

平成 24 年度自動車安全運転センター

交通安全等に関する調査研究

将来の公道走行を想定した高齢者乗車パーソナル

モビリティの安全運転能力の先行調査

報告書

平成 25 年 3 月

日本大学

目 次

第1章 背景と目的	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 実験目的	1
第2章 実験.....	2
2.1 被験者.....	2
2.2 実験装置.....	4
2.2.1 アイマークレコーダー	4
2.2.2 電動車椅子	7
2.2.3 テープスイッチ	9
2.2.4 運転適性検査器	10
2.3 実験方法と実験条件	11
2.3.1 電動車椅子乗車時	22
2.3.2 自由歩行時	22
2.3.3 運転適性検査.....	23
第3章 実験結果と考察	24
3.1 実験結果.....	24
3.1.1 アイマークレコーダー	24
3.1.2 テープスイッチ	37
3.1.3 運転適性検査.....	39
3.2 考察.....	41
3.2.1 アイマークレコーダー	41
3.2.2 テープスイッチ	41
3.2.3 運転適性検査.....	41
第4章 まとめ	42

第1章 背景と目的

1.1 研究背景

近年、高齢化の進展や、省エネルギー問題により、自動車に代表れた移動手段が変化しつつある。特に、高齢者には、近距離移動を目的とした簡単なパーソナルモビリティへの要望が高まっている。パーソナルモビリティの代表的なものとして、セグウェイや電動車椅子（例：スズキ製セニアカー）がある。

ここで、電動車椅子には、歩行者速度と同程度の 6 km/h の速度制限は存在するが、走行ルールは存在しない。将来的には、このようなパーソナルモビリティの普及によって、自動車、自転車、歩行者等との混合走行が考えられる。

交通事故総合分析センターの報告によると、平成 14 年での電動車椅子の交通事故による死傷者数は 206 人である。年齢層 65 歳以上が約 70%以上を占める。事故の多いパターンは、信号あり交差点での右直事故と左折巻き込まれ事故である。

そこで本研究では、将来の公道走行を想定した高齢者乗車パーソナルモビリティの事故予防のための安全運転方法、走行ルールについて先行調査を行う。

方法は、自動車安全運転センターの模擬市街路を利用して、高齢者に電動車いすを運転してもらい、走行特性を計測する。走行特性は、交差点での安全確認、発進・停止判断等を調査する。被験者には、アイカメラ等を装着し、視線データを測定し、安全に走行しているときの運転データを収集、解析する。

1.2 実験目的

本実験では、高齢者及び若年者の電動車椅子運転時及び自由歩行時における視点特性の取得をアイマークレコーダーによって行う。実験は、近年の電動車椅子の事故類型で多い右直事故を想定し、被験者が交差点を横断する際の視点移動が、対向車の行動に応じてどのように変化するかを計測する。併せて、運転適性検査を実施し、その評価点とアイマークレコーダーの計測結果を基に、高齢者のセニアカー運転時の危険性を考察する。

なお、実験は被験者に対してインフォームドコンセントを実施し、走行は十分な安全対策をしたうえで実施する。

第2章 実験

2.1 被験者

被験者には 65～78 歳の高齢者男女 7 名と 22～50 歳の若年者男性 5 名に協力してもらい，視点特性取得実験及び運転適性検査を行った．以下に今回の被験者の実験番号と年齢，性別を示す．なお，今回の実験では被験者番号 20121123-1, 20121123-4, 20121124-11, 20121124-12, 20121123-13, 20121124-14 番については運転適性検査のみを行い視点特性取得実験は行わなかった．

表 1 被験者内訳

被験者	実験番号	年齢	性別
高齢者	20121123-1	66	男性
	20121123-2	68	男性
	20121123-3	68	男性
	20121123-4	78	男性
	20121123-5	68	男性
	20121124-1	69	女性
	20121124-2	65	男性
	20121124-3	77	男性
	20121124-4	77	男性
	20121124-12	70	男性
若年者	20121124-6	23	男性
	20121124-7	23	男性
	20121124-8	23	男性
	20121124-9	22	男性
	20121124-10	23	男性
	20121124-11	22	男性
	20121124-13	37	男性
	20121124-14	50	男性

なお，被験者には図 1 に示す同意書を用いてインフォームドコンセントを行い，本実験の内容について十分な同意を得た上で実験を行った．

No. _____

電動車椅子の運転実験参加へのお願い(同意書)

現在、日本大学では電動車椅子、小型カメラを用いた眼球の視線移動計測実験を行っています。

[本実験の注意点]

- ・この調査に協力するかはあなたの自由意思です。
- ・調査内容は論文として発表、学会で報告する場合がありますが 氏名・イニシャルなどの個人が特定できるものは公表しません。
- ・本調査に協力しない場合でも不利益を受けることはありません。
- ・調査結果は学会報告、論文、報告書のデータとして使用致します。



図 1 セニアカー

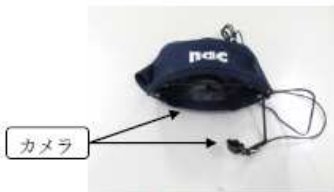


図 2 小型カメラ

調査実施

日本大学理工学部

富永 茂

〒101-8308

東京都千代田区神田駿河台 1-8-14

Tel:03-3259-0744

Fax:03-3293-8254

日本大学工学部

西本 哲也

〒963-8642

福島県郡山市田村町徳定字中河原 1

Tel:024-956-8777

Fax:024-956-8860

本調査に関する説明事項を理解し、電動車椅子運転実験のデータ提供に同意します。

平成 年 月 日

生年月日 大正 昭和 年 月 日

氏名 _____

住所 _____

図 1 実験同意書

2.2 実験装置

本実験では以下に示す装置を使用した。

(1)アイマークレコーダー(ナックイメージテクノロジー EMR-9)

被験者頭部に装着し、視点移動を記録する目的で使用了。

(2)電装車いす(スズキ セニアカーET-4D)

被験者に搭乗してもらい交差点を横断する際に使用した。

(3)テープスイッチ(東京センサ LP-120)

交差点路面上に貼り付け電動車いすがスイッチ上を通過する際の車両速度を算出するために使用した。

(4)NR-600, HA-08(キーエンス)

テープスイッチから出力される電圧信号を計測するために使用した。

(5)電源ボックス(自作品)

テープスイッチに電源を供給し、テープスイッチと NR-600 を接続するために使用した。

(6)デジタルカメラ(キヤノン EOSkiss X3)

計測状況の撮影用。

(7)ビデオカメラ

計測状況の撮影用

2.2.1 アイマークレコーダー

視点移動軌跡の取得にはナックイメージテクノロジー社製のアイマークレコーダー「EMR-9」を用いた。これは計測ユニットに搭載された2つの計測用カメラ(視野カメラ、眼球カメラ)により被験者の視界映像と視点位置を同時に計測することが可能で、被験者が自分の視野の内でどの部分を注視しているかを数値的に記録することが可能である。

アイマークレコーダーは主に、帽子ユニット、コントローラー、接続ケーブルから構成されており、帽子ユニットは図2のように視野カメラと眼球カメラの2つの計測用カメラが装備されており、視野カメラでは被験者の視界風景(図3)を撮影し、眼球カメラでは被験者の視点位置(図3中の十字マーク)を計測することができる。



図 2 アイマークレコーダー



図 3 被験者視界風景

図 4 に示すコントローラーはアイマークレコーダーの各種設定を行うもので、キャリブレーションや計測方法、CSV ファイルの作成等を行う。



図 4 アイマークレコーダー付属コントローラー

アイマークレコーダーは図 5 のように、眼球カメラによって瞳孔の輪郭を撮影、瞳孔中心を算出し、瞳孔中心位置の動きから眼球運動を計測している。記録映像にはこの瞳孔中心の動きが実験時の被験者の視点の変化として記録される。

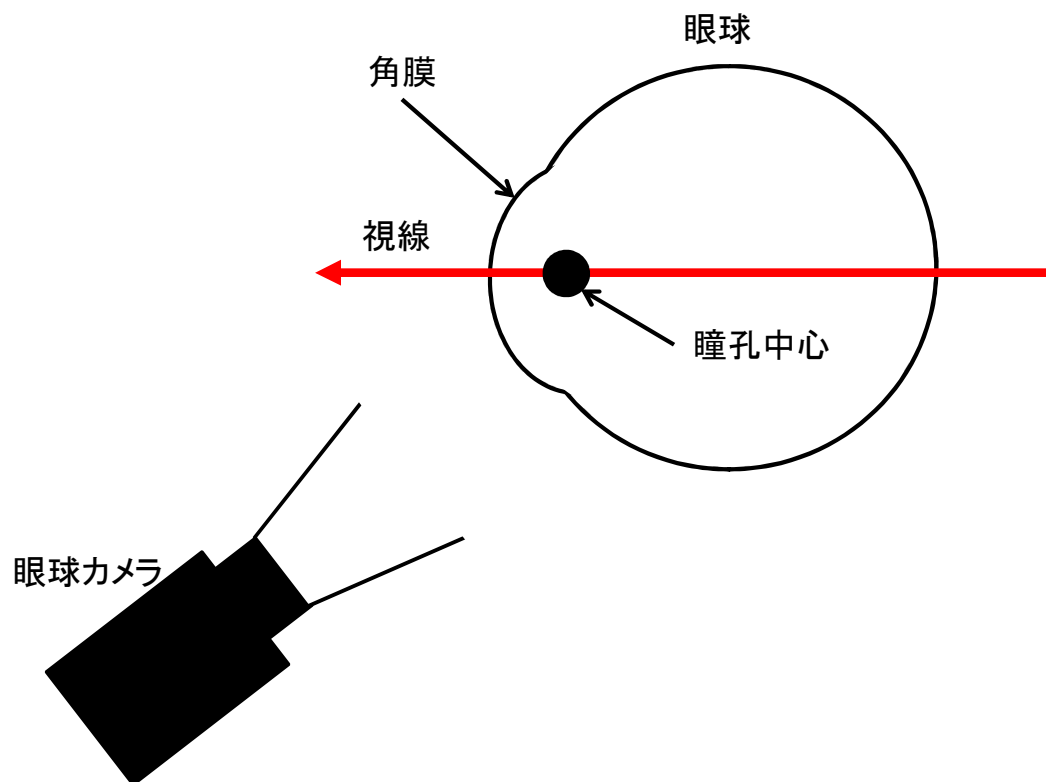


図 5 視点位置計測原理

2.2.2 電動車椅子

被験者にはスズキ株式会社製の電動車椅子「セニアカー ET-4D」を運転してもらった。本車両は JIS T 9203 に分類される電動車椅子であり、リチウムイオン式バッテリー2つと直流式モータ1つによって駆動するものである。以下にその外観図と、諸元を示す。



図 6 電動車椅子

表 2 電動車椅子緒元

項目		諸元
寸法(全長×全幅×全高)		1,195×650×1,070mm
重量(バッテリー含む)		96kg
最高速度	前進	6km/h
	後退	2km/h
使用バッテリー		Li-ion式
モーター出力		360W
実用登降板角度		10°
連続走行距離		33km
最小回転半径(最外側)		1,450mm
段差乗り越え高さ		80mm
溝乗り越え幅		120mm
使用者最大体重		100kg(積載物含む)

実験時の対向車両には図 7 に示すようなワゴンタイプの一般乗用車を使用した。車両寸法は全長 4845mm, 全幅 1830mm, 全高 1935mm, 車体色は白色である。



図 7 対向車両

2.2.3 テープスイッチ

被験者が対向車両とすれ違う際の、電動車いすの速度を算出するために、交差点路面上に東京センサ社製テープスイッチ「LP-120」2本を設置した(図 8)。これは感圧式のスイッチで、スイッチ面に 12N の荷重が加わると回路が作動し図 9 のように電圧信号を出力する。この信号の間隔を Δt とすれば、スイッチの設置間隔を除することで電動車いすの車両速度を算出できる。なお、テープスイッチから出力される電圧信号の計測には計測ユニット「NR-600」及び計測ソフト「WAVELOGGER PRO」、自作電源ボックスを使用した。

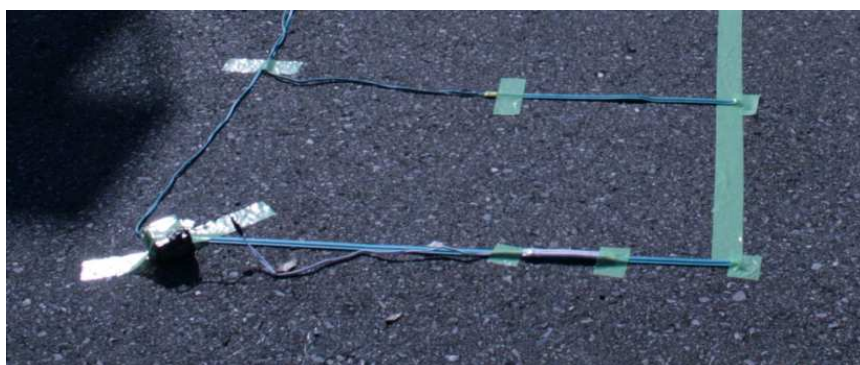


図 8 テープスイッチ

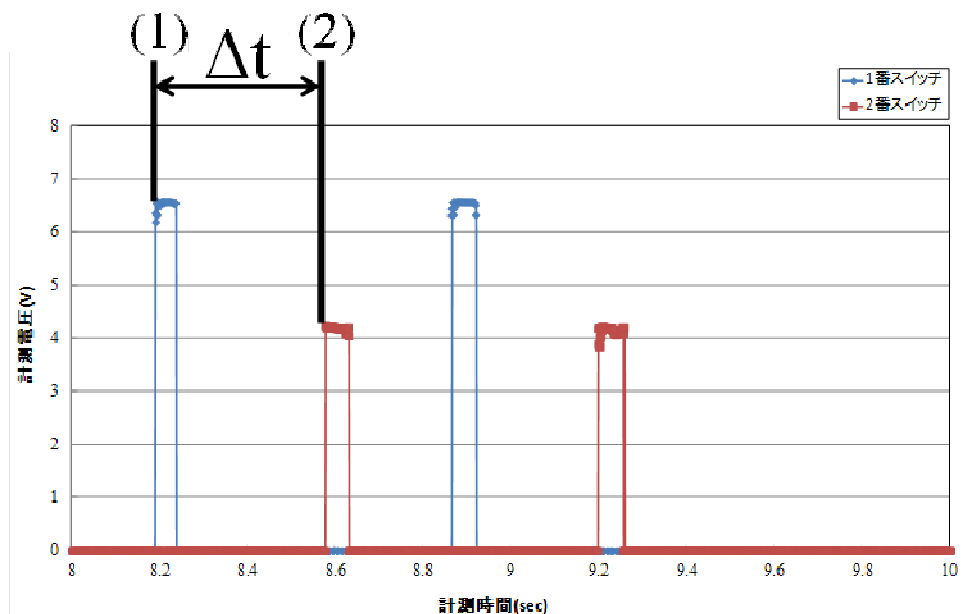


図 9 テープスイッチ計測原理

2.2.4 運転適性検査器

運転適性検査では図 10 に示す運転適性検査器を使用している．この機器はディスプレイ、ハンドル、右側ボタン(青色)、左側ボタン(黄色)、アクセルペダル、ブレーキペダルから構成され、被験者の反応動作の速さや正確さ、集中力、情報処理能力について数値的に表すことができるものである．



図 10 運転適性検査器

2.3 実験方法と実験条件

実験は茨城県ひたちなか市自動車安全運転センター安全運転中央研修所附属交通公園にて行い、公園内の交差点を使用した。図 11 は交差点の俯瞰図である。



図 11 交通公園内交差点

実験は、図 12 のように被験者が電動車椅子及び自由歩行で交差点内を横断中に、対向方向から交差点内に進入する対向車両が直進してすれ違う場合と、右折する場合の 2 パターンを実施した。なお、被験者はいずれの場合でも交差点を直進するのみである。本実験では表 3 に示すように被験者 1 名に対して電動車椅子と自由歩行それぞれの場合で対向車が直進する場合と右折する場合の合計 4 パターンを実施し、全被験者 12 名に対して同様の実験を行った。

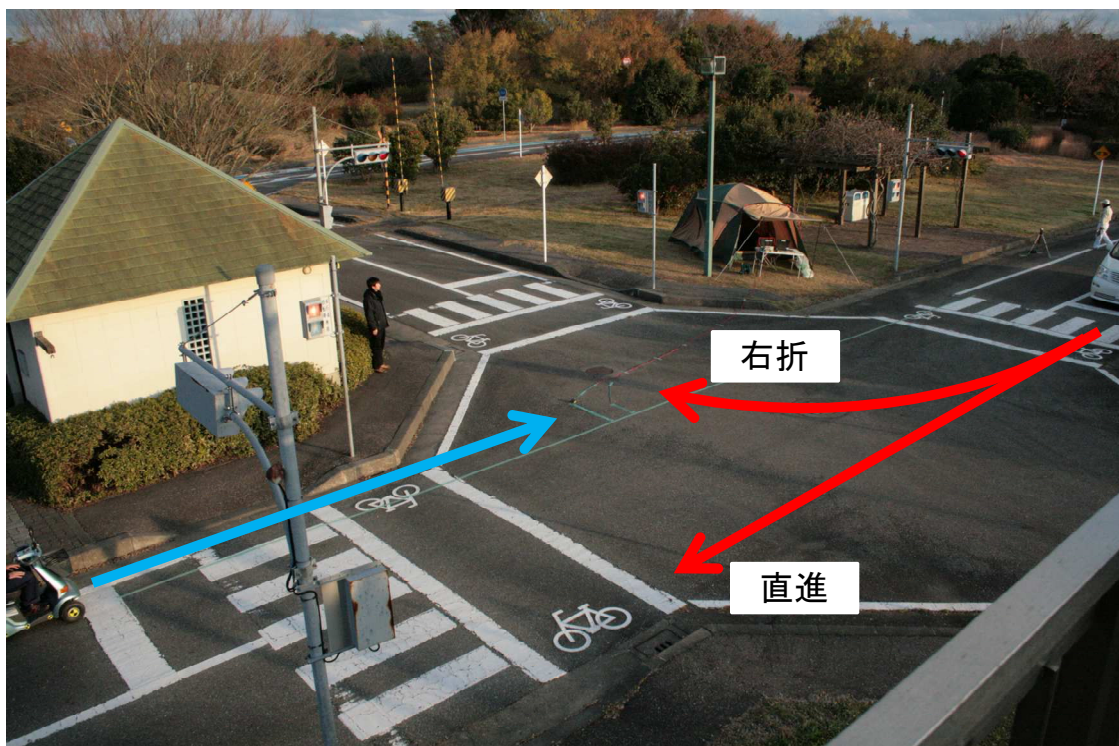


図 12 電動車いすと対向車の行動

表 3 実験パターン

被験者	移動方法	対向車行動
高齢者	電動車椅子	直進
	電動車椅子	右折
	自由歩行	直進
	自由歩行	右折
若年者	電動車椅子	直進
	電動車椅子	右折
	自由歩行	直進
	自由歩行	右折

