

セグウェイの公道における 実証実験とこれまで

セグウェイジャパン（株）
秋元 大



①今後の事業展開

ツアーと巡回業務用途での利用が従来のセグウェイの主要顧客であり、観光公道におけるツアー、警備業務が認められることで全国で利用を望んでいる事業者、自治体との連携を目指します。

2000年当時、「世紀の発明」と言われ鳴り物入りしたセグウェイですが、20年経って米国工場は閉鎖され中国の資本で新たなグローバルカンパニーに生まれ変わりつつあります。目指したものは単純に既存の移動手段の置き換えでなく、世界中のセグウェイツアー参加者や警察官、その周囲の人たちを笑顔にすることによって成功しました。

技術によって人々が「幸せ」を得られる「新たな移動スタイル」があることを確信し、今後は自律走行等のロボット技術の投入、キックスクーター等の新しい乗り物によるシェアリングサービス等、低炭素社会やスマートシティの実現を目指します。

②規制の見直し要望

①保安要員の撤廃

- ・搭乗者以外に保安要員を必要 →単独での業務が行うことが出来ない。

②所謂「歩道」「路側帯及び歩車道非分離空間」の通行

- ・自転車歩行者専用道路又は普通自転車 歩道通行可の交通規制が実施されている歩道のみ走行が可能（条件を揃え整備された歩道は少なく）
- ・ツアー、巡回業務（主に東京ガス道路地中検査）など走行することが出来ない。

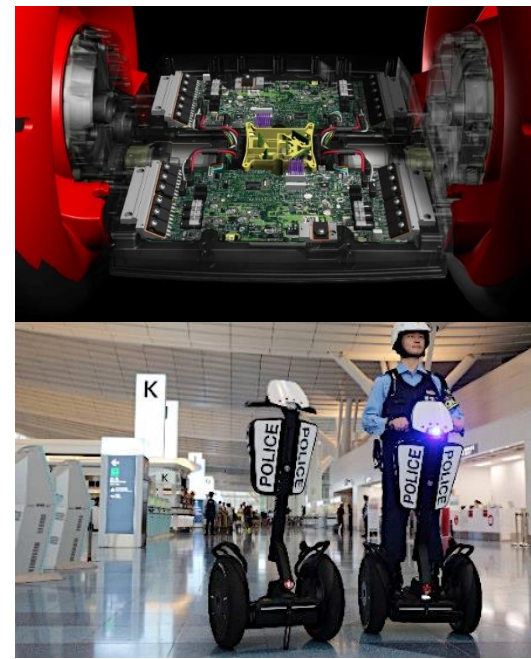
③警察署への道路使用許可の撤廃

④各地方運輸局への緩和認定の撤廃（現状、トラクターのナンバー）

- ・期限毎に都度申請せねばならない
- ・担当者異動等により、ゼロからの説明と理解を求められる

③セグウェイの特長

- ・ 2002年販売開始（15万台） 安全性、耐久性定評。ビジネスユーザー多し
 - ・ 最高速20km（走行可能距離 40km/一充電 電気代にすると10円程度）
 - ・ トレーニング受講後に身体の一部になるような感覚をもつ（身体拡張ロボットとしての評価 主に米国Disney社と警察署からはじまる）
 - ・ 特に停止状態から超低速、さらに最高速度までの微細なコントロール
 - ・ 特徴的なインターフェースにより、前進・停止・回転が直感的に操作できる乗り物。
 - ・ 制御システムのコンポーネントは全て冗長化
（バッテリー、モータ、基盤、センサー等の二重化 → 互いのパーツを監視）
- * 異常発生時には搭乗者に異常を知らせ、安全な降車を促す機能



④今後実施を検討している主な実証実験

- ・各地の観光ツアー拡充
- ・丸の内コンシェルジュサービス

・東京ガスによる埋設ガス管検査

セグウェイ下部に取り付けたセンサーにより、公道においてガス漏えい検査業務

範囲を広げて実証実験を行う。ガス検知器を持った作業員の方が徒歩で検査。検知器を搭載したセグウェイを用いて検査を実施することで漏えい 検査時間の短縮やインフラ点検の効率化が期待（東京都が意欲的）



