の走行位置(Near-side シナリオ).....	93
図 4-28	バルブアウト型(駐車)における各被験者の走行位置(Near-side シナリオ).....	93
図 4-29	バルブアウト型(自転車・対向)における各被験者の走行位置(Near-side シナリオ).....	94
図 4-30	バルブアウト型(なし)における各被験者の走行位置(Near-side シナリオ).....	94
図 4-31	アクセルの最大踏み込み量(Far-side シナリオ).....	96
図 4-32	アクセルの最大踏み込み量(Near-side シナリオ)	96
図 4-33	右方向における最大ステアリング操作角(Far-side シナリオ).....	98
図 4-34	左方向における最大ステアリング操作角(Far-side シナリオ).....	98
図 4-35	右方向における最大ステアリング操作角(Near-side シナリオ).....	99
図 4-36	左方向における最大ステアリング操作角(Near-side シナリオ).....	99
図 4-37	ステアリング操作角の標準偏差(Far-side シナリオ).....	101
図 4-38	ステアリング操作角の標準偏差(Near-side シナリオ)	101
図 4-39	最大減速度の累積分布割合(Far-side シナリオ).....	103
図 4-40	最大減速度の累積分布割合(Near-side シナリオ)	104
図 4-41	最大減速度の発生位置	106
図 4-42	ブレーキ操作開始位置の分布割合(Far-side シナリオ).....	109
図 4-43	ブレーキ操作開始位置の分布割合(Near-side シナリオ)	109
図 4-44	減速度の標準偏差の累積分布割合(Far-side シナリオ).....	110

図 4-45	減速度の標準偏差の累積分布割合(Near-side シナリオ)	111
図 4-46	横断歩道を安全に走行できると思うかに対する回答状況.....	119
図 4-47	横断歩道を安全に走行できないと思う理由に対する回答状況.....	119
図 4-48	横断歩道通行時に走行しやすいと思うかに対する回答状況.....	121
図 4-49	横断歩道通行時に走行しにくいと思う理由に対する回答状況.....	121
図 4-50	横断歩道通行時に速度を抑制しようと思うかに対する回答状況.....	123
図 4-51	横断歩道通行時に速度を抑制しようと思う理由に対する回答状況.....	123
図 4-52	歩行者を見つけやすいと思うかに対する回答状況(Far-side シナリオ).....	125
図 4-53	歩行者を見つけにくいと思う理由に対する回答状況(Far-side シナリオ)....	125
図 4-54	歩行者を見つけやすいと思うかに対する回答状況(Near-side シナリオ).....	126
図 4-55	歩行者を見つけにくいと思う理由に対する回答状況(Near-side シナリオ)...	126
図 4-56	低速度ドライバーの歩行者に対する視認性評価(Far-side シナリオ).....	128
図 4-57	高速度ドライバーの歩行者に対する視認性評価(Far-side シナリオ).....	128
図 4-58	低速度ドライバーの歩行者に対する視認性評価(Near-side シナリオ).....	129
図 4-59	高速度ドライバーの歩行者に対する視認性評価(Near-side シナリオ).....	129
図 4-60	横断歩行者が存在するかもしれないと思うかに対する回答状況.....	130
図 4-61	横断歩道直前部走行時に路上駐車が邪魔だと思うかに対する回答状況.....	132
図 5-1	横断待機時の首振り回数	137
図 5-2	横断待機位置の分布状況(駐車車両ありパターン).....	139
図 5-3	横断待機位置の分布状況(駐車車両なしパターン).....	140
図 5-4	総横断時間の累積分布割合(駐車車両ありパターン).....	142
図 5-5	総横断時間の累積分布割合(駐車車両なしパターン).....	142
図 5-6	横断待機時間(駐車車両ありパターン).....	143
図 5-7	横断待機時間(駐車車両なしパターン).....	144
図 5-8	車道部における横断時間の累積分布割合(駐車車両ありパターン).....	146
図 5-9	車道部における横断時間の累積分布割合(駐車車両なしパターン).....	146
図 5-10	ギャップの定義(標準型横断歩道・バルブアウト型横断歩道).....	149
図 5-11	ギャップの定義(二段階型横断歩道).....	149
図 5-12	受入ギャップの累積分布割合(駐車車両ありパターン).....	150
図 5-13	受入ギャップの累積分布割合(駐車車両なしパターン).....	151
図 5-14	横断者先行型の交錯点通過時刻 t_1 における様子	154
図 5-15	横断者先行型の交錯点通過時刻 t_2 における様子	155
図 5-16	前半横断時における PET 値の累積分布割合(駐車車両ありパターン).....	159
図 5-17	後半横断時における PET 値の累積分布割合(駐車車両ありパターン).....	159
図 5-18	前半横断時における PET 値の累積分布割合(駐車車両なしパターン).....	160
図 5-19	後半横断時における PET 値の累積分布割合(駐車車両なしパターン).....	160

図 5-20	横断歩道通行時に安全に横断できると思うかに対する回答状況.....	161
図 5-21	横断歩道通行時に安心して横断できると思うかに対する回答状況.....	163
図 5-22	横断歩道通行時に横断しやすいと思うかに対する回答状況.....	164
図 5-23	横断歩道通行時に左右の安全確認がしやすいと思うかに対する回答状況..	165
図 5-24	左右方向からの接近車両を見つけやすいと思うかに対する回答状況.....	166
図 5-25	歩行者の横断待機位置と接近車両に対する視認性評価の関係性.....	168
図 5-26	安全に横断できるタイミングを掴みやすいと思うかに対する回答状況.....	169
図 5-27	歩道もしくは中央島での横断待機時間が長いと思うかに対する回答状況..	170
図 5-28	横断歩道を通過する車両との距離が近いと思うかに対する回答状況.....	171
図 5-29	横断待機スペースが狭いと思うかに対する回答状況.....	173
図 5-30	安全確認時に路肩に停車していた車両が邪魔だと思うかに対する回答状況	174
図 6-1	二段階型横断歩道及びバルブアウト型横断歩道の通行経験(ドライバー).....	178
図 6-2	二段階型横断歩道及びバルブアウト型横断歩道に対する受容性評価(ドライバ ー).....	180
図 6-3	二段階型横断歩道における評価別の回答理由(ドライバー).....	181
図 6-4	バルブアウト型横断歩道における評価別の回答理由(ドライバー).....	182
図 6-5	二段階型横断歩道及びバルブアウト型横断歩道の通行経験(歩行者).....	183
図 6-6	二段階型横断歩道及びバルブアウト型横断歩道に対する受容性評価(歩行者)	185
図 6-7	二段階型横断歩道における評価別の回答理由(歩行者).....	186
図 6-8	バルブアウト型横断歩道における評価別の回答理由(歩行者).....	187
表 2-1	バルブアウト及び二段階横断歩道の導入メリット ⁹⁾¹²⁾¹⁴⁾	12
表 3-1	実験パターン(Far-side シナリオ).....	49
表 3-2	実験パターン(Near-side シナリオ).....	50
表 3-3	実験順序(Far-side シナリオ).....	52
表 3-4	実験順序(Near-side シナリオ).....	53
表 3-5	アンケート調査の項目(走行実験).....	54
表 3-6	実験パターン(歩行実験).....	66
表 3-7	実験順序(歩行実験).....	68
表 3-8	アンケート調査の項目(歩行実験).....	69
表 4-1	有効サンプル数(走行ログデータ).....	73
表 4-2	標準型(Far-side シナリオ)における分析結果.....	112
表 4-3	二段階型(Far-side シナリオ)における分析結果.....	113
表 4-4	駐車車両ありのバルブアウト型(Far-side シナリオ)における分析結果.....	113