実験時は以下の表 4 に示す通り、被験者毎に 4 パターンの実験番号を振り分けている。

表 4 実験パターン

被験者	実験番号	移動方法	対向車行動
高齢者	10121123-2-1	電動車椅子	直進
	10121123-2-2	電動車椅子	右折
	10121123-2-3	自由歩行	直進
	10121123-2-4	自由歩行	右折
	10121123-3-1	電動車椅子	直進
	10121123-3-2	電動車椅子	右折
	10121123-3-3	自由歩行	直進
	10121123-3-4	自由歩行	右折
	10121123-4-1	電動車椅子	直進
	10121123-4-2	電動車椅子	右折
	10121123-4-3	自由歩行	直進
	10121123-4-4	自由歩行	右折
	10121123-5-1	電動車椅子	直進
	10121123-5-2	電動車椅子	右折
	10121123-5-3	自由歩行	直進
	10121123-5-4	自由歩行	右折
	10121124-1-1	電動車椅子	直進
	10121124-1-2	電動車椅子	右折
	10121124-1-3	自由歩行	直進
	10121124-1-4	自由歩行	右折
	20121124-2-1	電動車椅子	直進
	20121124-2-2	電動車椅子	右折
	20121124-2-3	自由歩行	直進
	20121124-2-4	自由歩行	右折
	20121124-3-1	電動車椅子	直進
	20121124-3-2	電動車椅子	右折
	20121124-3-3	自由歩行	直進
	20121124-3-4	自由歩行	右折
	20121124-4-1	電動車椅子	直進
	20121124-4-2	電動車椅子	右折
	20121124-4-3	自由歩行	直進
	20121124-4-4	自由歩行	右折
若年者	20121124-6-1	電動車椅子	直進
	20121124-6-2	電動車椅子	右折
	20121124-6-3	自由歩行	直進
	20121124-6-4	自由歩行	右折
	20121124-7-1	電動車椅子	直進
	20121124-7-2	電動車椅子	右折
	20121124-7-3	自由歩行	直進
	20121124-7-4	自由歩行	右折
	20121124-8-1	電動車椅子	直進
	20121124-8-2	電動車椅子	右折
	20121124-8-3	自由歩行	直進
	20121124-8-4	自由歩行	右折
	20121124-9-1	電動車椅子	直進
	20121124-9-2	電動車椅子	右折
	20121124-9-3	自由歩行	直進
	20121124-9-4	自由歩行	右折
	20121124-10-1	電動車椅子	直進
	20121124-10-2	電動車椅子	右折
	20121124-10-3	自由歩行	直進
	20121124-10-4	自由歩行	右折

アイマークレコーダーの配線は図 13 の通りである．アイマークレコーダーの帽子ユニットからの信号をコントローラーに送信し，カメラの出力映像を確認するために，図 14 に示す 7inch モニタをコントローラーに接続して使用した．

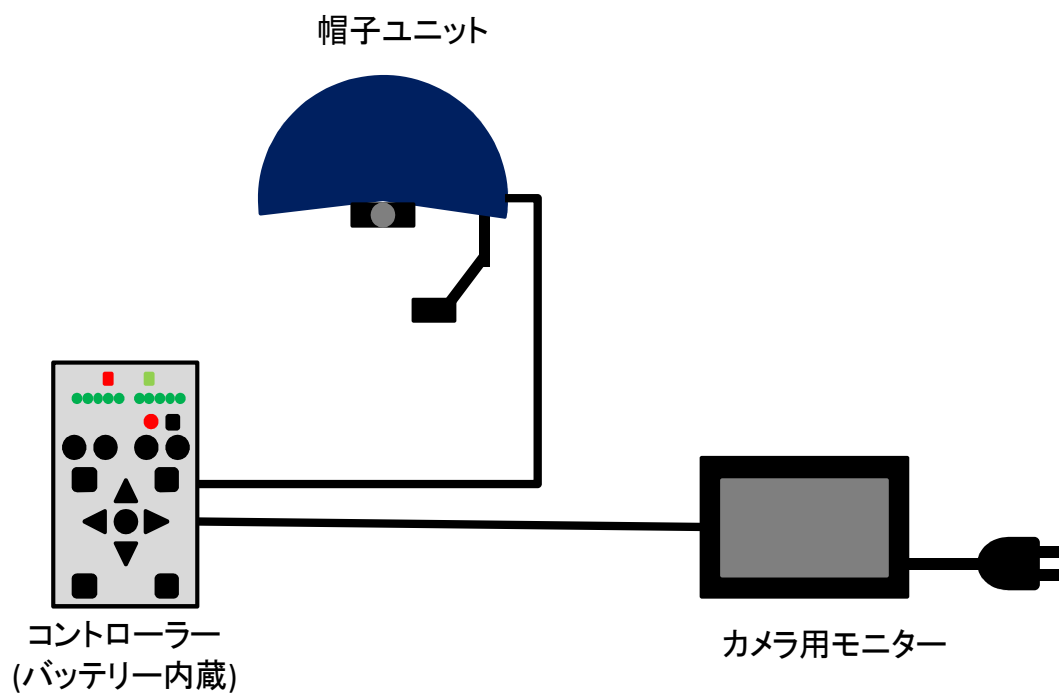


図 13 アイマークレコーダー配線



図 14 カメラ用モニタ

被験者には図 15 のように頭部にアイマークレコーダーの帽子ユニットを装着してもらい図 16 のようにコントローラー及びカメラ用モニターは被験者腰部に装着したポーチ内に収納し携行してもらった。なお、電源はアイマークレコーダー内に専用バッテリーを収納し本体に供給した。



図 15 アイマークレコーダー装着図



図 16 アイマークレコーダーコントローラー収納部

キャリブレーションはアイマークレコーダーを装着した状態で行う。キャリブレーションは、被験者の眼球の大きさや、眼を動かしたときの視点の角度等の個人差をアイマークレコーダーによって校正し、正確な視点計測をする上で必要なものである。本実験では図 17 のように荷作り用の暗幕をテント端からテープにて吊り下げ、暗幕から 3m 離れた位置に被験者に立ってもらい、アイマークレコーダーのキャリブレーションを行った。



図 17 キャリブレーション用暗幕

キャリブレーション時の設定について計測アルゴリズムは「PUPIL」を使用した。これは瞳孔の動きを検知する方法で、素早い視点移動に対応させるためである。被験者の測定眼は左目、サンプリング周波数は 60Hz、視野カメラのレンズ画角は 62° 、キャリブレーション距離は 3m、キャリブレーション方式は 9 点式で行い、キャリブレーション時の環境は屋外仮設テント内の日差しの無い日陰であった。アイマークレコーダーのコントローラーにて上記を設定後、図 18 のように被験者が暗幕から 3m 離れた状態でキャリブレーションを行う。モニタに表示される 9 点のキャリブレーションマークが暗幕上に表示された状態で、実験担当者がキャリブレーションマークの位置をレーザーポインターで指し示し、被験者にはそれを眼で追ってもらう。被験者がポイントの点を凝視している状態でコントローラーによってアイマークレコーダーの較正を行う。これによって実験での被験者の視点移動を正確に記録する事ができる。

以上でアイマークレコーダーの計測準備が完了となる。



図 18 アイマークレコーダーでのキャリブレーション

本実験では交差点中心付近の路上にテープスイッチを2本設置し，被験者と対向車がすれ違う際の電動車椅子の車両速度を計測する．なお，スイッチには図 20 に示すカメラ用のストロボユニットを装着しており，電動車椅子の車輪がスイッチを通過した瞬間に発光するようにしている．

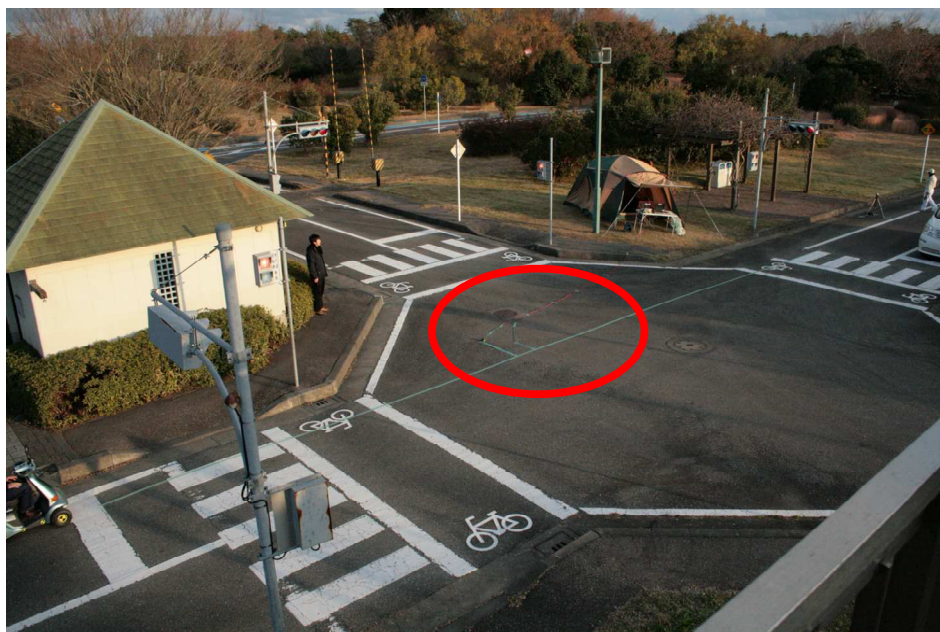


図 19 テープスイッチ配置



図 20 ストロボ

テープスイッチは図 21 のように機器接続を行う。スイッチによって出力される電圧信号は NR-600 と HA-08 によって計測し、計測ソフト「WAVELOGGER PRO」によって記録する。計測条件としてスイッチの間隔は 50cm, サンプル数は 1ms, 計測チャンネル数は 2 チャンネルであった。

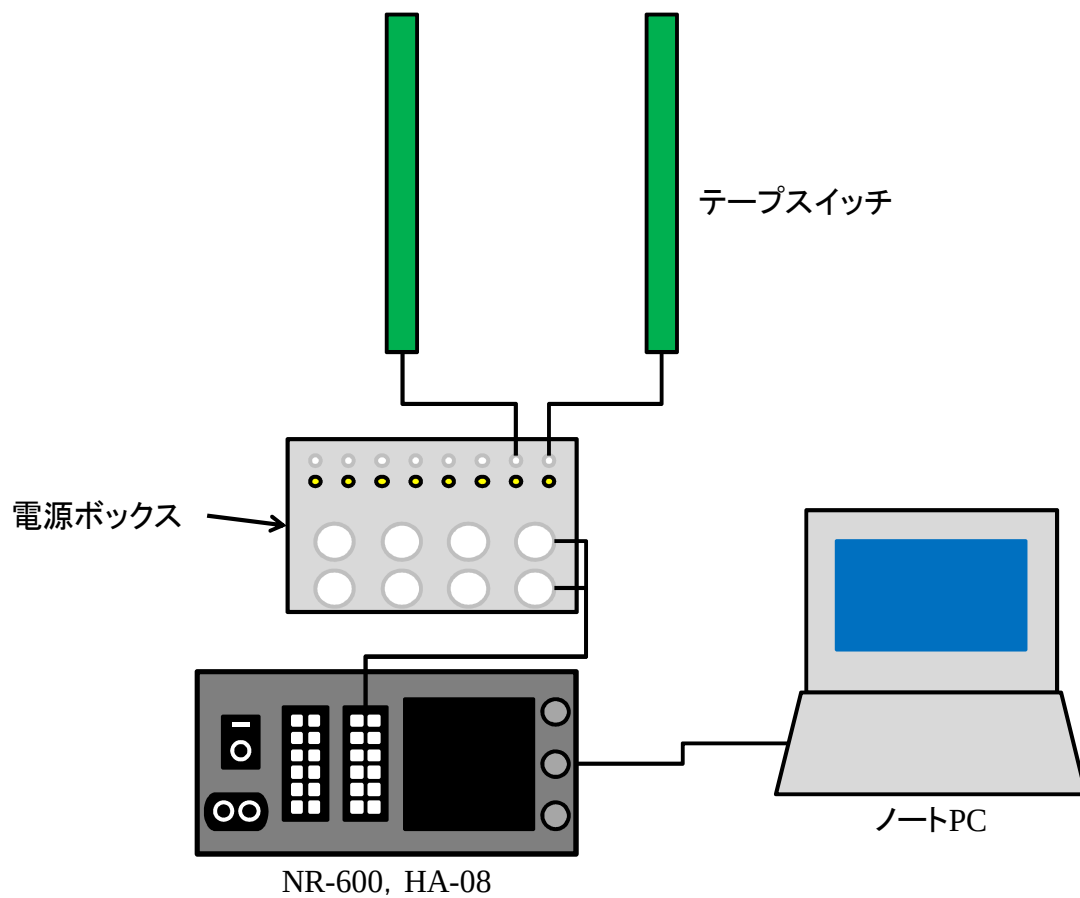


図 21 テープスイッチ配線

実験走行は被験者が電動車椅子に搭乗する場合と、自由歩行で計測を行う場合の 2 つの場合を行った。電動車椅子での実験走行時はアイマークレコーダーを装着した状態で電動車椅子に搭乗してもらう(図 22)。



図 22 電動車椅子への搭乗図

実験時の電動車椅子の設定速度は 6km/h とし交差点を横断してもらった. 本実験で使用した車両の場合, 車両ハンドル部に装備された速度調節ツマミを回転させる事で走行速度を 2km/h~6km/h の範囲で無段階調節する事ができる. 設定速度は 6km/h であるのでツマミを右側いっぱいまで回転させる(図 23). なお, 6km/h はこの車両の設定できる最高速度である.



図 23 速度設定ツマミ

自由歩行時は電動車椅子から降車し，図 24 のようにアイマークレコーダーの計測機器のみを装着した状態で実験を行った．

実験は図 24 中の電動車椅子手前の白線を走行開始位置とし，信号機を過ぎたあたりで終了とした．

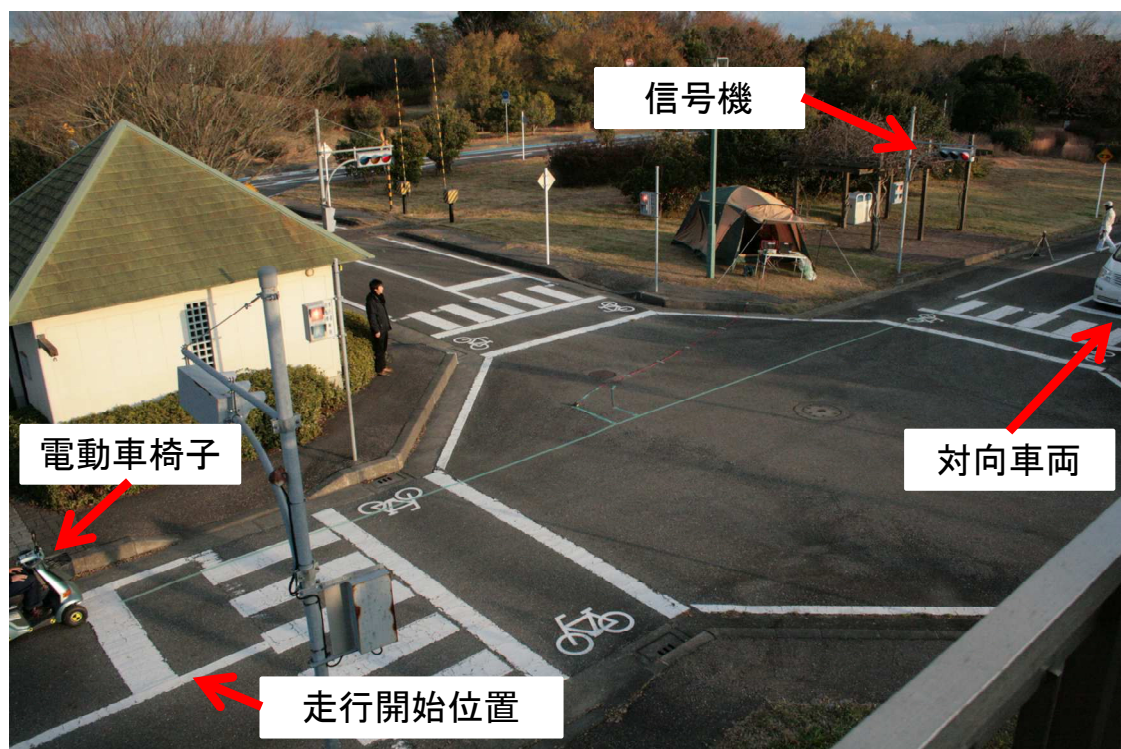


図 24 走行開始位置

計測は被験者 1 人に対して合計 4 回行った．

2.3.1 電動車椅子乗車時

電動車椅子での計測では被験者が電動車椅子で交差点を横断中に対向車両が交差点内に進入しそのまま直進して被験者とすれ違う場合と，対向車両が右折態勢に入って被験者とすれ違う場合を行った。

計測方法はまず被験者が電動車椅子に乗った状態で，走行開始位置で待機し，対向車両は交差点反対側の白線前で待機する。配置につき次第，信号機を赤信号にセットし，アイマークレコーダーの計測及びビデオカメラの録画を開始する。その後信号機を青信号に変更し，被験者が交差点の横断を開始すると同時に対向車両も交差点内に進入する。その際，対向車両は実験内容によった行動をとり，被験者とすれ違う。交差点の反対側に被験者が到達した時点で計測を終了し，アイマークレコーダーとビデオカメラの録画を停止する。その後，テープスイッチの電圧信号 2 本分と，アイマークレコーダーの視点映像が収集できているかを確認する。

2.3.2 自由歩行時

自由歩行での計測は，被験者が自由歩行に切り替えて交差点を横断中に対向車両が交差点内に進入しそのまま直進して被験者とすれ違う場合と，対向車両が右折態勢に入って被験者とすれ違う場合を行った。

計測方法については電動車椅子の場合と同様である。自由歩行時の計測では被験者が歩行によって交差点を横断するため，テープスイッチを正しく踏めず通過速度が計算できない恐れがあったため対策は取らず，また被験者にはテープスイッチを気にせずに歩いてもらった。なお，電動車椅子の時と同様に計測終了後に各データの確認を行った。

2.3.3 運転適性検査

運転適性検査では図 25 のように運転適性検査器を用いての運転適性検査を行った。検査は担当員の指示に従って実施し、本実験では「反応動作の速さ」、「適度な精神緊張の維持」、「動作の確かさ、見込反応」、「注意の配分/注意の集中分散」、「情報処理の巧みさ」の 5 項目について検査を行い、総合判定 5 点満点での評価を行った。



図 25 運転適性検査

第3章 実験結果と考察

3.1 実験結果

以下には実験によって得られたアイマークレコーダーの視点データを示す.

3.1.1 アイマークレコーダー

各被験者での実験データは以下の通りである. 図中の縦軸は被験者の視界上下方向を, 横軸は視界左右方向を表している. 高齢者, 若年者ともに電動車椅子の場合, 視界左右方向に広い見方をしており, 自由歩行の場合視界上下方向に広い見方をしている傾向が見受けられるものの, 被験者によって計測結果にばらつきがあり, 中心付近を注視している被験者も存在すれば視界全体に渡って注視する被験者も見受けられた.

計測データについては正確に計測出来ている被験者と計測できていない被験者が存在した.

なお, 実験番号 20121123-1, 20121123-4, 20121124-5, 20121124-11, 20121124-12, 20121124-13, 20121124-14 番については運転適性検査のみを実施し, 視点移動軌跡計測実験は行っていないため視点データは掲載していない.

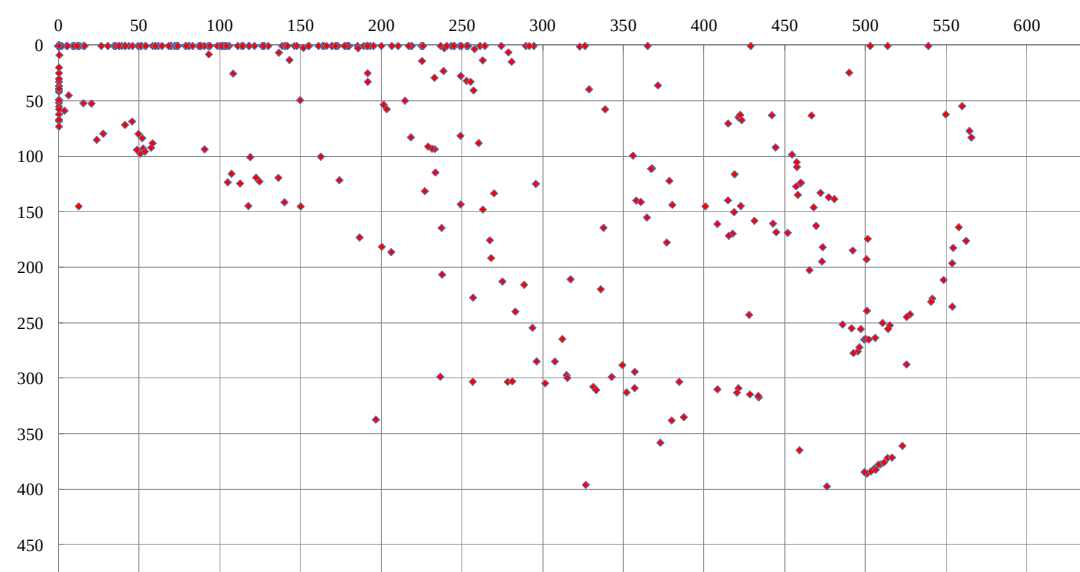


図 26 20121123-2-1 高齢者，電動車椅子 対向車両直進

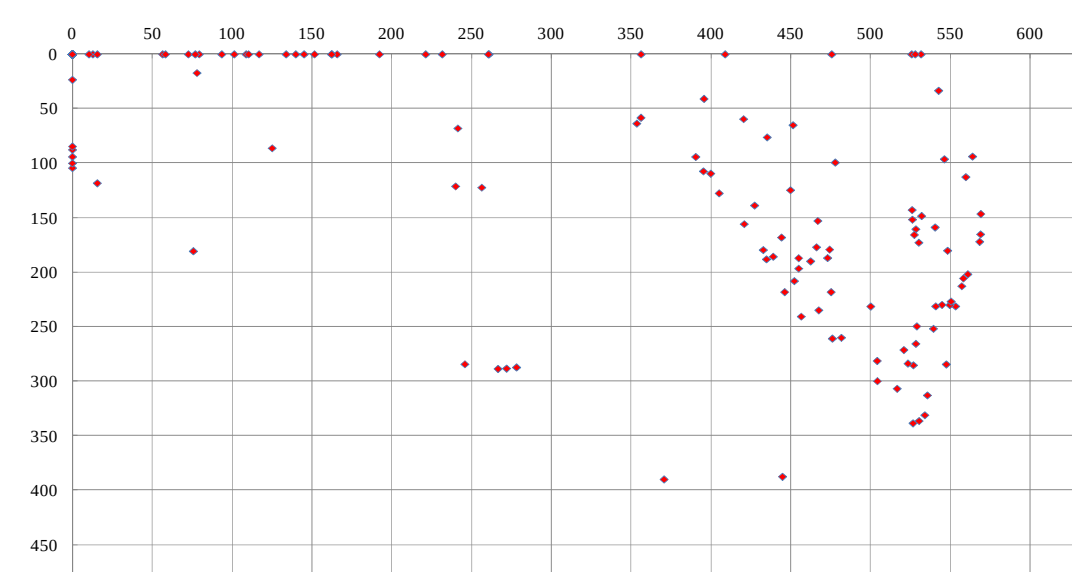


図 28 20121123-2-3 高齢者，自由歩行 対向車両直進

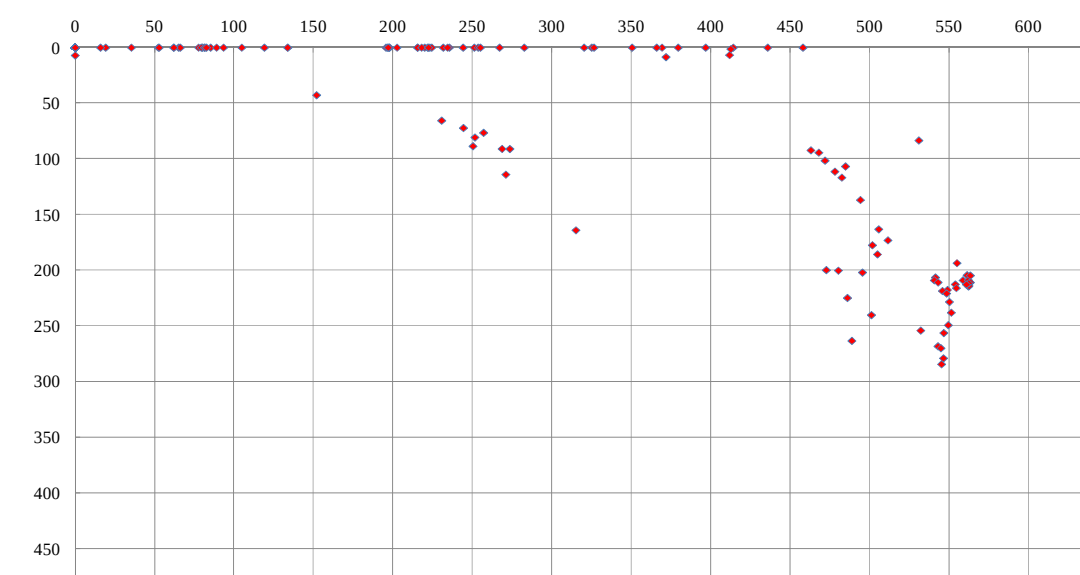


図 27 20121123-2-2 高齢者，電動車椅子 対向車両右折

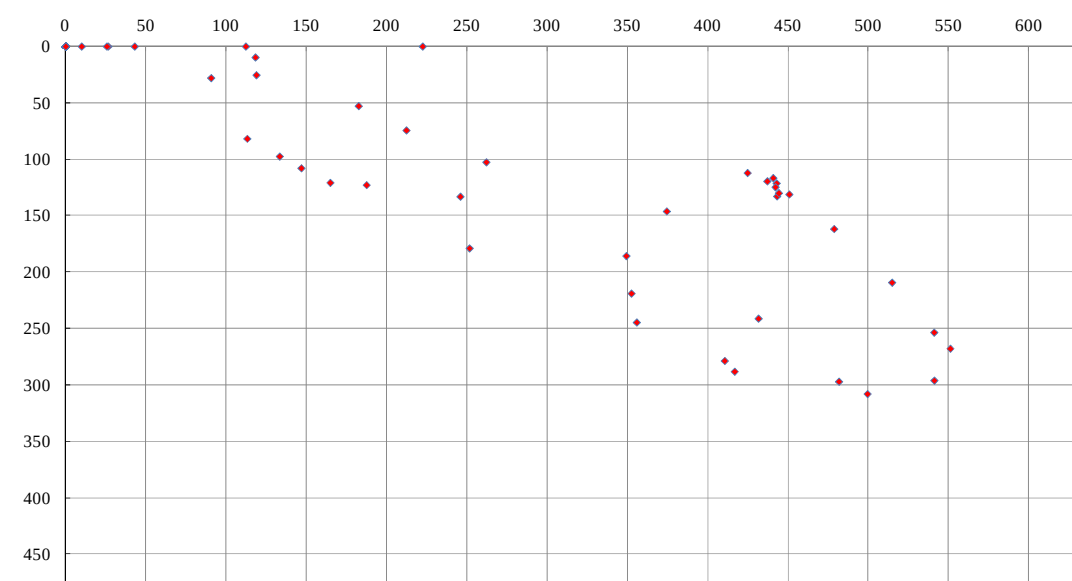


図 29 20121123-2-4 高齢者，自由歩行 対向車両右折

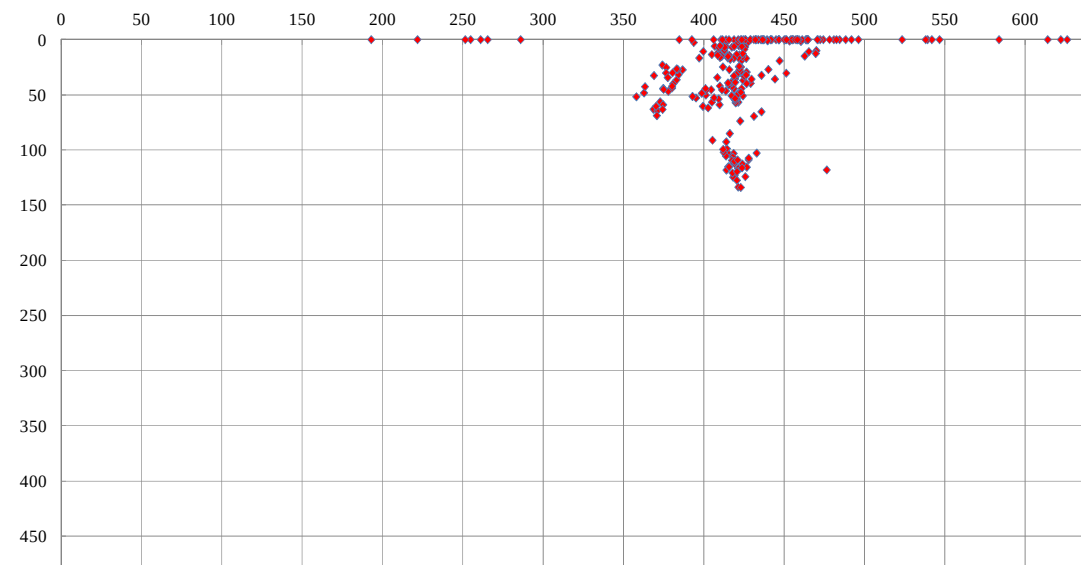


図 30 20121123-3-1 高齢者，電動車椅子 対向車両直進

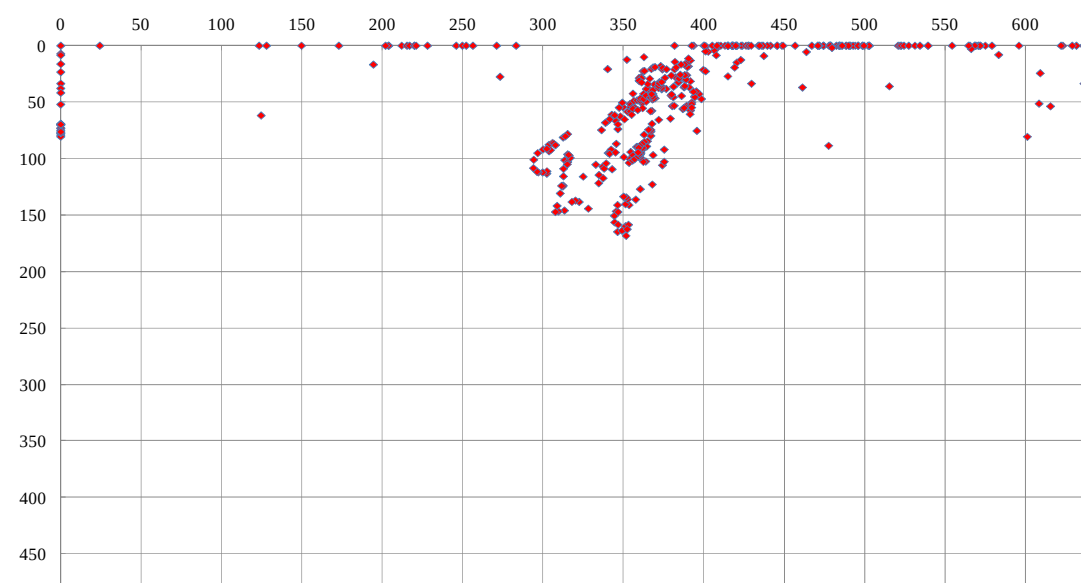


図 31 20121123-3-2 高齢者，電動車椅子 対向車両右折

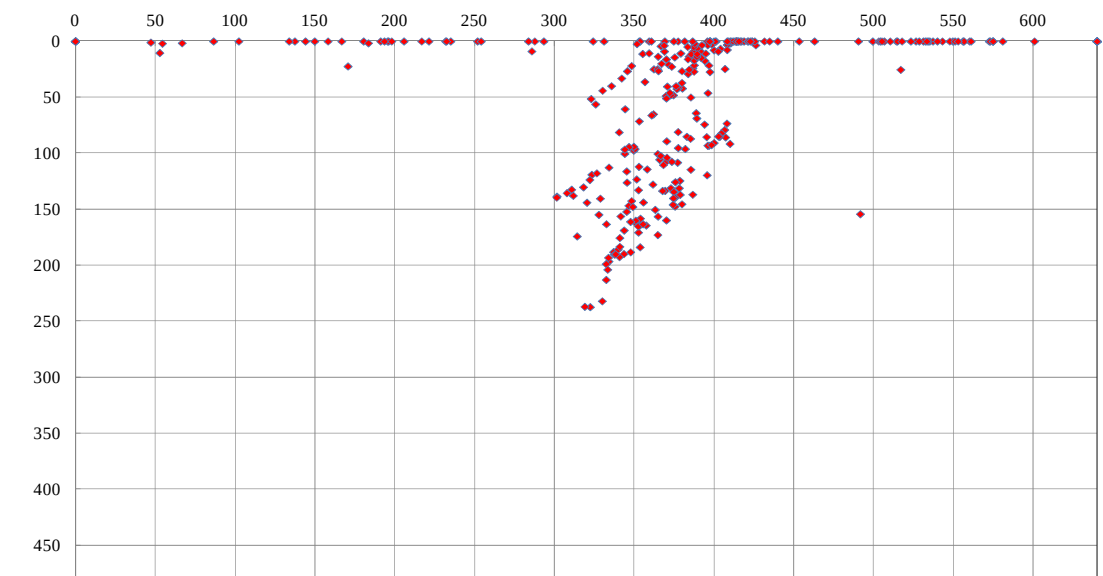


図 32 20121123-3-3 高齢者，自由歩行 対向車両直進

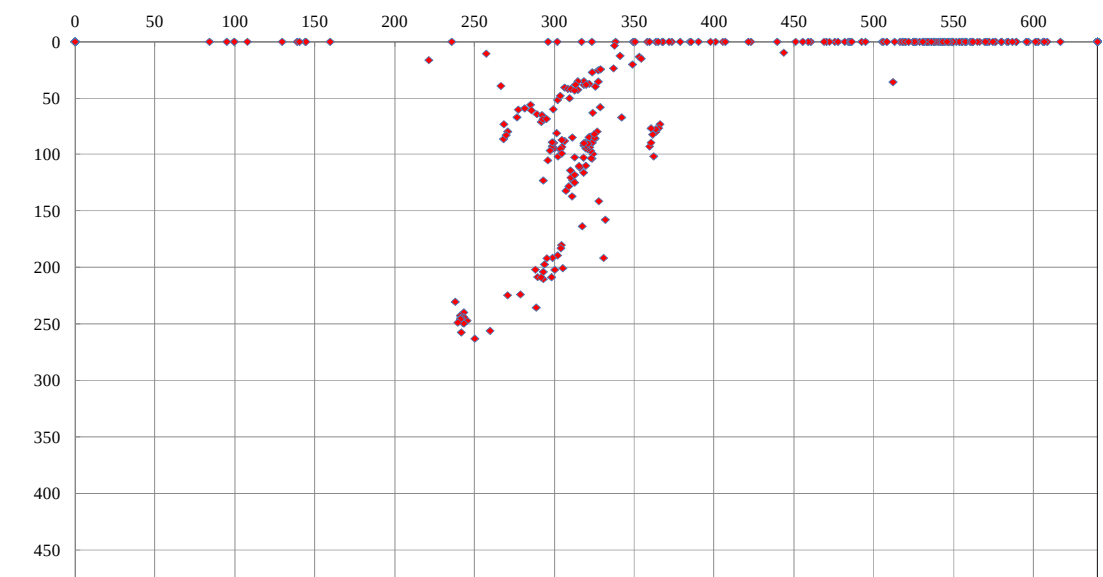


図 33 20121123-3-4 高齢者，自由歩行 対向車両直進

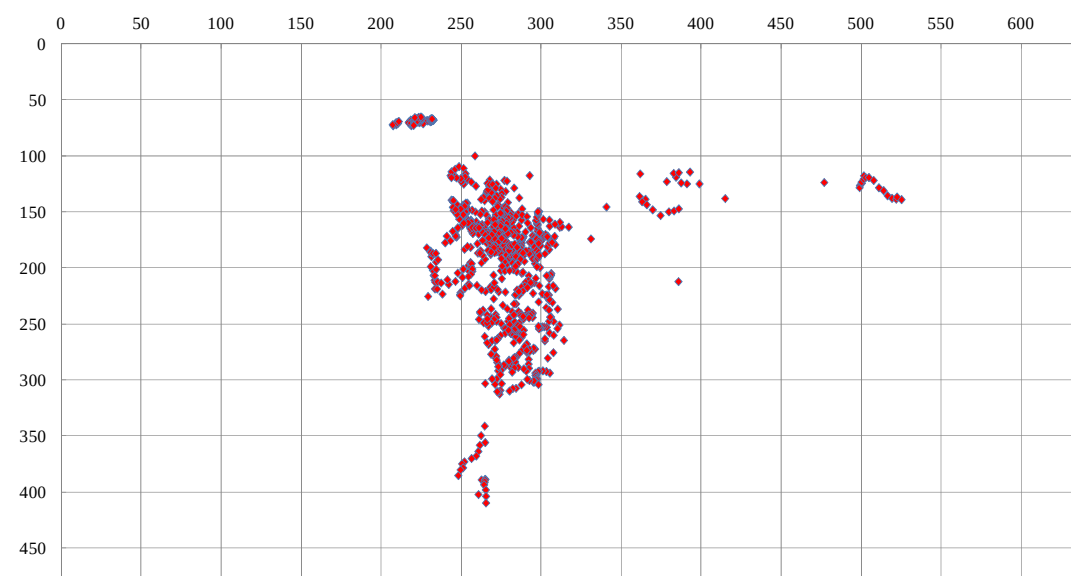


図 34 20121123-5-1 高齢者,電動車椅子 対向車両直進

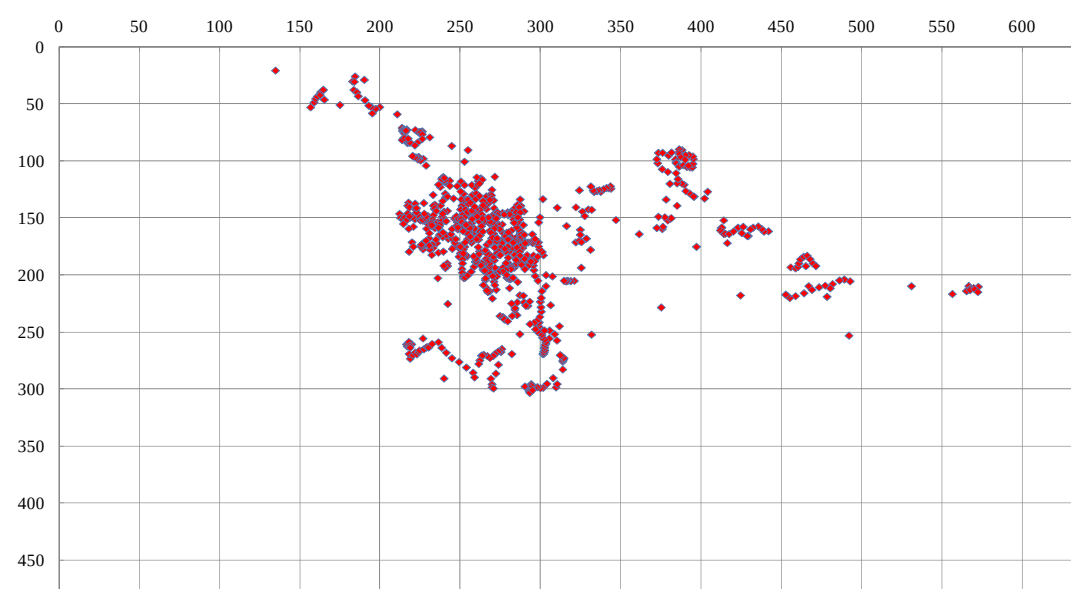


図 35 20121123-5-2 高齢者, 電動車椅子 対向車両右折

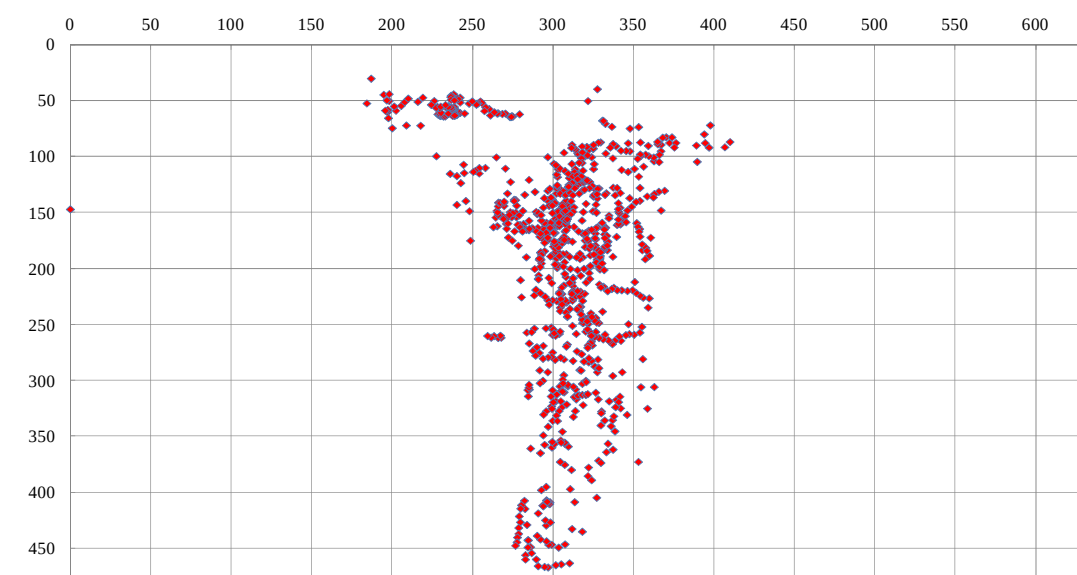


図 36 20121123-5-3 高齢者, 自由歩行 対向車両直進

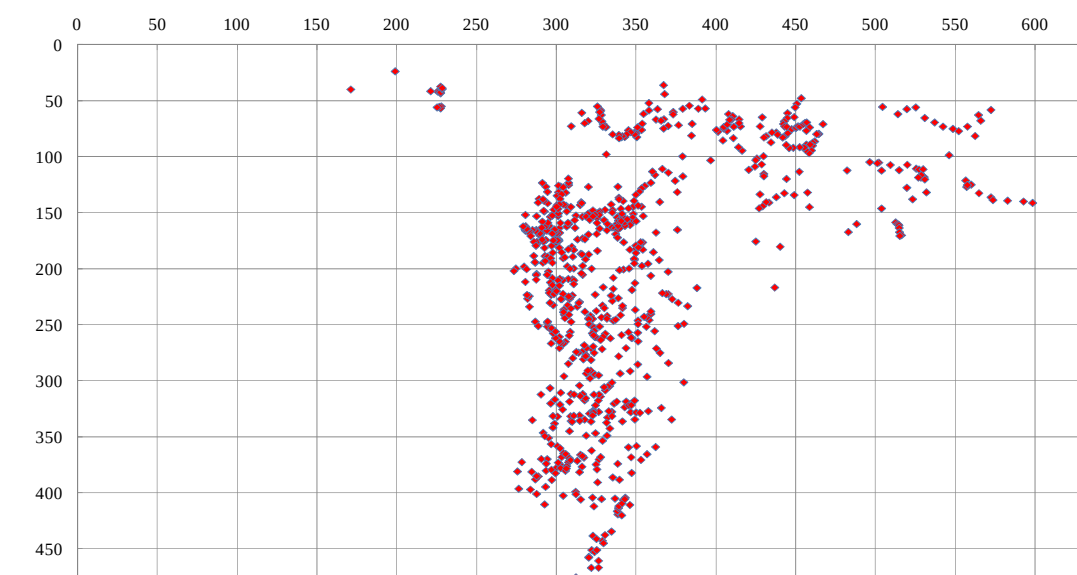


図 37 20121123-5-4 高齢者, 自由歩行 対向車両直進

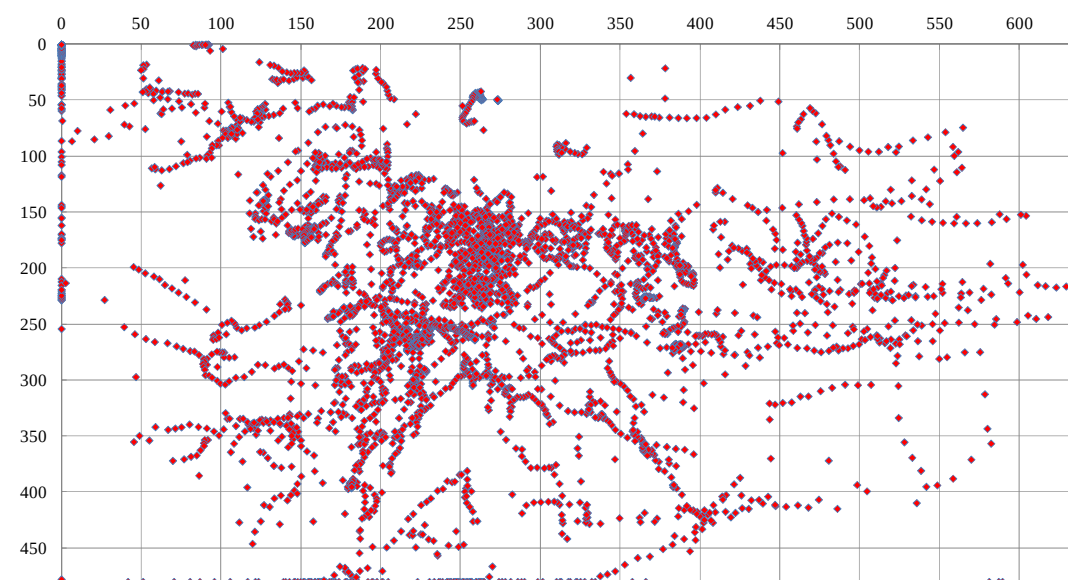


図 38 20121124-1-1 高齢者，電動車椅子 対向車両直進

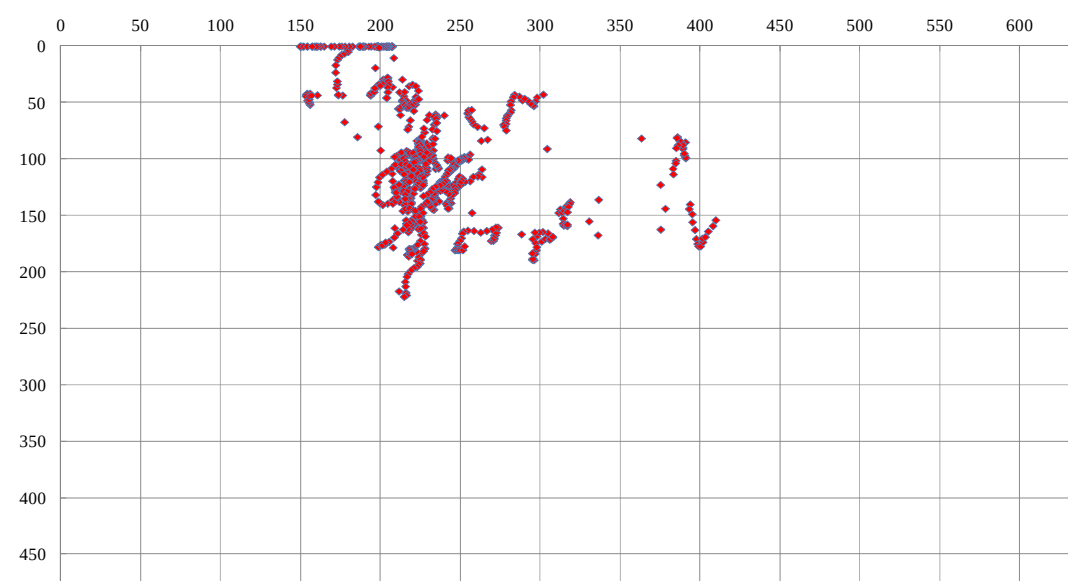


図 39 20121124-1-2 高齢者，電動車椅子 対向車両右折

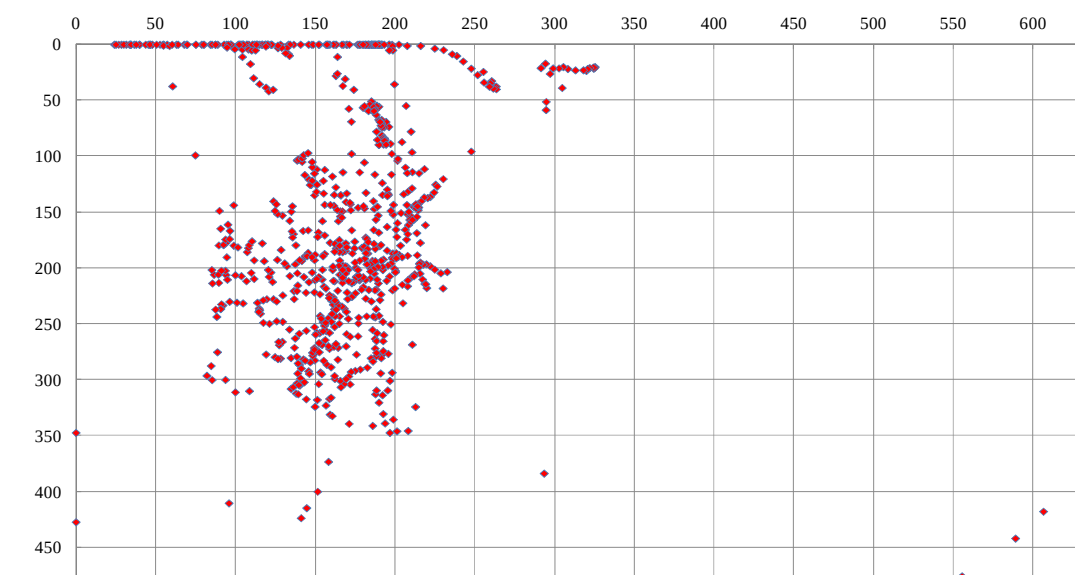


図 40 20121124-1-3 高齢者，自由歩行 対向車両直進

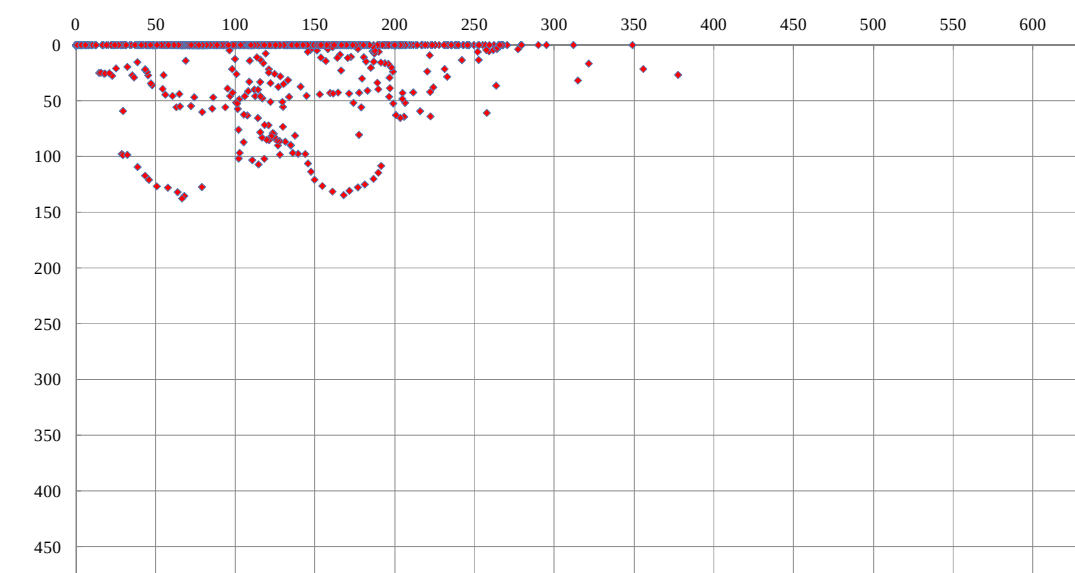