表 4-5	駐車車両なしのバルブアウト型(Far-side シナリオ)における分析結果	113
表 4-6	標準型(Near-side シナリオ)における分析結果	113
表 4-7	二段階型(Near-side シナリオ)における分析結果	114
表 4-8	駐車車両ありのバルブアウト型(Near-side シナリオ)における分析結果	114
表 4-9	駐車車両なしのバルブアウト型(Near-side シナリオ)における分析結果	114
表 4-10	実験パターン別の譲り割合	116
表 5-1	有効サンプル数(歩行ログデータ)	136
表 7-1	安全性及び円滑性に関する比較(車両側)	195
表 7-2	安全性及び円滑性に関する比較(歩行者側)	195
表 7-3	導入が望ましい箇所	197

第 1 章

序論

第1章 序論

1.1 研究の背景

我が国において自動車は、旅客輸送や貨物輸送を中心に様々な面から、人々の暮らしを支えている交通手段の 1 つであり、始点と終点をドアツードアで結ぶことができるという点から、人々の移動促進や小口輸送の拡大にも大きな影響を与えてきた。その一方で、自動車に関連する交通事故というのは日々発生しており、場合によっては人々の命までも奪う凶器となり得る。2023 年の交通安全白書¹⁾によると、交通事故発生件数や交通事故死亡者数は減少傾向にあり、2020 年には統計開始以来、初めて死亡者数が 3000 人を下回り、2022 年には 2610 人にまで減少した。ただし、年間に 3000 人弱もの方々が亡くなっていることを踏まえると看過できない数値である。また、2023 年の警察庁統計²⁾によると、交通事故死者数の約 4 割は歩行中が占め、うち約 3 割は横断歩道横断中に発生した事故によるものであることが明らかになっており、道路横断時における安全確保が大きな課題となっている。

これらの一因として、我が国における無信号横断歩道での車両の一時停止率の低さが挙げられる。道路交通法第 38 条においては、「横断歩道を通過する際に、明らかに歩行者や自転車がいない場合を除いて、その手前で停止可能な速度で走行し、横断者に対して道を譲ること」と定められている。しかしながら、2023 年に JAF が実施した全国調査³⁾によると、図 1-1 に示すように、歩行者の横断を優先した車両が全体の 5 割弱に留まっており、依然として一時停止率の低い状態が続いている。ただし、2019 年以降については、2018 年以前と比べて一時停止率の向上が顕著に表れている。これらの要因として、警察による取り締まりの強化やドライバーへの周知・啓発活動の推進⁴⁾が挙げられる。また、図 1-2 に示すように、横断歩道横断中における歩行者死亡事故のうち、約 7 割が横断歩行者妨害等違反⁵⁾であり、ドライバーの交通違反が死亡事故に直結していることが取り締まり強化の背景となっていると考えられる。

以上より、歩行者が安心・安全に横断できる無信号横断歩道の実現に向けては、ドライバーに対する取り締まり強化や交通安全教育の徹底等を進めていくことが重要ではあるものの、それと同時に車両側(主にドライバー側)に対する更なる交通安全対策も展開していく必要がある。中でも、横断歩道の構造面に着目し、ドライバーが横断歩行者に対して道を譲りやすく、かつ歩行者に対する譲り意識を自然と醸成させるような工夫を行うことが求められていると考える。