図 41 20121124-1-4 高齢者，自由歩行 対向車両右折

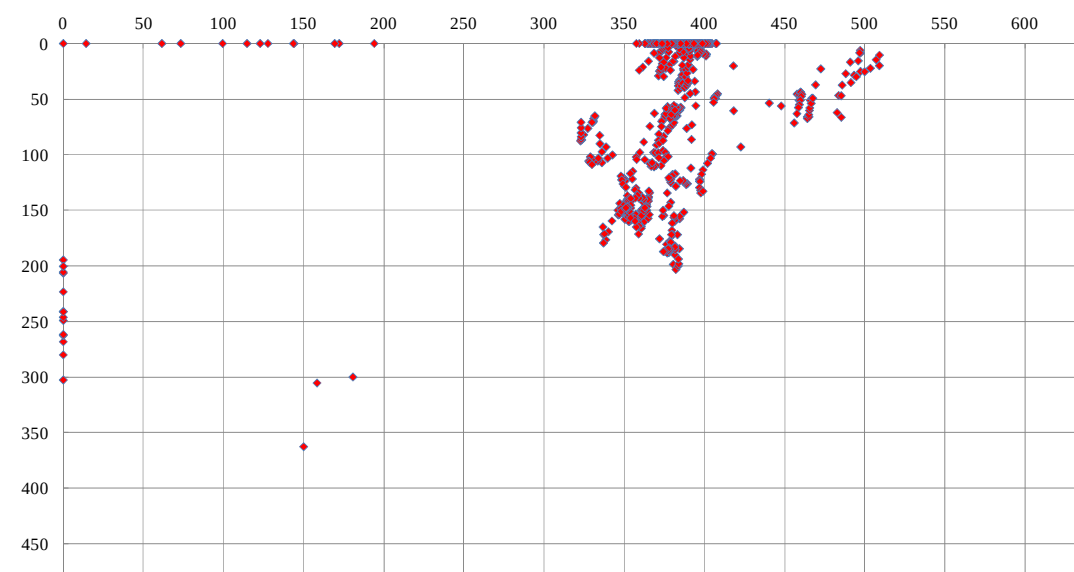


図 42 20121124-2-1 高齢者，電動車椅子 対向車両直進

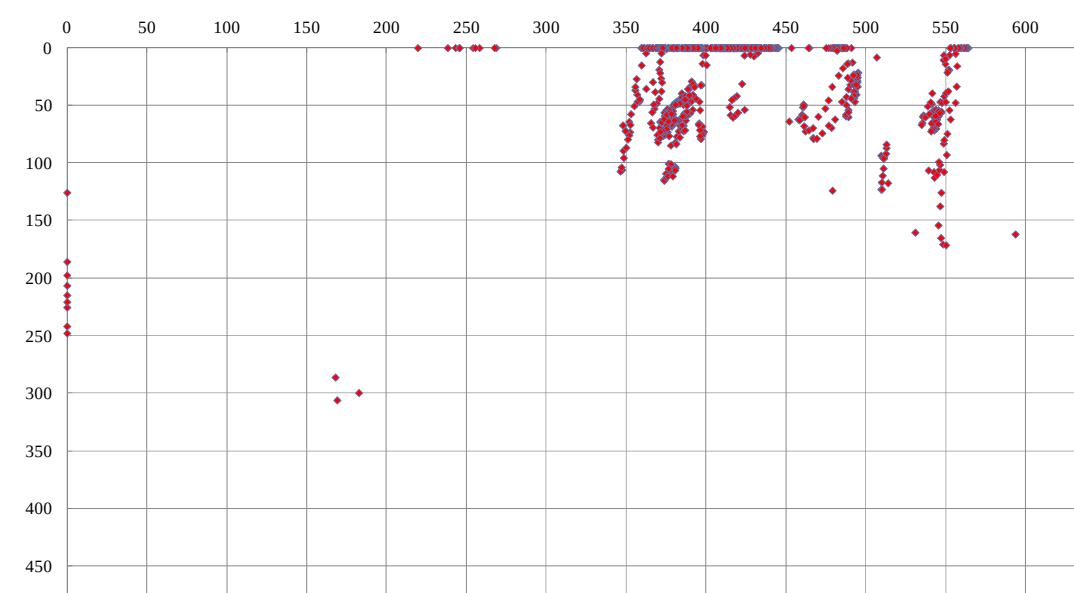


図 43 20121124-2-2 高齢者，電動車椅子 対向車両右折

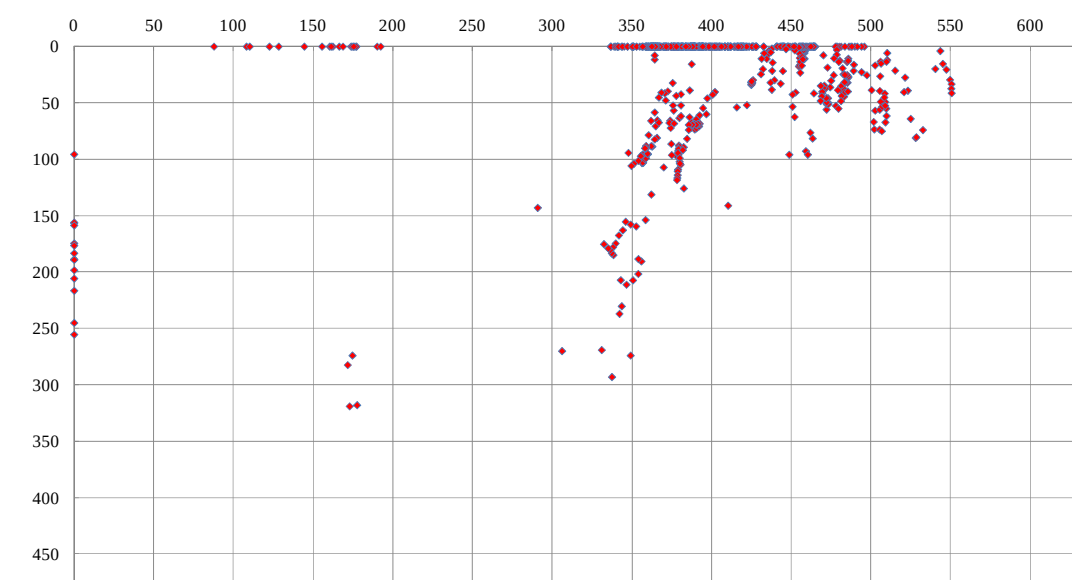


図 44 20121124-2-3 高齢者，自由歩行 対向車両直進

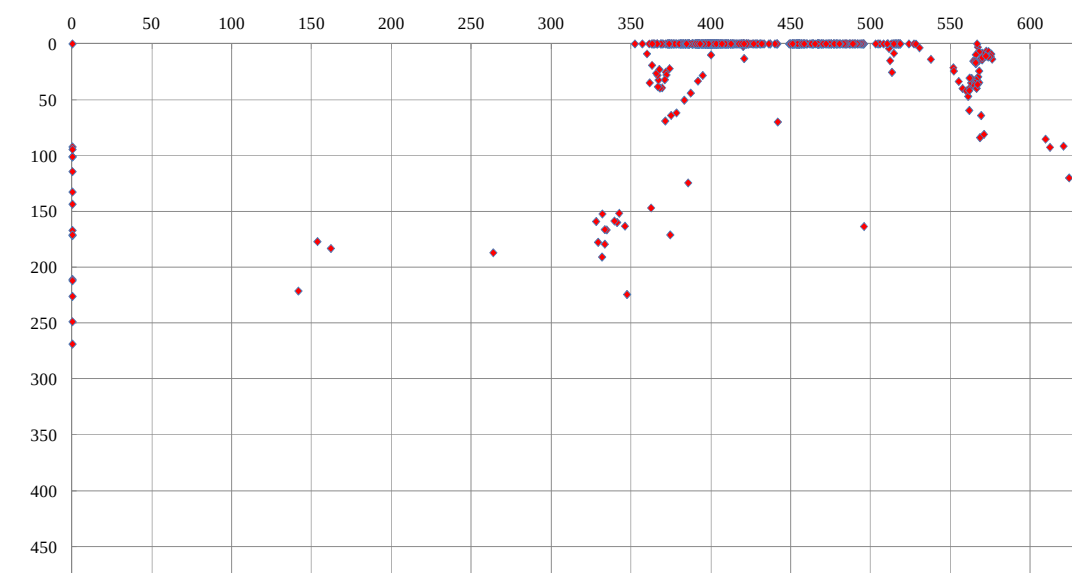


図 45 20121124-2-4 高齢者，自由歩行 対向車両右折

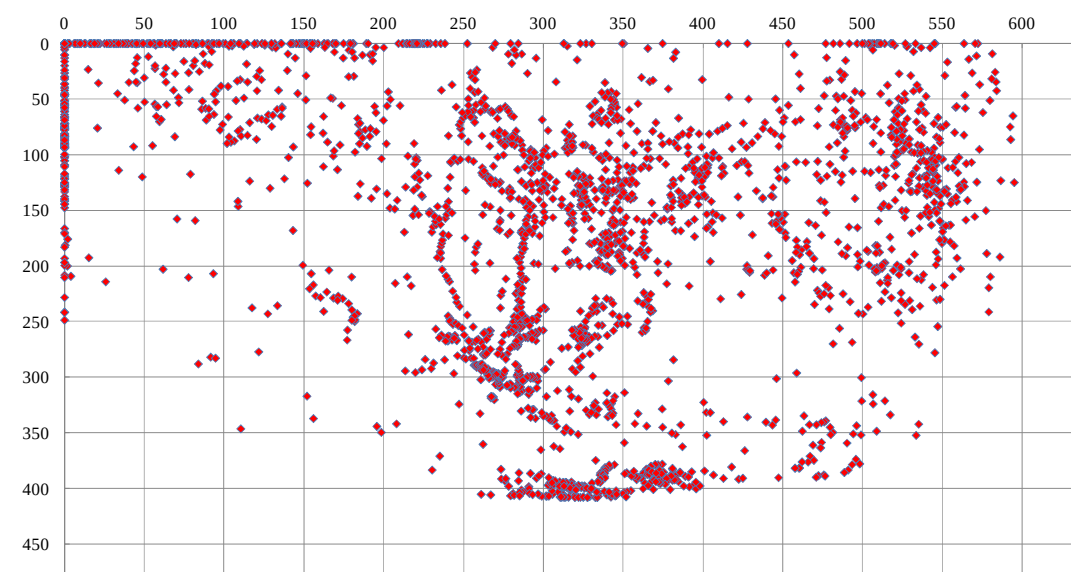


図 46 20121124-3-1 高齢者，電動車椅子 対向車両直進

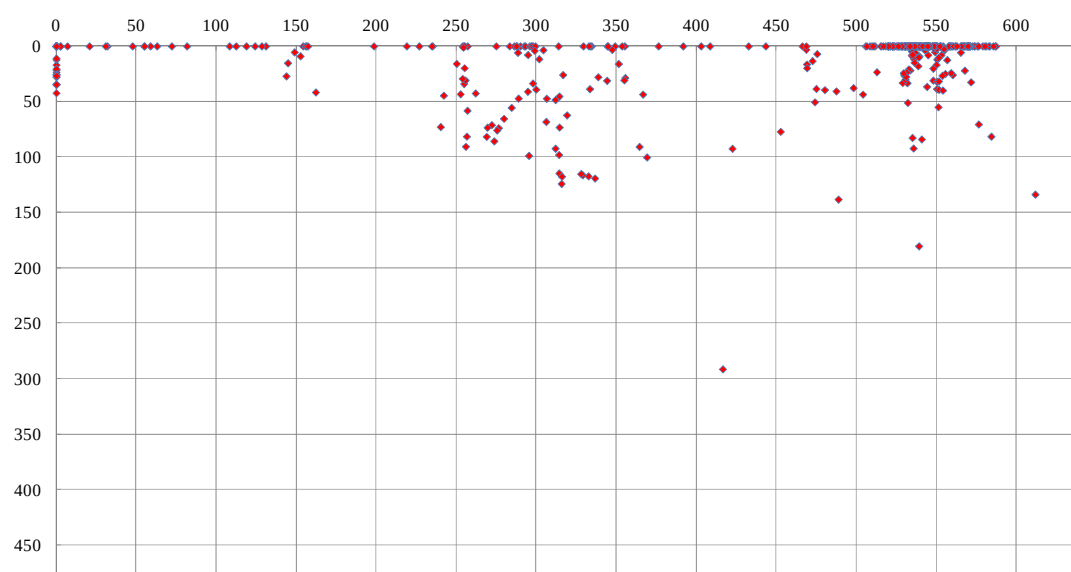


図 47 20121124-3-2 高齢者，電動車椅子 対向車両右折

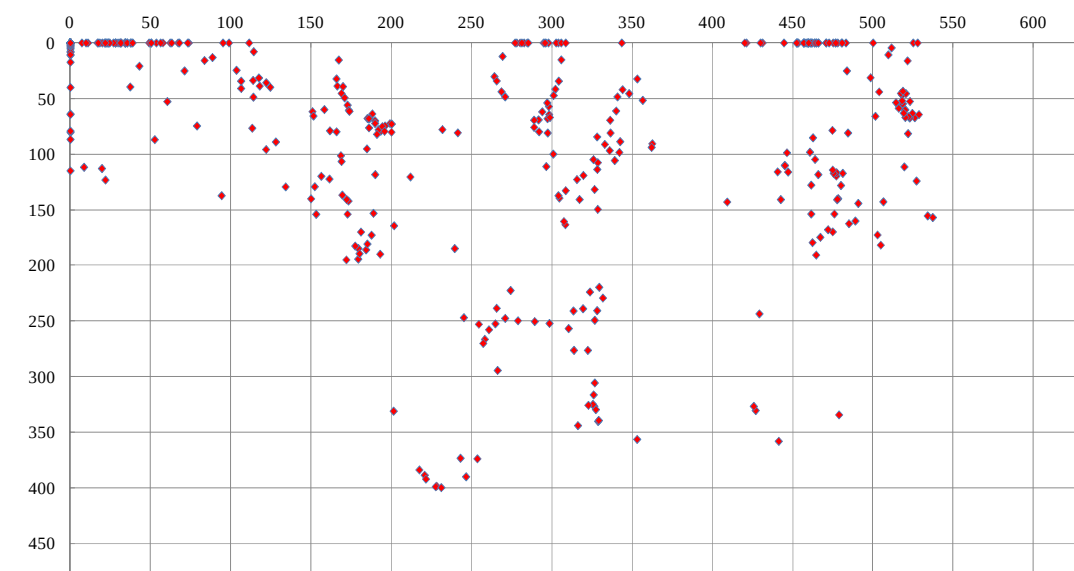


図 48 20121124-3-3 高齢者，自由歩行 対向車両直進

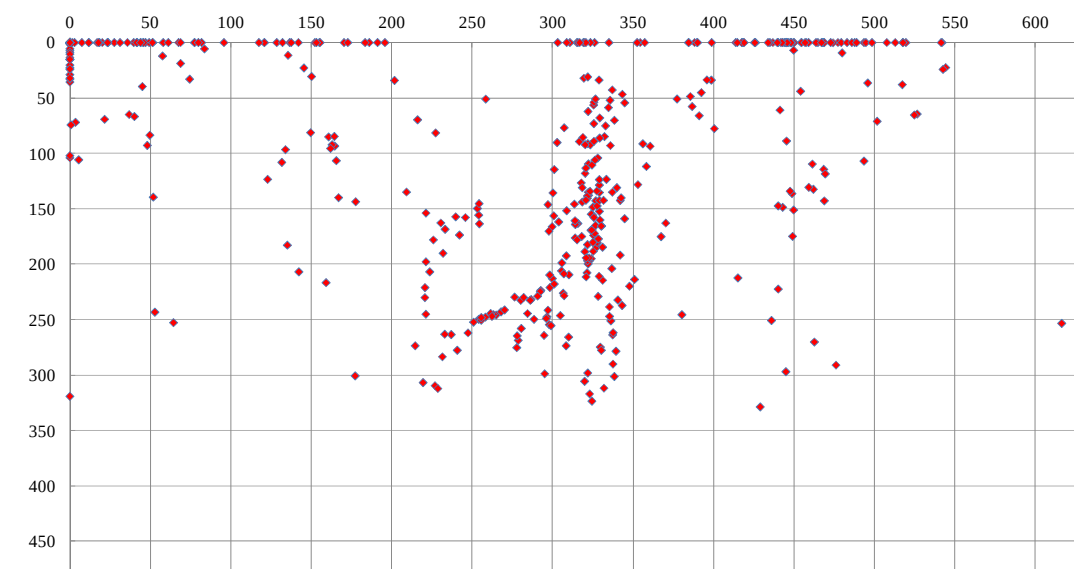


図 49 20121124-3-4 高齢者，自由歩行 対向車両右折

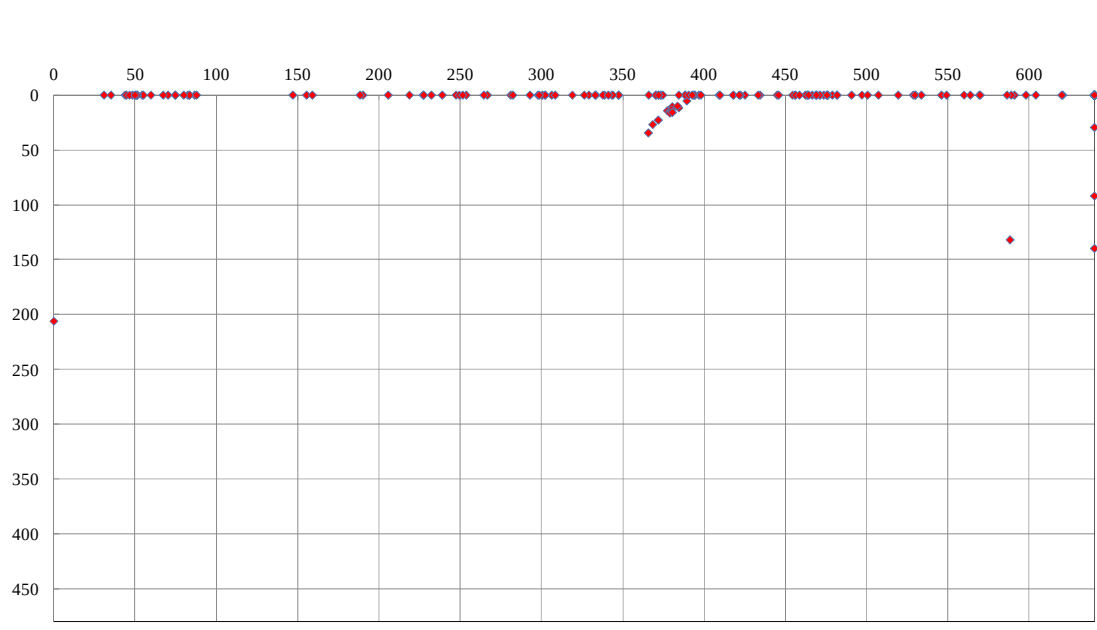


図 50 20121124-4-1 高齢者，電動車椅子 対向車両直進

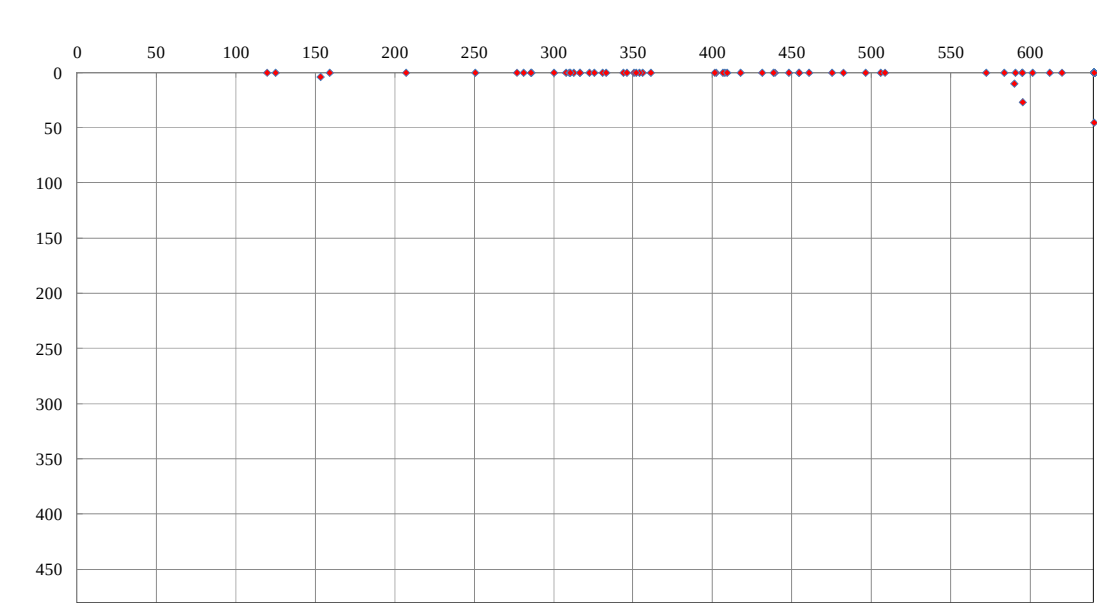


図 51 20121124-4-2 高齢者，電動車椅子 対向車両右折

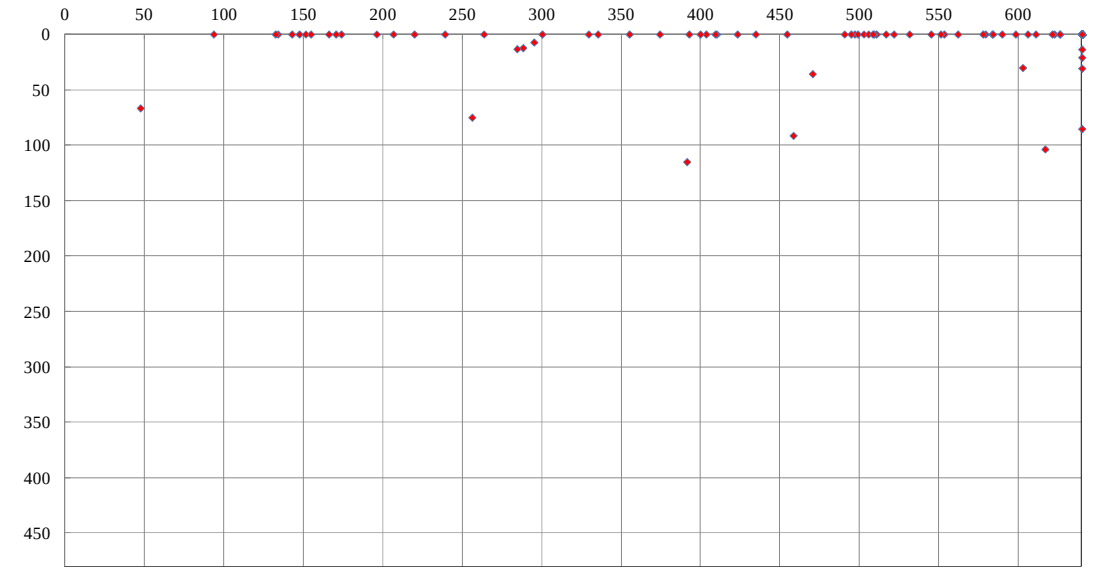


図 52 20121124-4-3 高齢者，自由歩行 対向車両直進

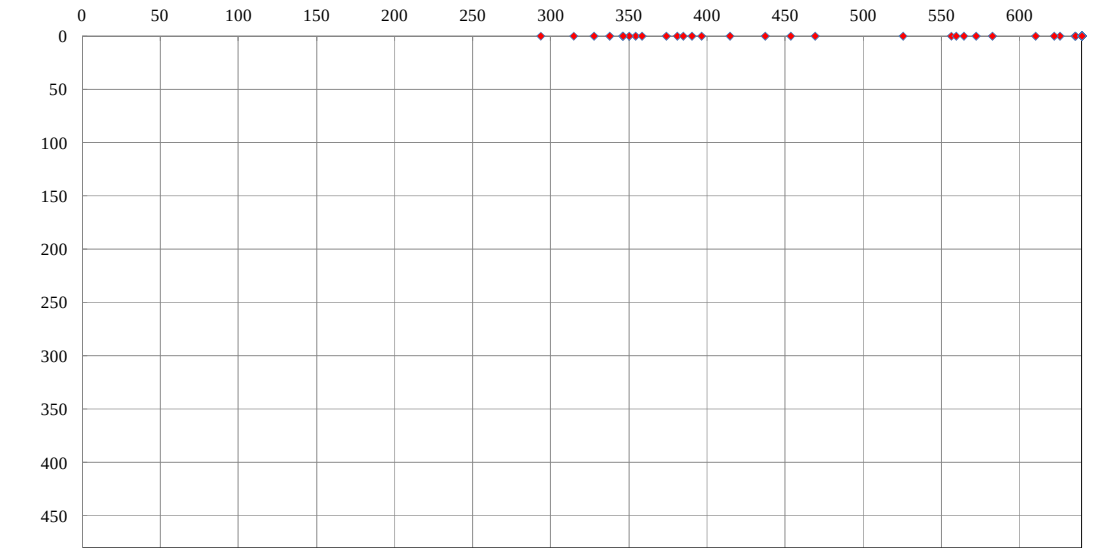


図 53 20121124-4-4 高齢者，自由歩行 対向車両右折

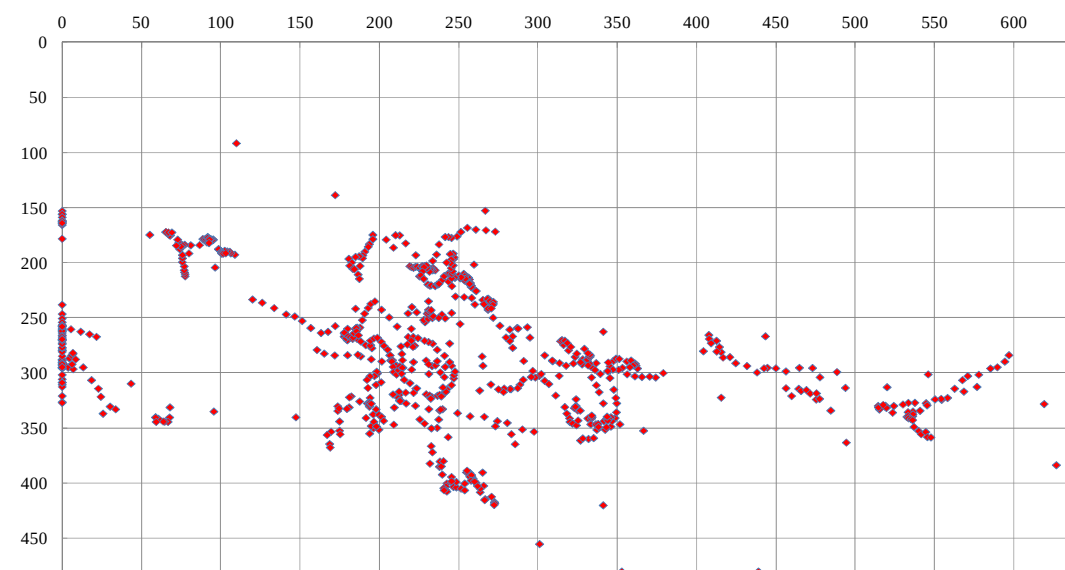


図 54 20121124-6-1 若年者，電動車椅子 対向車両直進

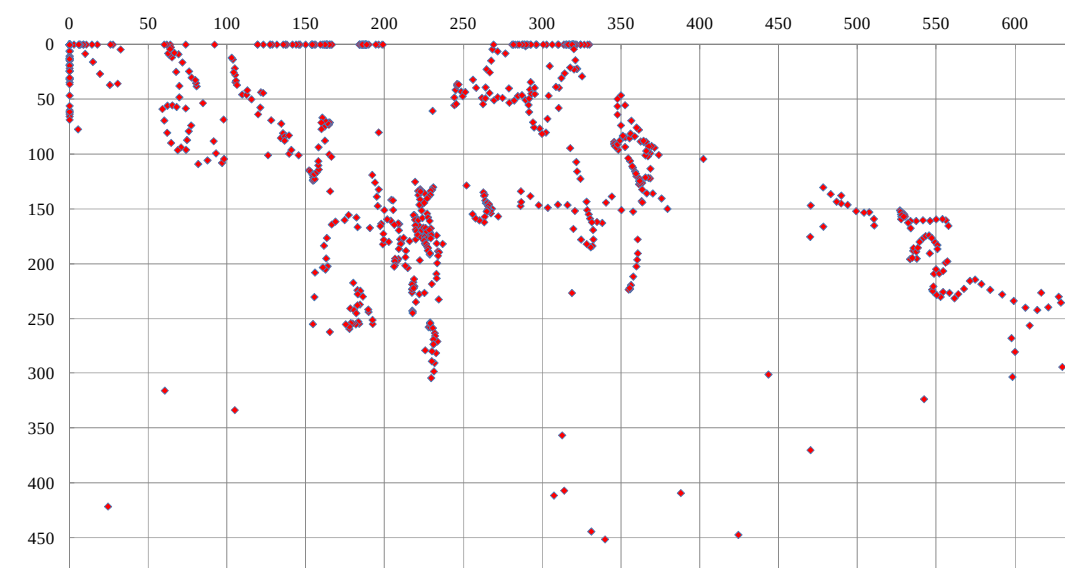


図 55 20121124-6-2 若年者，電動車椅子 対向車両右折

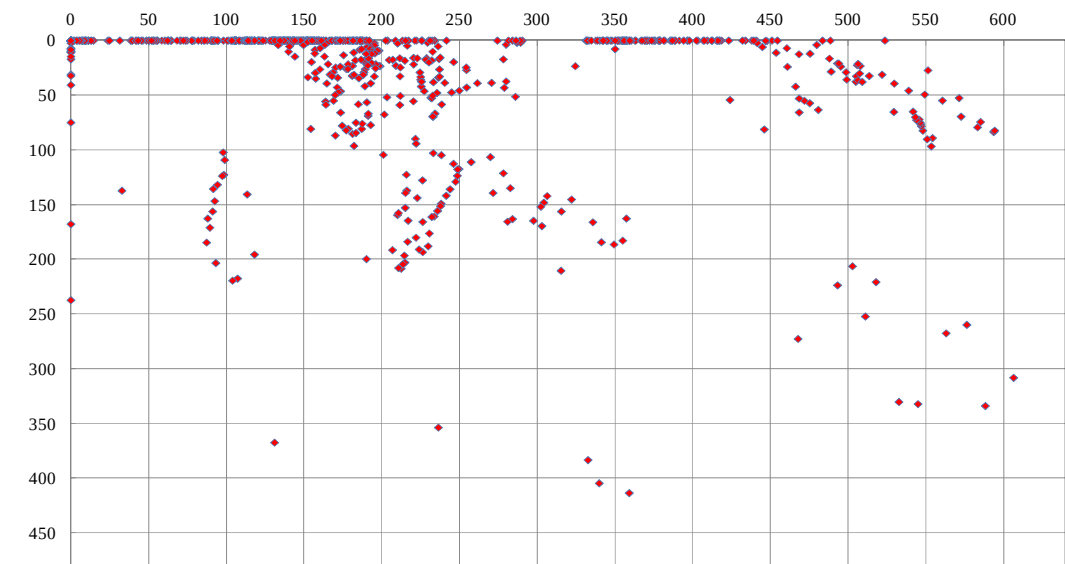


図 56 20121124-6-3 若年者，自由歩行 対向車両直進

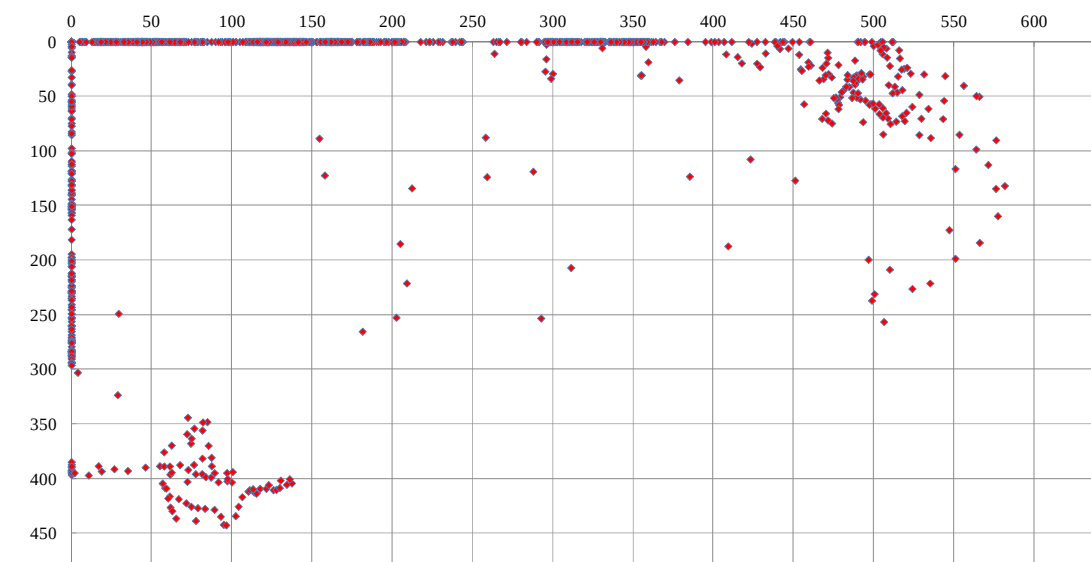