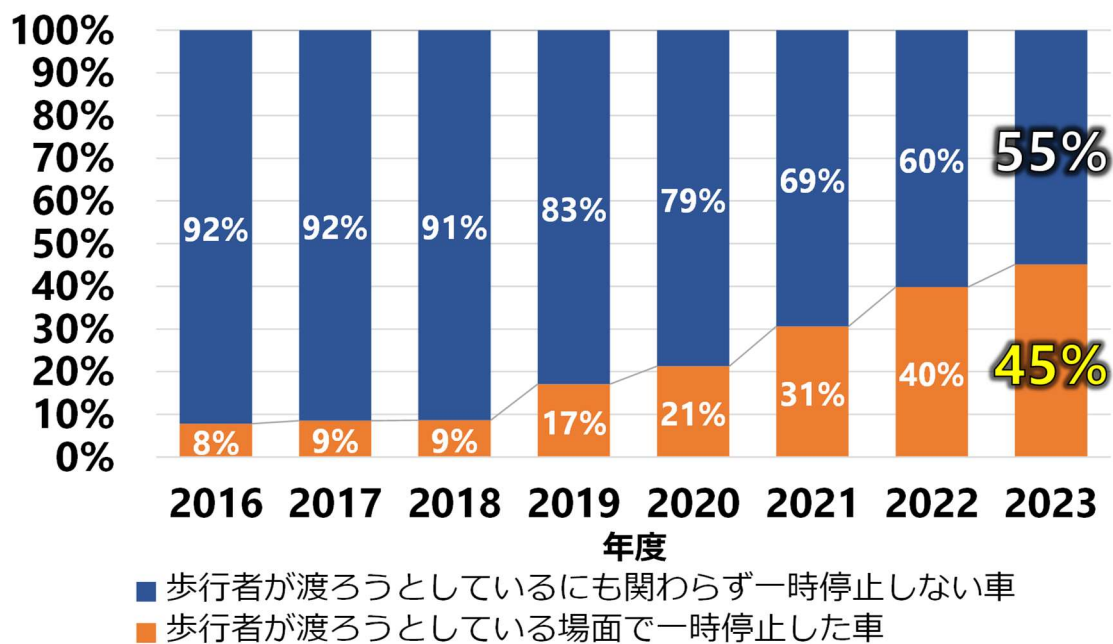


図 1-1 無信号横断歩道における車両の一時停止率の推移(JAF より筆者加筆)³⁾

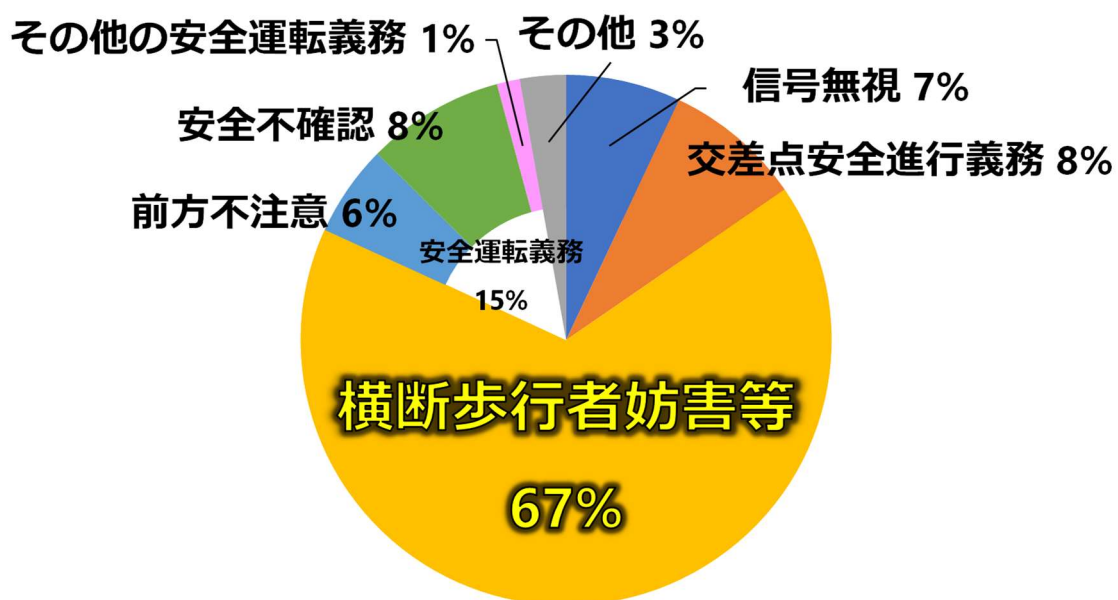


図 1-2 横断歩道横断中の交通事故での法令違反別歩行中死者数(警察庁より筆者加筆)⁵⁾

無信号横断歩道における車両と歩行者の交錯事故への対策としては、信号機の新設を始め、スムーズ横断歩道^{例えば 6)}といった物理的デバイスの設置や路面標示によるドライバーへの注意喚起等が挙げられる。信号機の新設については、物理的に車両と歩行者の交錯を減らすことが可能になるものの、立地条件によっては渋滞を誘発することがあり、設置後の維持管理費の高いことが課題である。物理的デバイスの設置については、走行車両の速度抑制効果に加えて、横断歩行者の早期発見にも寄与するものの、車両通過時に発生する振動・騒音や車両の円滑性低下等の観点から、交通量の多い道路への導入には課題が残る。また、路面標示の設置については、前者の 2 対策と比べるとコスト面で低く抑えられ、周辺環境への影響も少ないことから、比較的導入しやすい対策ではあるものの、発現効果が小さいことや効果の持続性が低いという面で課題が残る 7)。

さらに近年では、図 1-3 に示す標準的な横断歩道に代わり、図 1-4 のような二段階横断歩道^{例えば 8)}が全国各地に導入されつつある。二段階横断歩道とは、車道中央部に「中央島」と呼ばれる横断待機スペースを設置することにより、横断者が 2 回に分けて通行できるように改良された横断施設である。導入メリットとしては、歩行者の左右確認の負担軽減をはじめ、ドライバーの横断者に対する視認性向上や車両の速度抑制等が挙げられる 9)。しかしながら、二段階型横断歩道の導入には一定以上の道路幅員が必要となることに加え、横断歩道の設置箇所やその周辺環境(駐停車車両の状況等)、もしくは道路の利用状況(交通量等)によっては、そもそも導入が適さない場面も多くあると考えられる。

一方で、欧米を中心とした諸外国に目を向けてみると、1970 年代以降に「バルブアウト(Bulb-out)」と呼ばれる新たな形式の横断施設の導入が進んでいる。バルブアウトとは、図 1-5 に示すように、横断歩道部や交差点部において歩道を車道側に拡張し、歩道にせり出し部を設けることで、歩行者の横断距離の短縮等を図る交通安全対策の 1 種であり、アメリカやオーストリア、ドイツ、スイス等では無信号横断歩道における設置条件や構造条件等を示したガイドラインの整備も行われている 10)。導入メリットとしては、横断者の身体的・心理的負担の軽減をはじめ、ドライバーの横断者に対する視認性向上や車両の速度抑制、横断歩道前後の駐車スペースとしての活用等が挙げられる。

現在、我が国におけるバルブアウトの導入事例は一部に留まっており、中でも単路部無信号横断歩道や往復 2 車線道路への導入はほぼない状況にある。また、導入に向けたガイドラインの整備も進んでいないのが現状である。しかしながら、歩行者及びドライバーが安心・安全に利用できる横断施設の実現に向けた交通安全対策であり、前述した各種対策及び二段階横断歩道以外の新たな対策メニューの 1 つとなり得る可能性も高いことから、導入に向けた研究に取り組む意義というのは十分に存在すると考える。

以上を踏まえると、まずは国内におけるバルブアウトの普及及びガイドラインの整備に向けた知見の蓄積が必要であり、中でも、無信号横断歩道へのバルブアウト導入に伴う走行車両と横断者双方に与える影響を把握することが重要であると考えられる。

なお、バルブアウトの詳細については、次章において別途記述する。

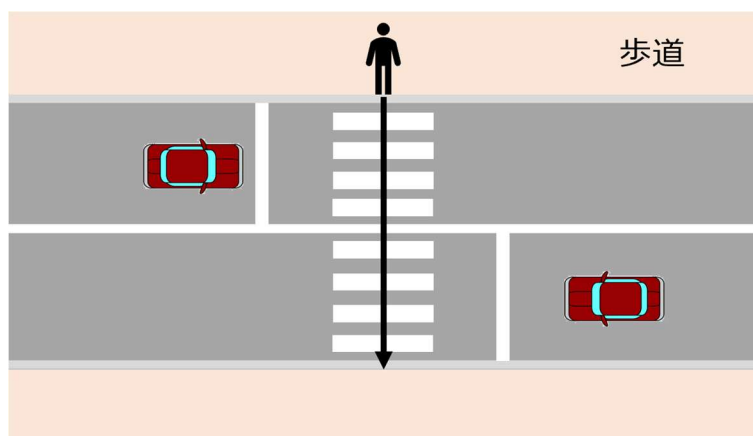


図 1-3 標準的な横断歩道

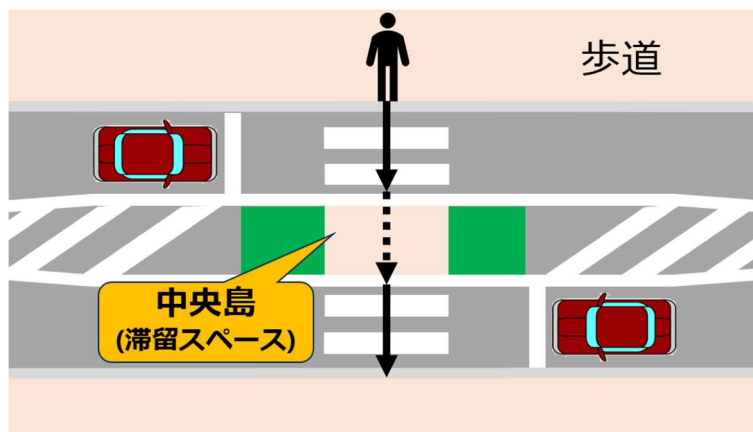


図 1-4 二段階横断歩道

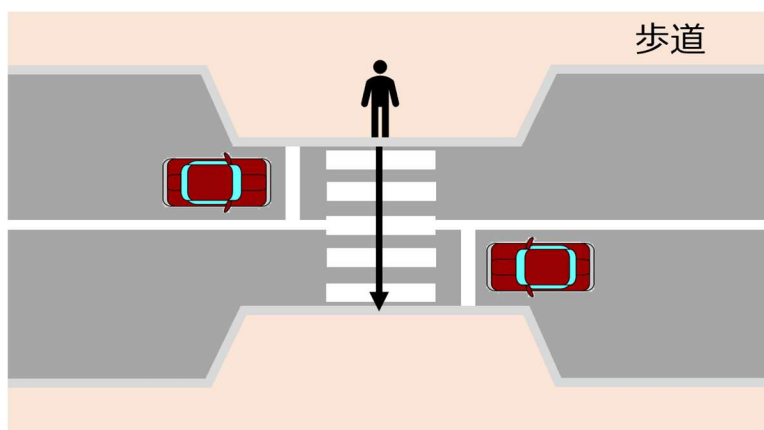


図 1-5 バルブアウト

1.2 研究の目的

本研究では、複数の無信号横断施設(標準型横断歩道・二段階型横断歩道・バルブアウト型横断歩道)を対象に、ドライビングシミュレータ(以下、DS)を用いた被験者走行実験及びヘッドマウントディスプレイ(以下、HMD)を用いた被験者歩行実験を実施し、無信号横断歩道へのバルブアウト導入がドライバーと歩行者双方の利用行動や利用意識に与える影響について把握する。併せて、これらの結果を基に、安全性や円滑性等に関する比較分析を行い、各横断施設の得失を明らかにする。

1.3 研究の構成

本研究の構成について以下に示す。

第1章では、研究の背景ならびに目的、本研究の構成を示す。

第2章では、バルブアウトの概要について示すと共に、既往研究の整理を行い、本研究の位置付けを示す。

第3章では、DSを用いた被験者走行実験及びHMDを用いた被験者歩行実験の概要について示す。

第4章では、DSを用いた被験者走行実験において得られた走行ログデータと走行後に実施したアンケートに関する分析を行うと共に、分析結果について考察を行う。

第5章では、HMDを用いた被験者歩行実験において得られた歩行ログデータと歩行後に実施したアンケートに関する分析を行うと共に、分析結果について考察を行う。

第6章では、各被験者実験終了後に実施したアンケートを基に、ドライバーと歩行者の二段階型横断歩道及びバルブアウト型横断歩道に対する受容性評価をまとめる。

第7章では、本研究の結論と今後の課題について示す。

第 2 章

バルブアウトの概要と既往研究の整理

第2章 バルブアウトの概要と既往研究の整理

本章では、バルブアウトの概要について示すと共に、既往研究の整理を行い、本研究の位置付けを示す。

2.1 バルブアウトの概要

2.1.1 バルブアウトの幾何構造

図 2-1 にはバルブアウトの幾何構造について示す。バルブアウト(Bulb-out)とは、交差点部もしくは横断歩道部において歩道を車道側に拡幅し、歩道にせり出し部を設けることで、標準的な横断歩道と比べて歩行者の横断距離が短縮され、安全でかつ円滑な横断を実現する交通安全対策の1種である。また、歩道のせり出しにより生じた横断歩道前後の車道上の用地については、駐車枠の設置と共に、路上駐車スペースとして活用することが可能である。なお、歩道のせり出し部については、以降「歩道せり出し部」と呼称する。