図 57 20121124-6-4 若年者，自由歩行 対向車両右折

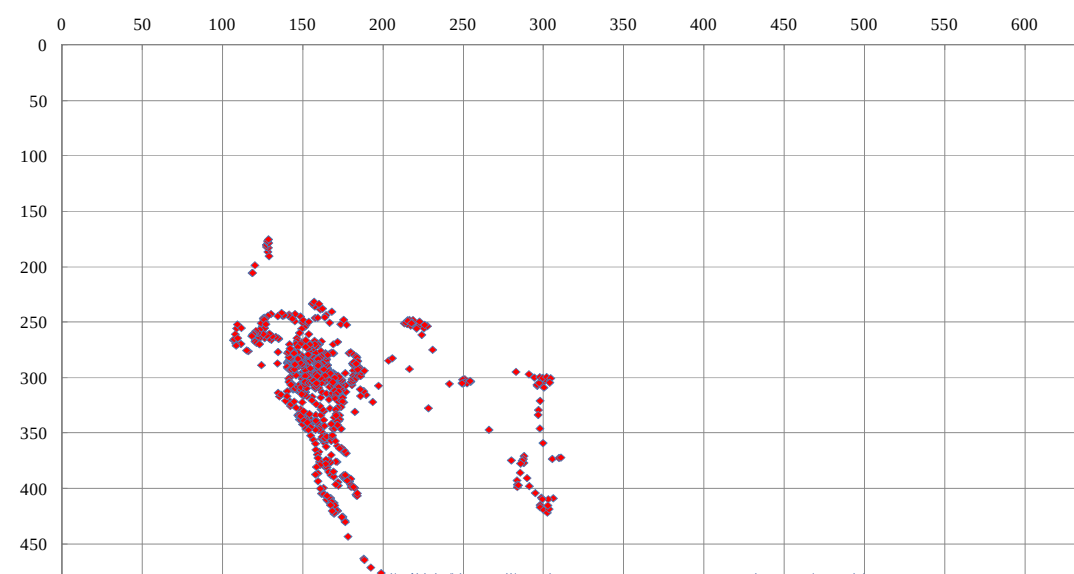


図 58 20121124-7-1 若年者，電動車椅子 対向車両直進

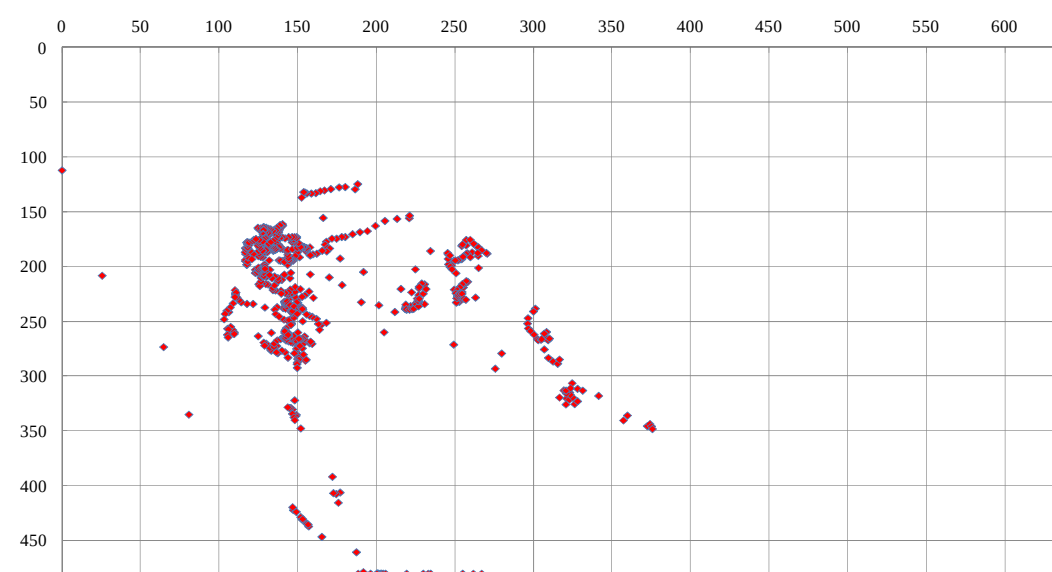


図 59 20121124-7-2 若年者，電動車椅子 対向車両右折

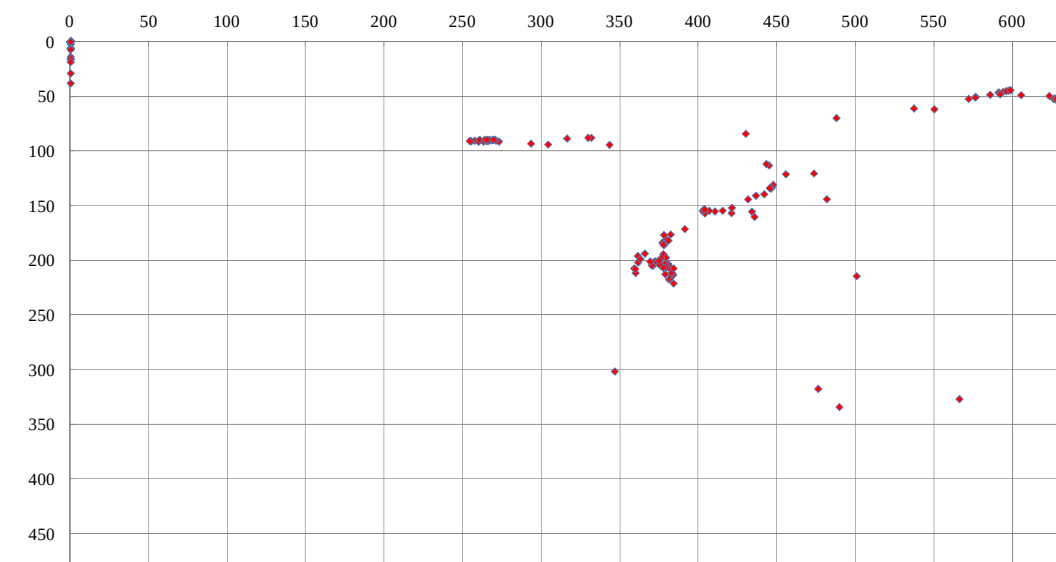


図 60 20121124-7-3 若年者，自由歩行 対向車両直進

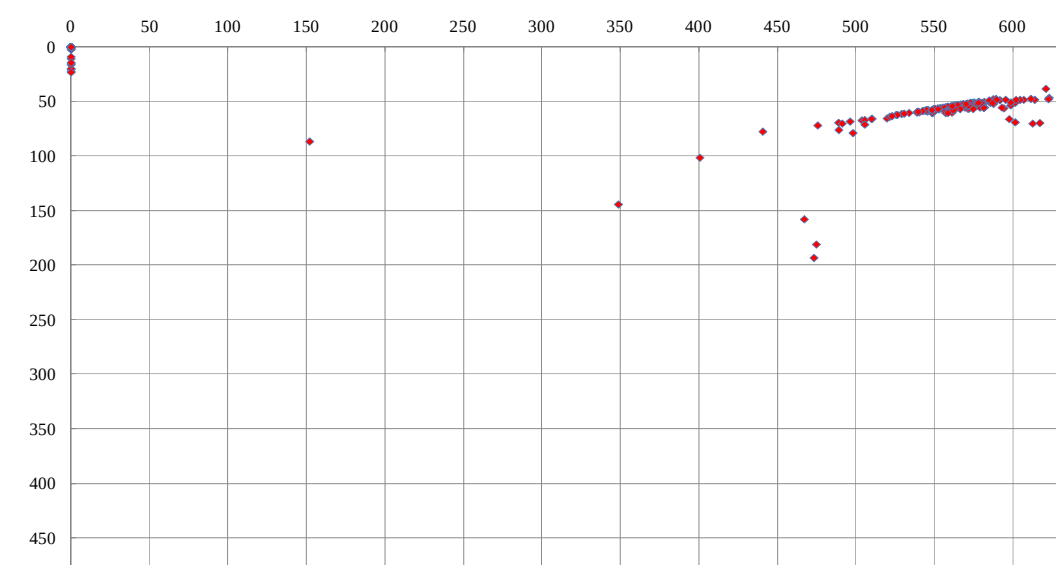


図 61 20121124-7-4 若年者，自由歩行 対向車両右折

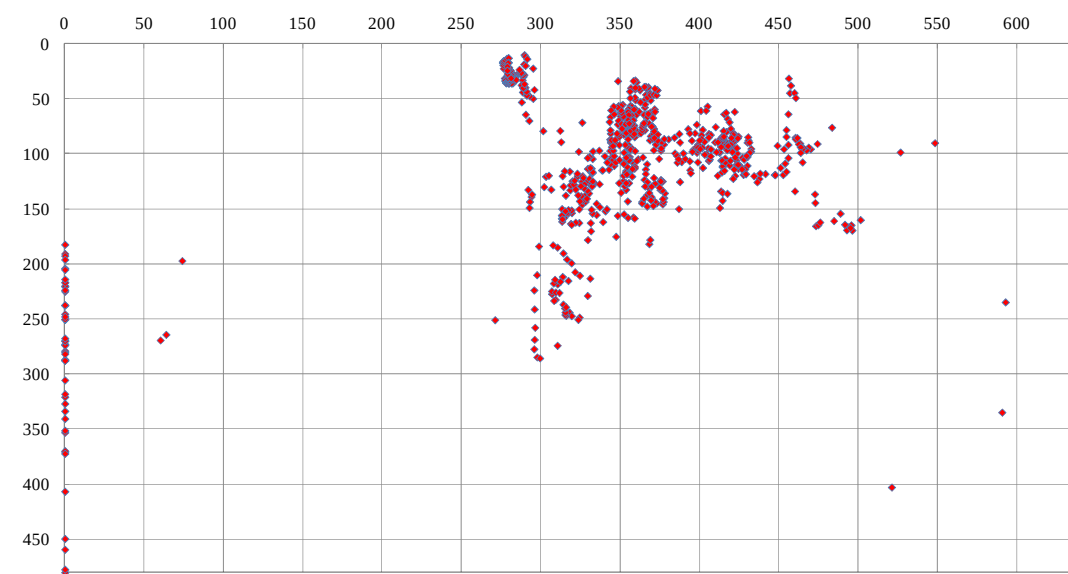


図 62 20121124-8-1 若年者，電動車椅子 対向車両直進

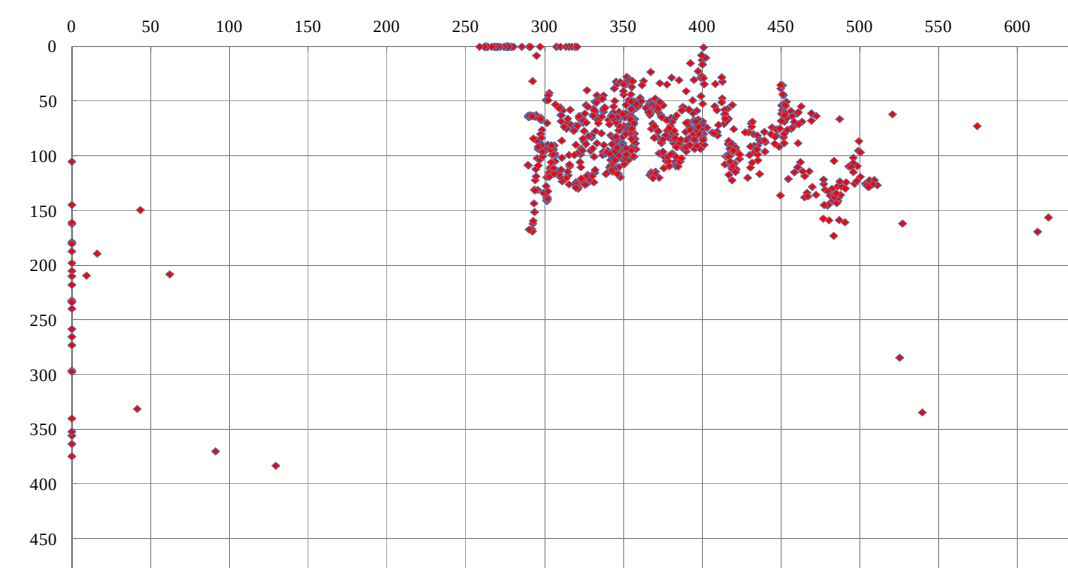


図 63 20121124-8-2 若年者，電動車椅子 対向車両右折

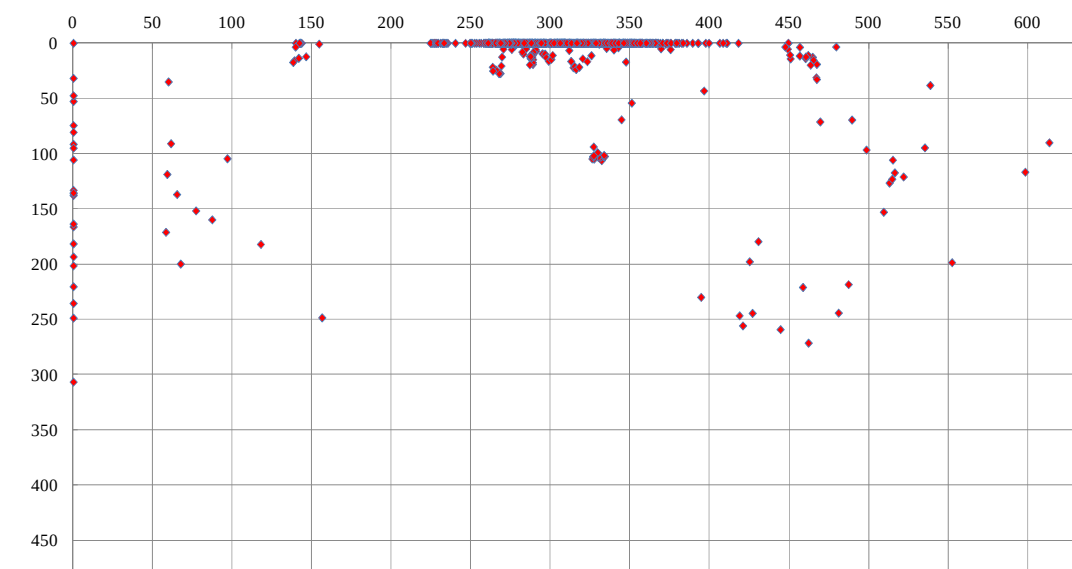


図 64 20121124-8-3 若年者，自由歩行 対向車両直進

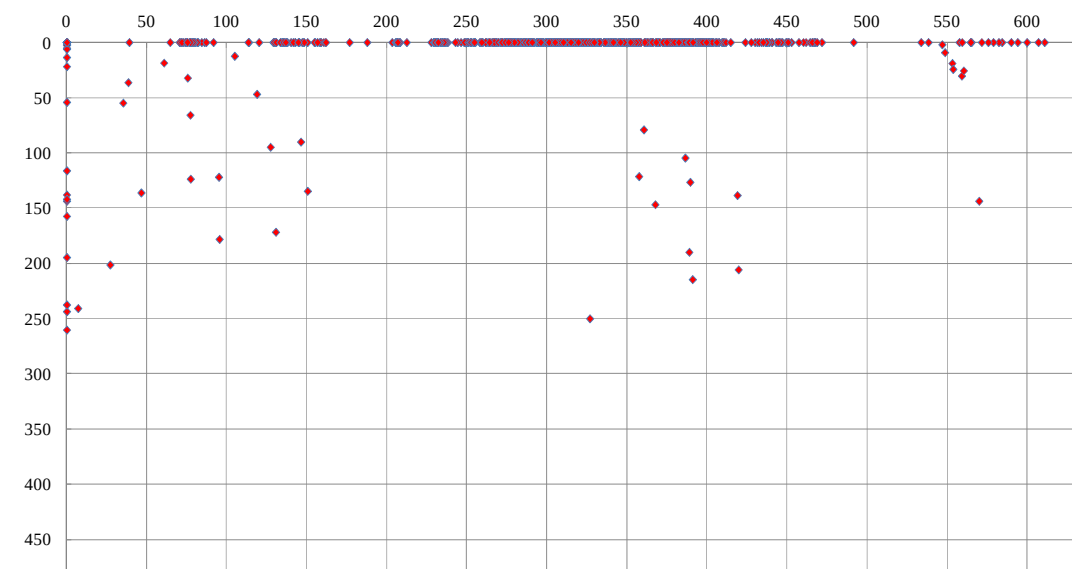


図 65 20121124-8-4 若年者，自由歩行 対向車両右折

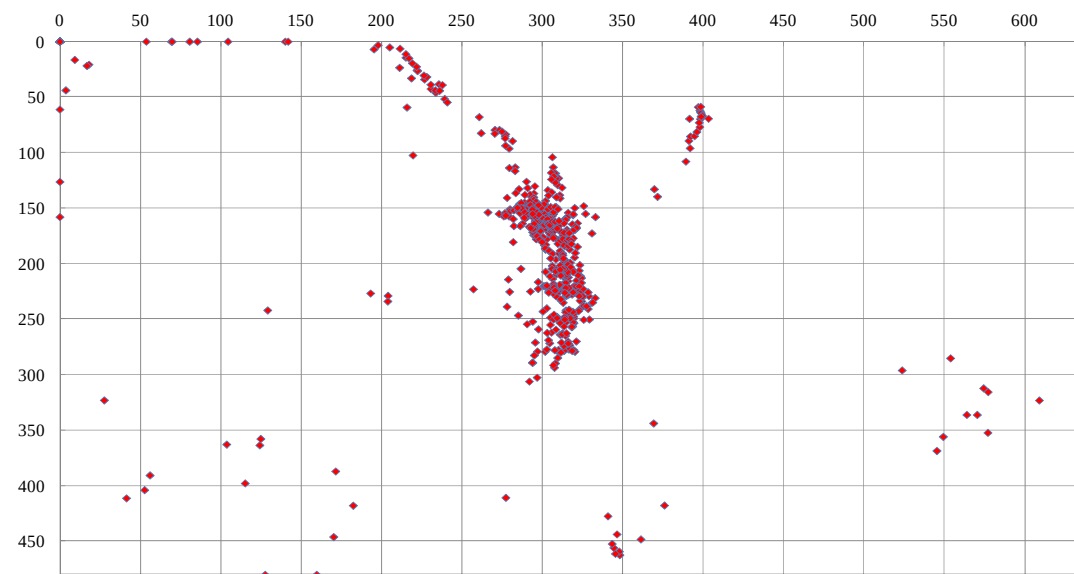


図 66 20121124-9-1 若年者，電動車椅子 対向車両直進

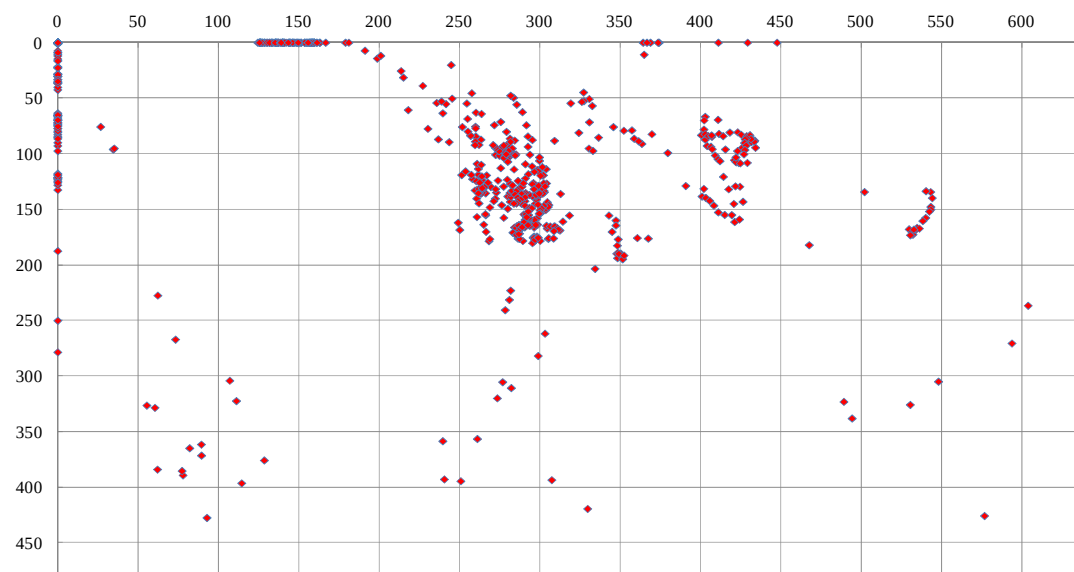


図 67 20121124-9-2 若年者，電動車椅子 対向車両右折

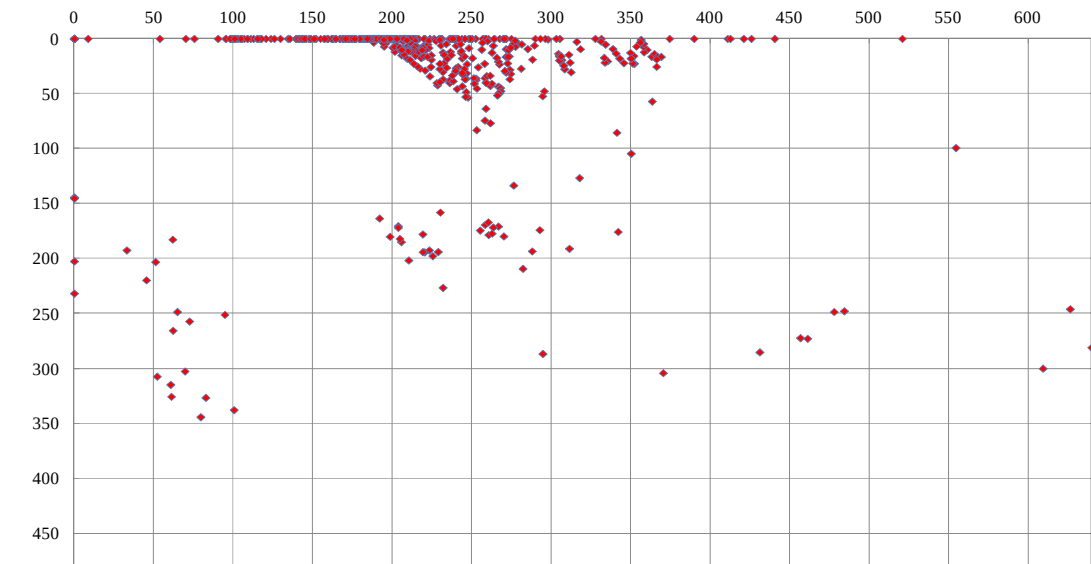


図 68 20121124-9-3 若年者，自由歩行 対向車両直進

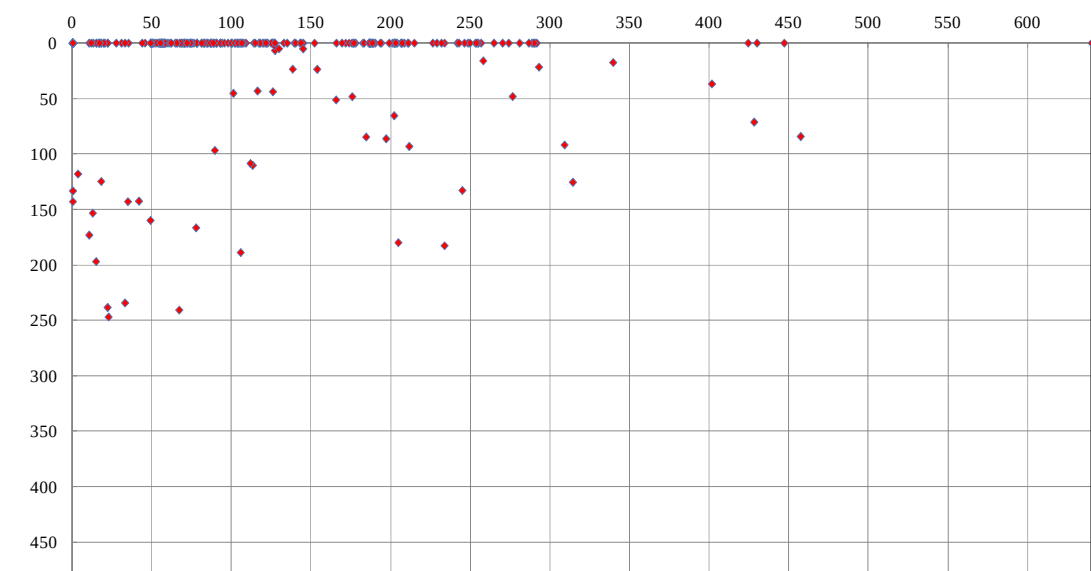


図 69 20121124-9-4 若年者，自由歩行 対向車両右折

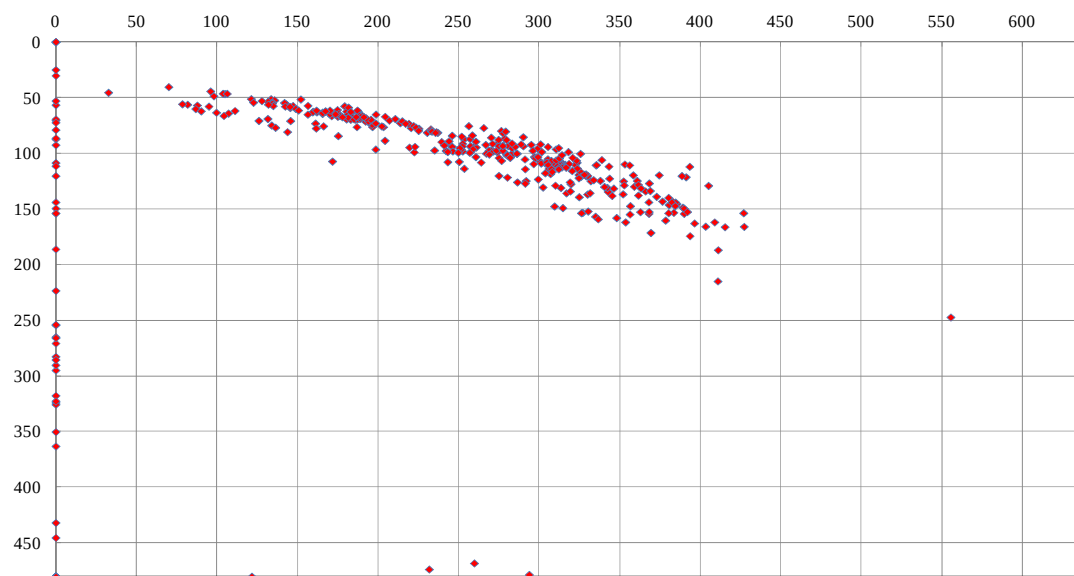


図 70 20121124-10-1 若年者，電動車椅子 対向車両直進

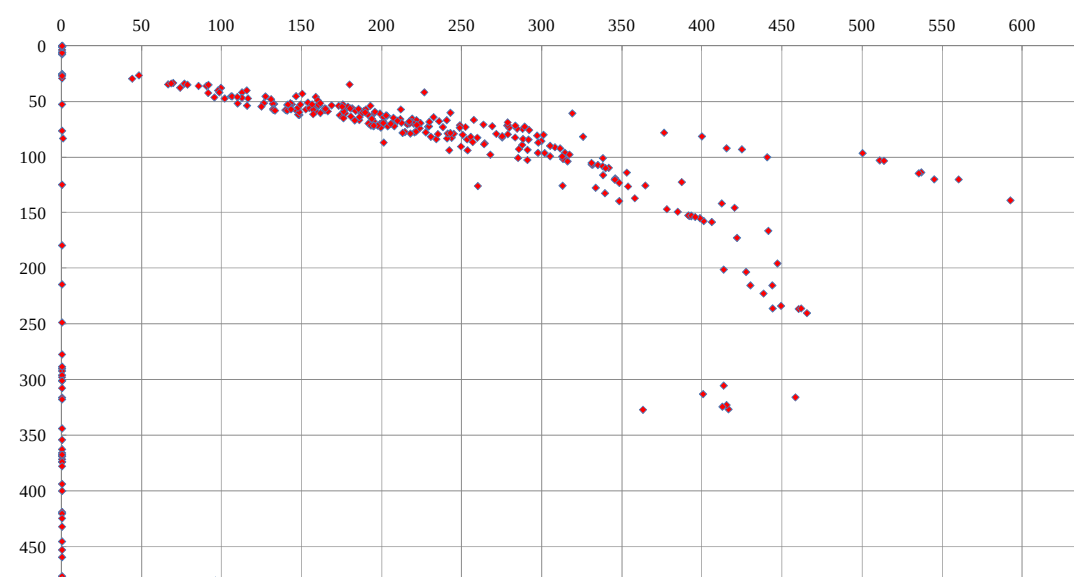


図 71 20121124-10-2 若年者，電動車椅子 対向車両右折

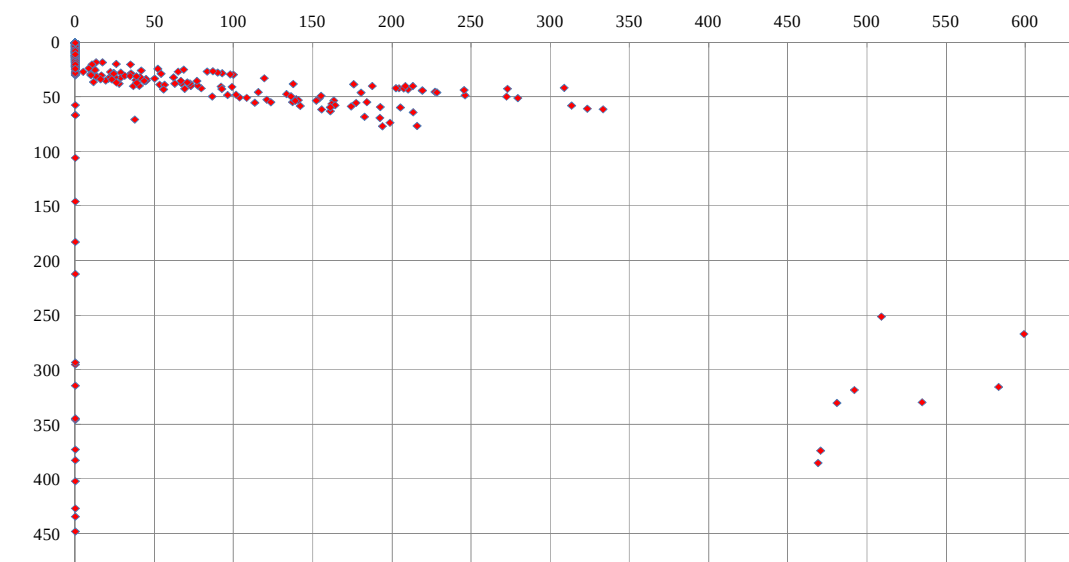


図 72 20121124-10-3 若年者，自由歩行 対向車両直進

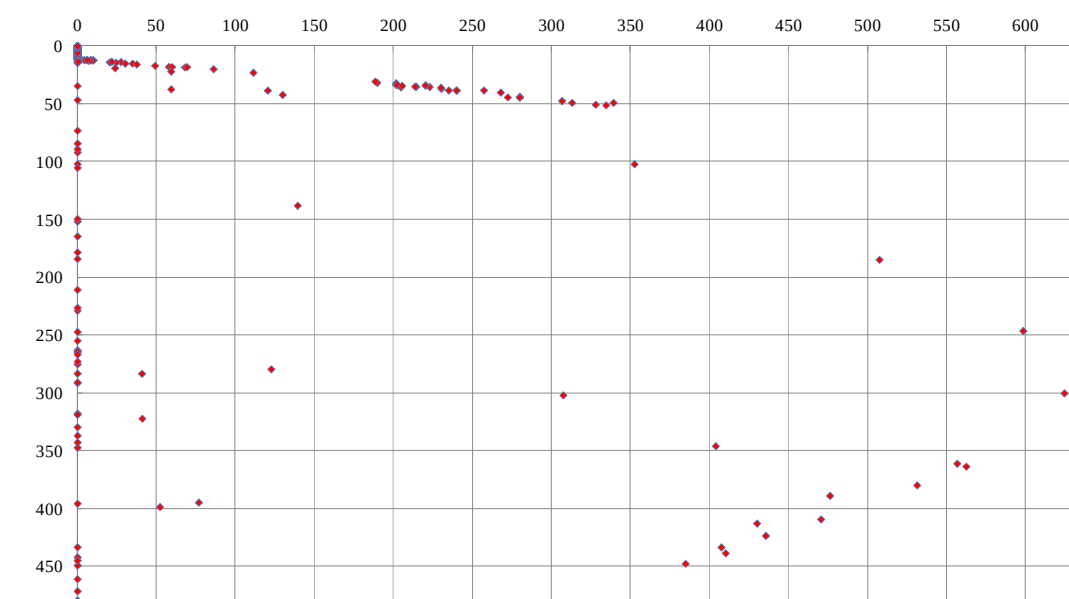