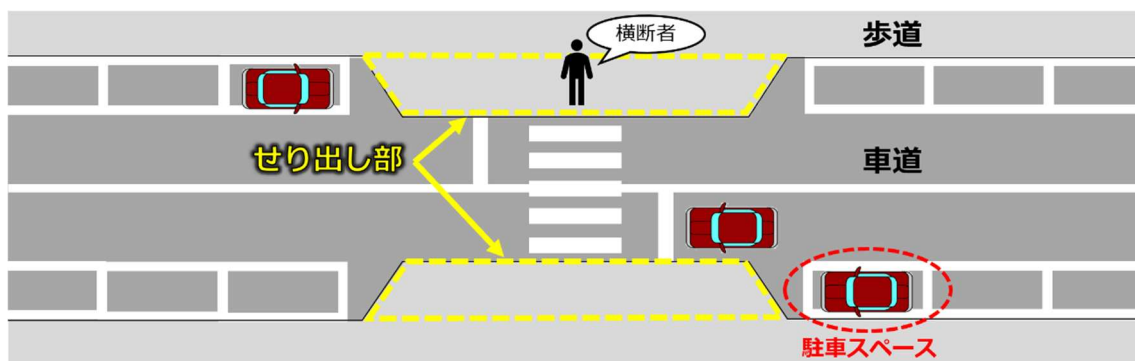


図 2-1 バルブアウトの平面図

2.1.2 バルブアウトの導入事例

バルブアウトは、1970 年代以降に欧米を中心とした諸外国において導入が進み、アメリカやオーストラリア、ドイツ、スイス等では無信号横断歩道におけるバルブアウトの設置位置やせり出し部の構造条件等を示した計画及び設計に関するガイドラインが整備された¹⁰⁾¹¹⁾。また、諸外国ではバルブアウトを「Curb-extension」と称することもある。一方で、国内におけるバルブアウトの導入事例は一部に留まっており、往復 2 車線道路や単路部無信号横断歩道への導入が少ないのが現状である。本項では国内外を問わず、単路部もしくは交差点部におけるバルブアウトの導入事例について図 2-2～図 2-6 に示す。

①一方通行路(単路部・無信号制御方式)への導入事例



図 2-2 東京都文京区(Google Map より)

②一方通行路(交差点部・無信号制御方式)への導入事例



図 2-3 横浜市中区(Google Map より)

③往復２車線道路(単路部・信号制御方式)への導入事例



図 2-4 東京都渋谷区(筆者撮影)

④往復２車線道路(単路部・無信号制御方式)への導入事例



図 2-5 カナダ¹²⁾

⑤往復２車線道路(交差点部・無信号制御方式)への導入事例

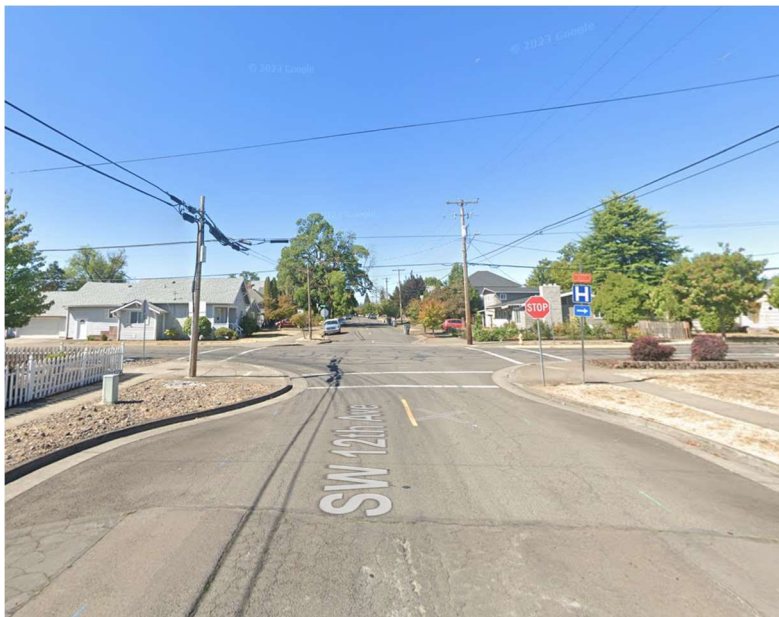


図 2-6 アメリカ(Google Map より)

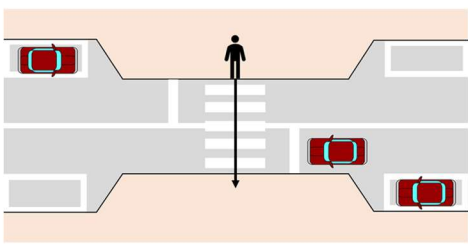
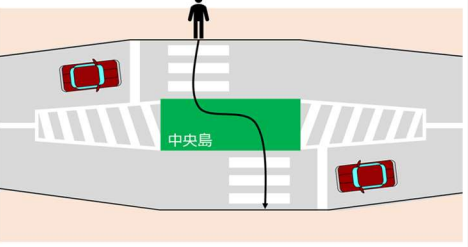
2.1.3 バルブアウトの導入意義

表 2-1 には、無信号横断歩道へのバルブアウトの導入メリットについて、二段階横断歩道と併記する形で示す。バルブアウトと二段階横断歩道で項目が重なっている部分もあるが、中でもバルブアウトの特長として、「反対側の歩道まで１回で横断することができ、かつその横断距離が短縮される」という点や「歩道せり出し部の設置により、ドライバーが横断者のことをより発見しやすくなる」という点が挙げられる。前者については、二段階横断歩道の方が１回あたりの横断距離は短縮される一方、反対側の歩道までの横断距離が長くなることから、横断者の身体的負担は増大すると考える。後者については、バルブアウトの方が横断者の立ち位置がより車道側になることに加え、車両と横断者の距離も短縮されることから、ドライバーの横断者の早期認知に効果的な対策であると考ええる。また、上記以外にも、横断歩道前後の用地を路上駐車スペースとして有効活用できるというメリットが挙げられる。近年では中心市街地において貨物車を中心とした違法な路上駐車が多発しており、駐車車両との衝突事故や交通渋滞の要因にもなっている¹³⁾。そこで、バルブアウトを導入することにより、短時間駐車や荷捌き等が可能な駐車スペースが確保され、現状の無秩序な駐車が抑制される可能性が高いと考える。つまり、横断歩道そのものの安全性や円滑性の向上のみならず、他の道路交通問題をも解決に導く総合的な対策であると言える。

以上より、バルブアウトの導入メリットについては、二段階横断歩道と共通する点もありつつ、前者のみが有する点もいくつかあることから、二段階横断歩道の設置が適さない場所への導入可能性は高いと考えられる。特に、都市部の駐車需要の多い箇所への導入等が想定

される。また、バルブアウトの導入に際しては、二段階横断歩道のような大きな道路改良を伴わないことから、行政と住民の合意形成が図りやすく、かつコスト面でも低く抑えられるという点で、比較的導入し易い対策であると考ええる。このように、横断者の安全確保のみならず、現状の道路空間を最大限活かしつつ、他の交通問題の解決にも資する対策を展開していくことは、持続可能な社会の実現に向けて重要なことであると考ええる。つまり、無信号横断歩道の安全性及び円滑性向上に向けた交通安全対策として、二段階横断歩道以外の新たな選択肢を示せることが本研究の意義であり、バルブアウトの存在意義でもあると考ええる。