図 73 20121124-10-4 若年者，自由歩 対向車両右折

3.1.2 テープスイッチ

実験路に設置した 2 本のテープスイッチの計測結果の例として実験番号 20121123-2-1 での電圧信号計測結果のグラフを図 74 として示す。

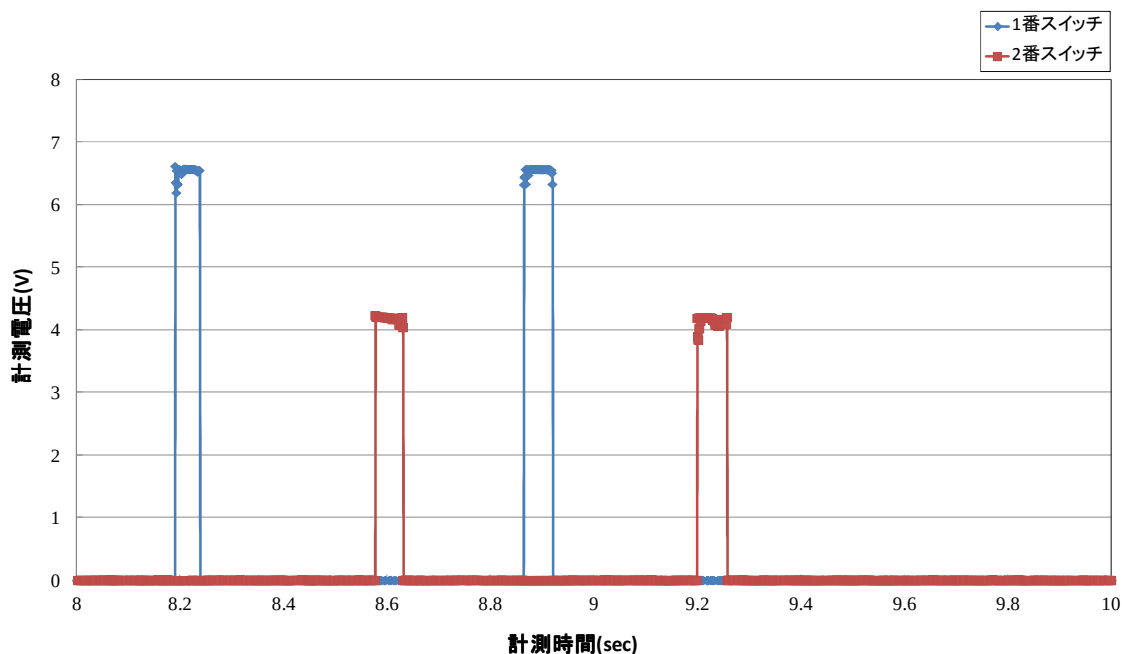


図 74 テープスイッチ電圧計測結果

グラフでは各スイッチで電圧信号が 2 信号ずつ合計 4 信号計測されている。これは実験に使用した電動車椅子が 4 輪であり、1 本のスイッチに対して 2 輪が通過しているためである。車両の通過速度の算出には 1 番スイッチと 2 番スイッチ間の計測時間の差を求め、テープスイッチの設置間隔を除する。図 75 中の (1)印から(2)印までの時間差を計測時間の差 Δt とし、エクセルを用いて計測時間差と算出された Δt を用いてテープスイッチの設置間隔 0.5m を除した結果を表 5 に示す。ほとんどの場合で 6km/h でテープスイッチ上を通過していることから、電動車いすが対向車両とすれ違う際、ほとんど減速を行っていないようである。なお、被験者が自由歩行時の場合では、歩行のため被験者の脚がスイッチを踏むことができず、全被験者において信号の検出ができなかったため、表中には記載していない。

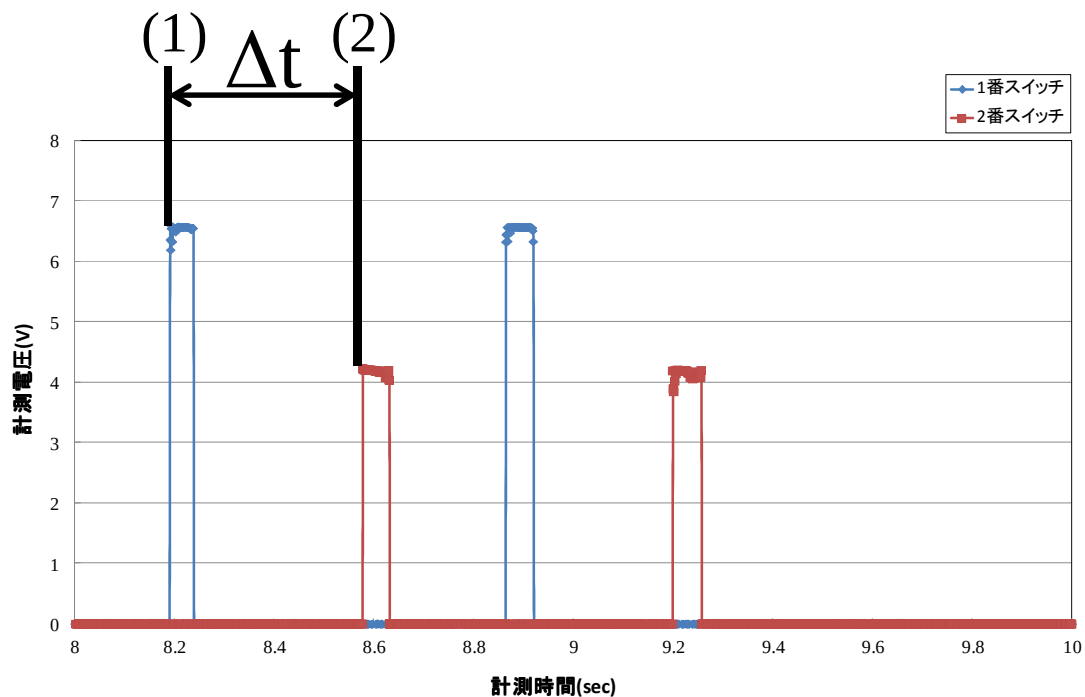


図 75 計測時間差 Δt

表 5 計測時間差 算出結果

実験番号	(1)印計測時間(sec)	(2)印計測時間(sec)	Δt (sec)	通過速度 v (km/h)
20121123-2-1	8.190	8.577	0.387	0
20121123-2-2	13.422	13.976	0.554	0
20121123-3-1	5.927	6.278	0.351	0
20121123-3-2	5.906	6.264	0.358	0
20121123-5-1	6.109	6.412	0.303	0
20121123-5-2	6.236	6.535	0.299	0
20121124-1-1	6.133	6.436	0.303	0
20121124-1-2	6.068	6.371	0.303	0
20121124-2-1	6.456	6.764	0.308	0
20121124-2-2	6.222	6.547	0.325	0
20121124-3-1	6.719	7.021	0.302	0
20121124-3-2	6.483	6.786	0.303	0
20121124-4-1	6.034	6.342	0.308	0
20121124-4-2	6.107	6.408	0.301	0
20121124-6-1	3.668	3.973	0.305	0
20121124-6-2	5.868	6.174	0.306	0
20121124-7-1	6.041	6.347	0.306	0
20121125-7-2	5.779	6.090	0.311	0
20121126-8-1	4.545	4.850	0.305	0
20121127-8-2	5.866	6.171	0.305	0
20121128-9-1	5.135	5.430	0.295	0
20121129-9-2	5.572	5.877	0.305	0
20121129-10-1	4.458	4.756	0.298	0
20121129-10-2	5.375	5.681	0.306	0

3.1.3 運転適性検査

運転適性検査について、反応動作の速さについて検査結果を表 6 に示す。

表 6 運転適性検査結果反応動作の速さ

高齢者			
実験番号	満年齢 (歳)	性別	緊急反応時間 (sec)
20121123-1	66	男性	0.32
20121123-2	68	男性	0.34
20121123-3	68	男性	0.34
20121123-4	78	男性	0.47
20121123-5	68	男性	0.28
20121124-1	69	女性	0.28
20121124-2	65	男性	0.3
20121124-3	77	男性	0.3
20121124-4	77	男性	0.35
20121124-12	70	男性	0.3
平均値			0.328
若年者			
実験番号	満年齢 (歳)	性別	緊急反応 (sec)
20121124-6	23	男性	0.28
20121124-7	23	男性	0.28
20121124-8	23	男性	0.23
20121124-9	22	男性	0.27
20121124-10	23	男性	0.25
20121124-11	22	男性	0.25
20121124-13	37	男性	0.4
20121124-14	50	男性	0.28
平均値			0.224

表をもとにグラフ化したものが図 76 である。

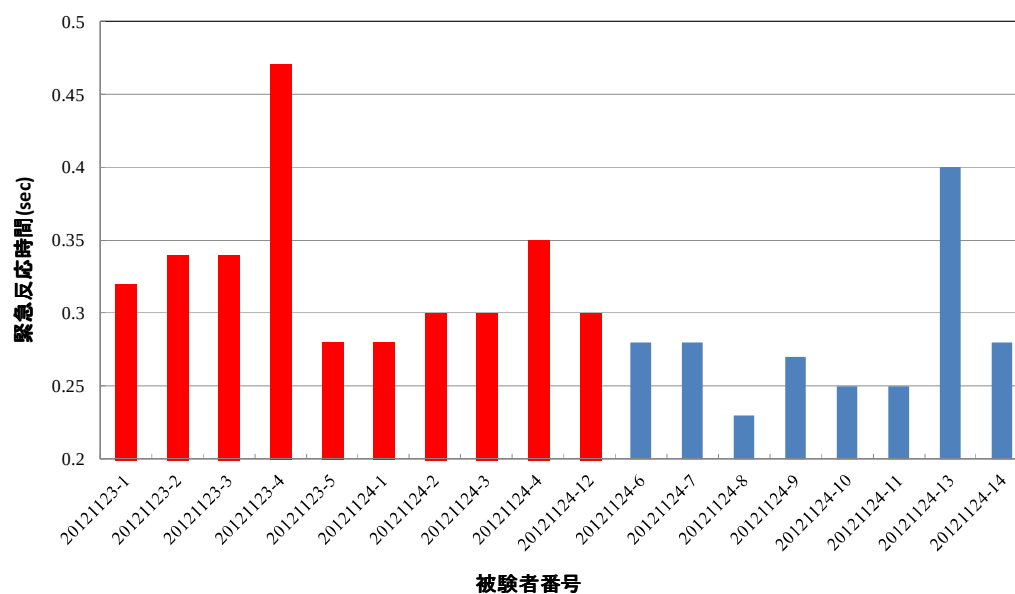


図 76 緊急反応時間

図 76 をもとに高齢者，若年者それぞれで平均をとったものが図 77 である。

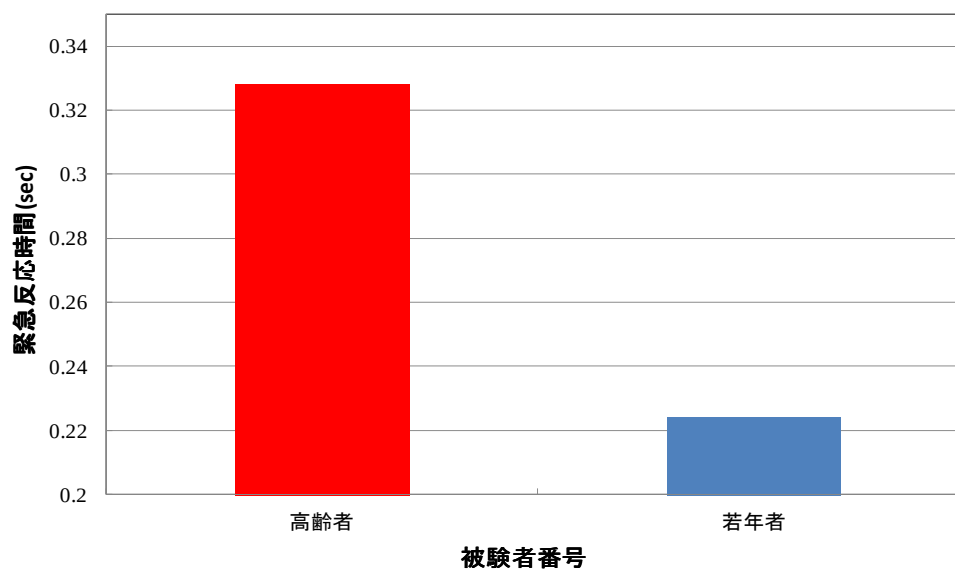


図 77 緊急反応時間(平均)

表及び結果から，平均して高齢者の方が若年者に比べて反応動作にかかる時間が長い事が読み取れる。

3.2 考察

3.2.1 アイマークレコーダー