表 2-1 バルブアウト及び二段階横断歩道の導入メリット 9)12)14)

	バルブアウト	二段階横断歩道
		
歩行者	●横断距離の短縮(反対側の歩道までの距離) ●横断時の身体的・心理的負担の軽減 ●車両との交錯機会の減少 ●横断待ち時間の短縮	●横断距離の短縮(中央島までの距離) ●横断時の身体的・心理的負担の軽減 ●車両との交錯機会の減少 ●横断待ち時間の短縮 ●安全確認行動の負担軽減 ●横断機会の増加
ドライバー	●横断者の早期発見 ●車道幅員の減少に伴う速度抑制 ●車両の通過経路の集約	●横断者の早期発見 ●車道線形の変化に伴う速度抑制
その他	●横断歩道前後の路上駐車スペースとしての活用	

2.2 バルブアウトに関する研究

2.2.1 バルブアウトの導入効果に関する研究

佐藤ら(2009)¹⁴⁾は、住宅地における交通事故対策として、千葉縣市川市の交差点を対象に、ポストコーン設置による簡易的なバルブアウトの導入を伴った社会実験を実施し、交通現象の変化等の側面から、その導入効果を検証した。その結果、バルブアウトには左折車及び地区内への流入車に対して速度抑制効果があることに加え、横断歩道上で発生する歩行者及び自転車と自動車の錯綜の減少に寄与することを示した。

Randai(2005)¹⁵⁾は、オレゴン州(アメリカ)に位置する無信号横断歩道を対象に、ビデオ観測調査を実施し、バルブアウトの導入効果について検証を行った。その結果、バルブアウトの導入により、車両の横断者に対する非譲り挙動が大幅に減少し、ドライバーの見通しが改善されたことが明らかになった。特に、Near-side からの横断時における非譲り挙動の減少が顕著に見られた。

Bella and Silvestri(2015)¹⁶⁾は、バルブアウトを含む 3 種類の交通安全対策が無信号横断歩道接近時のドライバーの運転行動に与える影響を明らかにするために、DS を用いた被験者走行実験を実施した。その結果、8 割以上のドライバーが、バルブアウトが効果的な対策と回答し、車両の譲り率も約 8%向上したことが明らかになった。また、バルブアウトの導入によりドライバーの横断者に対する譲り意識や視認性が向上することも示された。

Angioi and Bassani(2022)¹⁷⁾は、ドライバーの道路環境への慣れに着目し、無信号横断歩道接近時のドライバーの運転行動に与える影響を把握するために、DS を用いた被験者走行実験を実施した。その結果、バルブアウトには歩行者の安全性向上に加え、車両の速度抑制効果やドライバーの道路環境への慣れを抑制する効果があることを示した。

Carlson et al(2019)¹⁸⁾は、街路の景観やデザインが人々の歩行促進に与える影響を明らかにするために、無信号交差点において仮設のバルブアウトを設置した上で、ビデオ観測及び目視による調査を実施し、通過交通量やドライバーの運転行動等の把握を行った。その結果、人々の歩行活動が約 2 割増加し、車両の横断者に対する非譲り挙動も約 9%減少したことがわかった。また、バルブアウトの継続的な導入に対しても高評価が得られた。その一方で、車線数を 2 車線から 1 車線に減少させたことによるドライバーの運転負担の増大が懸念されることも示された。

2.2.2 バルブアウトの幾何構造に関する研究

Niel(2016)¹⁰⁾は、ドライバーの見通し距離が不足している問題を明らかにするために、ウィーン(オーストリア)に現存する 100 カ所のバルブアウトを対象に調査及び検証を行った。併せて、バルブアウトの設計ガイドラインの評価を行うために、ビデオ観測調査による歩行者行動に関する分析を実施した。その結果、見通し距離の確保に向けては、歩道せり出し部の幅を駐車スペースの横幅より広くすることが必要であることを示した。また、歩行者の横断待機位置はある 1 点に集中することはなく、車道側よりも歩道側で待機する傾向にあることが明らかになった。

2.3 無信号横断歩道に関する研究

2.3.1 横断待機時における車両の譲りに関する研究

松尾ら(2013)¹⁹⁾は、ドライバーの譲り程度やその譲り程度に地域差はあるのか、譲りの発生頻度が横断者の横断機会にどのような影響を与えているのかについて明らかにすると共に、ドライバーが後続車に追突されずに無信号横断歩道で停止するための必要発見距離についても検討をするために、秋田県秋田市の 2 地点、愛知県豊橋市の 1 地点を対象に実車実験を行った。その結果、ドライバーの譲り率は地域による差は生じ、天候による差はないとは言えないものの、横断者が挙手することで向上することが明らかになった。また、ドライバーの横断者への意識を高める対策を敷くことで、譲り率が向上する可能性が示された。

田中ら(2014)²⁰⁾は、神奈川県横浜市神奈川区の同一地区内に存在する 3 つの無信号横断歩道を対象に、観測調査を実施し、横断歩行者が横断するために待機している状況での歩行者と車両の行動実態を把握した。調査の結果、横断者が待機する状況において一時停止した車両は全体の約 8.2%で、そのうち高齢者や年少者の場合は停止率が高まったものの、15%程度に留まることがわかった。また、道路標識や路面標示の視認がしづらい場合は車両停止率が低い一方で、交通量による差は見られないことが明らかとなった。

井料ら(2016)²¹⁾は、筑波大学構内交差点での実験データを活用し、無信号横断歩道において車両が歩行者に道を譲る際のコミュニケーションの有無による車両挙動への影響の違いについて分析を行った。その結果、減速度が一定状態とみなした時の予測 PET や挙手、歩行者出現時の交錯点までの距離により、車両の譲り行動に変化が生じることを示された。また、安全性指標面では、歩行者が挙手した場合に、道を譲らない車両の横断歩道通過時速度はバラつきが大きく、さらに、譲りの有無に関わらず急減速車両の割合が高まることも示された。