高齢者，若年者ともに電動車椅子の場合，自由歩行時の方が電動車椅子運転時に比べて上下方向への視点移動が多く見受けられる．この理由として，身体にアイマークレコーダーを装着するためにバランスを取りづらく足元への注目が多かったこと，実験路に設置されたテープスイッチに注目していたことによりが推測される．対して，電動車椅子の場合，着座姿勢のため姿勢を崩すことがなく，また電動車椅子のパネル部により実験路が隠れ対向車両の方に注目が集中したことが推測され，これらによって電動車椅子と自由歩行の場合で視点データに違いが出たと考える．また，高齢者がある一定の範囲を注視する傾向があるのに対して，若年者はある一定の範囲に視点が定まらず視界全体に視点が分散する傾向が見受けられた．

しかしながら，いくつかのデータでは視界全体に渡って視点が分散しているデータもあり，高齢者と若年者という年齢による違いのみではなく，個人差(運転免許の有無，日頃の運転頻度，斜視や乱視等個人の眼に関する特性)による特性の違いもあると考える．

3.2.2 テープスイッチ

実験結果から自由歩行で計測の場合を除き，全被験者での計測データにおいてスイッチ上の通過速度は 6km/h であり，電動車椅子の設定速度と同じであった．つまり，対向車両とのすれ違い時には，ほとんど減速を行わずに通過していたことになる．実験映像においてもすれ違い時に立ち止まるような様子は見受けられず，自由歩行の場合においても同様であった．また，電動車椅子使用時にも被験者が操作方法に戸惑うようなことはなく，自由歩行と変わらない感覚で使用していたように見受けられた．

3.2.3 運転適性検査

高齢者の方が若年者に比べて反応動作に費やす時間が多いことが検査結果から見て取れる．原因として，単純に加齢によるものが大きいと考えるが，被験者の内には高齢者でも反応動作が速い場合や，若年者でも反応動作に高齢者と同等の時間がかかる被験者も見受けられ，個人差による影響も否定できない．

アイマークレコーダーの計測結果と運転適性検査による反応動作の関係であるが，適性検査にて反応動作に時間がかかる被験者がアイマークレコーダーの視点計測では視界下方向への注視が多く見られた．

第4章 まとめ

アイマークレコーダー，テープスイッチ，運転適性検査器を使用して高齢者及び若年者の視点移動軌跡の計測，対向車両とのすれ違い時の通過速度，反応動作に掛かる時間の計測を行い以下の結果が得られた．

- (1) 高齢者，若年者ともに自由歩行時の方が電動車椅子使用時に比べ上下方向への注目が多く，電動車椅子時は左右方向への注目が多く見られる．
- (2) 実験結果にばらつきのある被験者もあり，運転免許の有無や運転頻度等の個人差も考慮しなければならない．
- (3) テープスイッチによる計測結果から，電動車椅子を操縦する被験者と対向車両のすれ違い時に，被験者の減速はほとんど見られず，また操作方に戸惑うようなこともなかったことから，自由歩行と変わらない感覚で使用していたように見受けられた．
- (4) 運転適性検査の結果から高齢者と若年者の間には反応時間に違いが見られ，反応時間が掛かる被験者は視界の下方を注視する傾向が多く見られた．