谷口ら(2016)²²⁾は、筑波大学構内交差点を対象に、ビデオ観測調査及び目視調査を実施し、歩行者側の積極的なコミュニケーションがドライバーの譲り行動に与える影響について分析を行った。その結果、歩行者からの車両への積極的なコミュニケーションは協調行動促進に有効であることに加え、「挙手」はアイコンタクトや会釈に比べて、ドライバーが歩行者に道を譲る協調行動を誘発することが示された。また、歩行者コミュニケーションが有効となる速度には限度があり、高速ドライバーに対しては効果が低い可能性も示された。

吉村ら(2023)²³⁾は、東京都中央区新川に位置する無信号横断歩道を対象に、ビデオ観測調査を行い、歩行者の横断前挙動や道路交通環境、車両の走行状況に着目して車両の譲りとの関連を分析した。その結果、歩行者の横断位置が Near-side よりも Far-side の方が、横断前挙動においては歩道側で待機する方が、譲りの確率が低下することがわかった。他にも、信号灯器の視認性が十分確保されている場所では表示が赤よりも青の方で譲りの確率が低下する、対向車が存在する方が譲りの確率が低下するといったことが示された。

2.3.2 横断待機時における歩行者の立ち位置に関する研究

藤田ら(2023)²⁴⁾は、岡山県岡山市に位置する単路部無信号横断歩道を対象に、ビデオカメラを用いた観測調査を実施し、横断待機時の歩行者の立ち位置や振る舞いの違いが自動車の停止挙動に与える影響について分析を行った。また、横断待機方法から横断歩道の構造までという幅広い視点から一時停止率向上策についての検討も行った。その結果、自動車の一時停止率向上には、歩行者の立ち位置が大きく寄与していることが明らかになった。また、それと同時にスマートフォンを見ながらの横断待機は適切な待機方法ではないことがわかった。そして、一時停止率向上策としては、可能な限り車道に近い位置での横断待機や、自動車に回避行動をさせないような横断歩道の構造にするといった点が挙げられた。

橋本ら(2023)²⁵⁾は、歩行者の横断意思及びその意思を示す行動の 1 つである「前に立つ」ということに着目し、車道に近い位置でも歩行者が安心・安全に横断可能な無信号横断歩道の構造について、ヘッドマウントディスプレイを用いた VR シミュレーション実験を実施した上で検討した。実験の結果、歩行者の立ち位置は、せり出しが最も影響を受け、足跡マークの設置位置によって差が生じると共に、熟慮性の相違が立ち位置の差に影響を及ぼす可能性を示唆した。また、対策なしよりも、せり出した上で防護柵やボラードを設置した横断歩道の方が不安感得点は低く、歩行者の不安感にはせり出しよりも衝突防止策の方が強く影響することがわかった。

宮野ら(2023)²⁶⁾は、広島県呉市阿賀南 2 丁目に位置する無信号横断歩道を対象に、目視による調査を実施し、歩車間のコミュニケーションの有無や歩行者の挙動及び形態、車両属性

が車両の停止に与える影響について分析した。その結果、昼間では、歩行者が車道側で待機している場合や歩行者が車両に視線を向ける場合、歩行者が挙手する場合に車両が停止しやすいことがわかった。つまり、歩行者の挙手行為は、ドライバーに認知されやすくなるだけでなく、横断意思を明確化する手段になっていることが明らかになり、安全な横断歩行に向けて効果的であることが示された。また、夜間では、歩行者からドライバーへの積極的なコミュニケーションが車両の停止に与える影響は小さい一方で、歩行者が車道側で待機している場合には車両が停止しやすいことがわかった。以上より、夜間では昼間よりも歩行者自身の存在をドライバーに伝えることが重要であることが明らかになった。

2.4 二段階横断歩道に関する研究

2.4.1 二段階横断歩道の導入効果に関する研究

村井ら(2017)²⁷⁾は、宮崎県児湯郡川南町の国道 10 号に導入された国内初の食い違い二段階横断施設を対象に、ビデオ調査とヒアリング・アンケート調査を実施し、施設の導入前後における横断歩行者の安全性や円滑性に関する評価ならびに、二段階横断の横断特性について分析を行った。その結果、同施設利用者の増加による乱横断の減少をはじめ、車両接近時における横断割合の減少や、横断時間ならびに横断待ち時間の短縮に繋がることが示された。また、歩道部と比べて交通島における横断待ち時間の方が短縮される傾向にあることから、食い違い横断歩道の円滑面に関する効果も明らかになった。

竹平ら(2018)²⁸⁾は、埼玉県春日部市に位置する県道 400 号春日部停車場線の無信号横断歩道上に整備された簡易な安全島を対象に、ビデオ観測調査を実施し、整備前後において横断者及び車両の挙動を比較することで、安全性や円滑性に着目した評価を行った。その結果、交錯可能性が低減する傾向は、高齢者の横断前半において顕著に見られ、横断時の身体的・精神的負担の軽減に効果があることが示された。他にも、安全島の整備が横断判断のし易さや横断者の待ち時間短縮に寄与することが明らかになり、横断者の安全性ならびに円滑性の向上に有効な対策であることが示された。

足立ら(2019)²⁹⁾は、岐阜県にある食い違い二段階横断施設と愛知県にある 2 カ所の簡易的な二段階横断施設を対象に、ビデオ観測調査・運転調査・横断調査を実施し、利用者挙動や利用者意識の相違という観点から二段階横断施設の効果について比較分析を行った。その結果、運転者及び車両挙動という観点では、通常横断歩道よりも二段階横断歩道において、横断者有無確認時に速度低下する傾向が見られた。他にも、簡易二段階横断施設よりも食い違い二段階横断施設において、譲り挙動を行うための急減速割合が低下したことをはじめ、中央帯や交通島での譲り割合の上昇により、簡易二段階横断施設でも食い違い二段階横断

施設と同様に横断円滑性があることが示された。そして、利用者意識という観点では、二段階横断施設の導入により、運転者及び歩行者の安全性イメージの向上や心理的負担の軽減に繋がることが明らかになった。

足立ら(2021)³⁰⁾は、宮崎県、岐阜県、愛知県、埼玉県、岩手県に位置する5カ所の二段階横断施設を対象に、ビデオカメラによる観測調査を実施し、その横断円滑性及び安全性と周辺環境及び交通状況との関係に関する分析を実施した。その結果、交通島を設置することで横断円滑性が向上し、特に車両交通量が少なく、車両速度が低いかつばらつきが小さい箇所への設置により、譲りが発生しやすくなることがわかった。また、直線型の二段階横断歩道においては、交通島での安全確認を怠るケースが多く、自転車による利用で顕著に見られたことから、歩行者よりも自転車による横断が多い箇所へは食い違い形式の横断歩道を導入することが望ましいことを示した。

林ら(2015)³¹⁾は、無信号二段階横断による円滑性向上を目的に、無信号二段階横断歩道以外の4制御方式(「押しボタン式信号機」、「定周期式信号機」、「交通島」、「無信号」)を用いた交通シミュレーションを行うと共に、二段階横断との比較検証を実施し、対象道路にとって最適な制御方式を明らかにした。シミュレーションの結果、歩行者の安全性や円滑性を確保するためには、「安全島」と「押しボタン式信号機」を用いた制御方法が最適であることが判明した。

浜岡ら(2016)³²⁾は、未だ本格導入には至っていない無信号単路部二段階横断方式を対象に、実験フィールドにおける横断判断を記録する実験を実施し、利用時の歩行者の横断判断特性に関する解析を行った。その結果、片側判断では左側接近において歩車間距離が長くなること、両側判断では左接近において接近車両の速度上昇を伴う歩車間距離の増加は見られないことがわかった。また、二段階横断では左側接近において他の横断パターンと比べて最も歩車間距離が短いことが明らかになった。

石山ら(2018)³³⁾は、愛知県名古屋市及び宮崎県児湯郡に位置する単路部の無信号横断歩道を対象に、横断判断挙動に着目した上で、標準横断方式と二段階横断方式のそれぞれに関する横断判断モデルを構築し、二段階横断方式の安全性と円滑性の向上効果を評価した。その結果、横断判断は車両の走行位置と横断歩道への接近速度の両方を考慮して行われることが明らかになった。また、標準横断方式と比較して二段階横断方式の方が、クリティカルギャップの値を低下させることが明らかになり、横断時の円滑性向上に効果があることが示された。さらに、横断者の横断判断のばらつきも小さくなったことから、二段階横断方式が安全性向上に寄与することがわかった。

2.4.2 二段階横断歩道の幾何構造に関する研究

大橋ら(2020)³⁴⁾は、無信号単路部を対象に、設置に必要な幅員を確保できない道路だとしても、設置可能となる比較的簡易な二段階横断施設について、7パターンの横断面構成の適用可能性を通行実験ならびにアンケート調査により有効性と安全性の両面から調査した。その結果、いずれの横断面構成においても横断歩行者の渡りやすさが向上すると共に、車両の停止率やドライバーの安全運転意識の向上にも寄与する可能性を示した。また、車両が停止せず、かつ幅の狭い交通島に歩行者が滞留する際には、速度の高い貨物車に対して不安を感じる傾向が見られ、この場合は交通島の幅を 2.0m 以上とし、側帯の設置や路肩を 0.25m 以上設置することが望ましいことを示した。そして、車道部の幅員が 7.0m~9.5m の道路においては、交通条件の考慮や利用条件の限定を行うことで、安全に利用可能な二段階横断施設の適用可能性があることが明らかになった。

大橋ら(2021)³⁵⁾は、単路部無信号横断歩道における車両の速度抑制が期待されている二段階横断施設の構造について被験者走行実験を基に明らかにした。実験ではシフト区間長が 35m、20m、11m の 3 種類の構造を検討した。その結果、区間長が 20m と 11m の構造において速度抑制効果が見られ、速度面以外では問題が生じないことが明らかになった。また、横断歩道部をハンプ化することで、より確実な速度抑制に繋がり、横断歩行者の安全性を高めることに寄与することが示された。

永脇ら(2023)³⁶⁾は、横断面構成の見直しにより設置された、名古屋市名東区の幅狭二段階横断施設を対象に、ビデオ観測及びアンケート調査より、その導入効果や近隣住民の受容性評価を実施した。その結果、交通島幅に余裕のある他箇所の事例と比べても、車両譲り率が高く、走行速度も低下していることが明らかになり、幅狭の場合だとしても横断者の円滑性や安全性に効果があることを示した。また、同施設の交通島幅は 2.0m で概ね受け容れられているものの、2.5m まで確保されると、より許容されることがわかった。

2.5 本研究の位置付け

前節までに示した既往研究より、諸外国においてはバルブアウトに関する研究が多々行われており、ドライバーの安全運転及び横断者の安全確保、さらには人々の歩行活動の促進にまで寄与していることが明らかになった。その一方で、我が国の交通法規や交通状況を踏まえたバルブアウトに関する研究は極めて少なく、中でも単路部無信号横断歩道への導入を対象としたものは見当たらない。

無信号横断歩道に関する国内研究においては、歩行者のコミュニケーションや横断歩道の周辺環境が車両の譲りに与える影響を明らかにした研究が多くを占めることがわかった。

その中でも、バルブアウトと類似した研究はいくつか存在しており、歩行者が車道側で横断待機することの重要性が示されているものの、車両の譲り挙動や走行挙動、もしくは歩行者行動や歩行者意識に着目して分析されており、ドライバーの運転行動と運転意識の両面、もしくはドライバーと歩行者の両面から分析されたものはない。特に、歩道を車道側にせり出す対策については、車道幅員の減少による走行車両への影響を検討する必要があると考える。

二段階横断歩道に関する国内研究においては、二段階横断歩道の導入に伴う車両や横断者の安全性及び円滑性の向上を明らかにした研究は多く存在しているものの、二段階横断歩道の形式間や同一箇所における導入前後での比較、もしくは他の信号制御方式等との比較が多数を占める。そのため、二段階横断歩道とバルブアウトの比較等を含め、横断歩道の構造面に着目して比較分析された研究はほとんど存在しない。また、前述した通り、横断歩道の設置箇所やその周辺環境、もしくは道路の利用状況等によっては二段型横断歩道の設置が適さない場面も多く存在すると考えられる。

以上を踏まえ、本研究の新規性としては、横断歩道の構造面に着目したうえで、国内における導入事例が少ないバルブアウトと他の横断施設を比較分析しつつ、無信号横断歩道へのバルブアウト導入がドライバーと歩行者双方の利用行動及び利用意識に与える影響を把握すると共に、各横断歩道施設が有する得失を明らかにすることが挙げられる。さらに、DSやHMDを活用し、自転車や対向車両、横断歩行者等の実験条件を可能な限り揃えた状態で、複数の横断施設に関する比較分析を行う点でも新規性があると考ええる。