2019年12月つくば市で行われた実験様子



⑤これまでに実施した主な実証実験

2006

2011

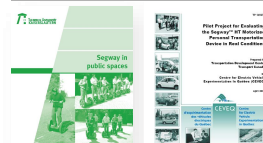
2015

2017

2018

2019

海外実験例



ドイツ 3000km
カナダ 9000km
実証実験後に法整備

実証実験

ビックサイト
パシフィコ
セントレア空港
国営ひたち海浜公園

搭乗型移動支援ロボット 公道実証実験特区

茨城県 つくば市
2009年国会にて特区認定
2011年から実験開始
200,00km以上走行



公道実証実験事業が全国展開

千葉県 柏市
2015年から企業実証特
例制度 を利用して企業
が主体となって公道走行
を実施

神奈川県 横浜市
2017年から民間事業
者による本格的なツ
アー事業を実施

東京都 丸の内
2018年から三菱地所
によるコンシェルジュ
利用開始

神奈川県 箱根町
2019年からセグウェ
イツアー事業を開始

東京都 世田谷区
産業競争力強化法（企業
実証特例制度）を利用し
て公道走行を実施

愛知県 名古屋市
2018年から名古屋学院
大学による熱田地域での
公道走行実験

⑥最終的にどのようなスケジュール感で事業を展開していきたいか

- もうはじめてめております…

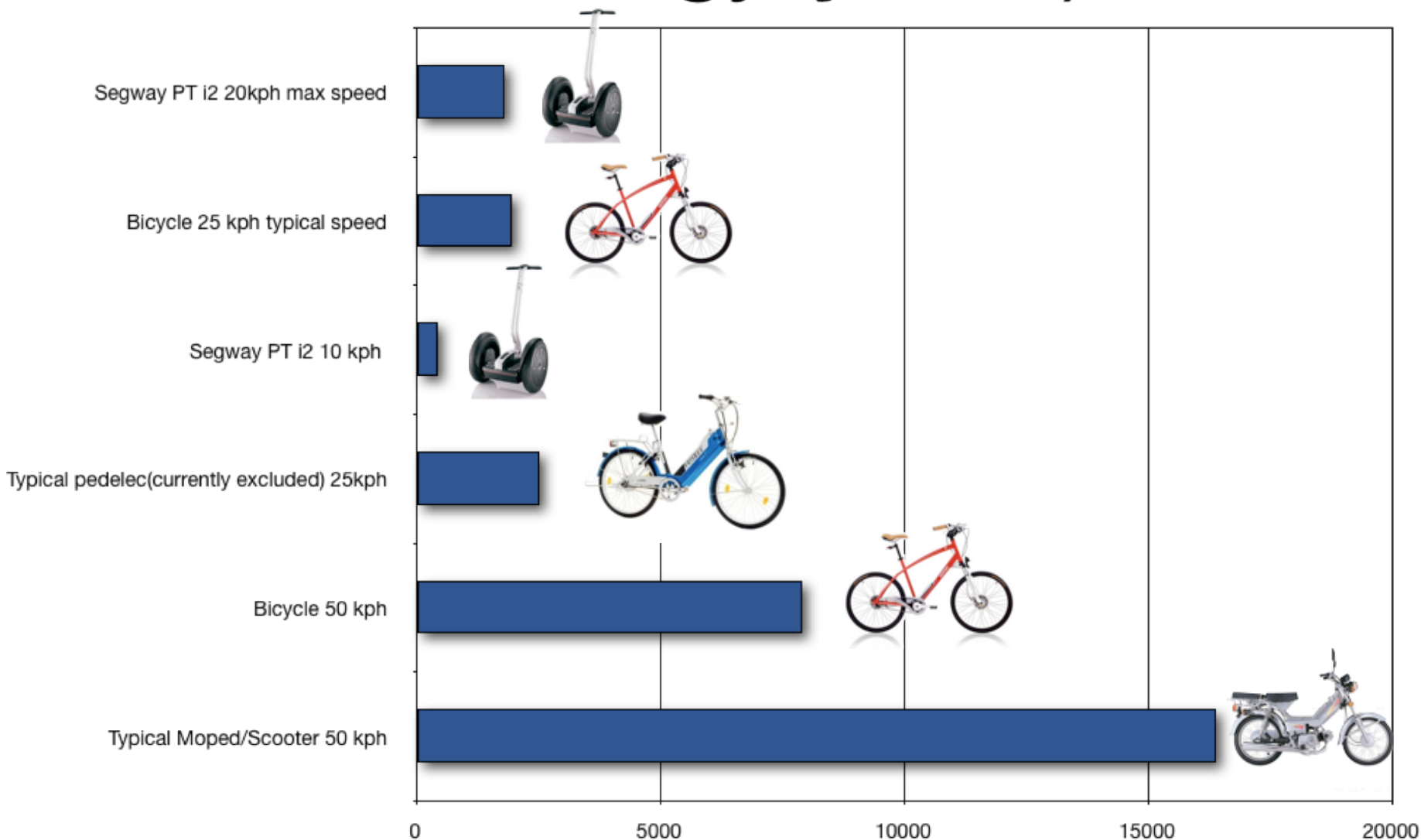


Safety Features of Dynamic Stabilisation

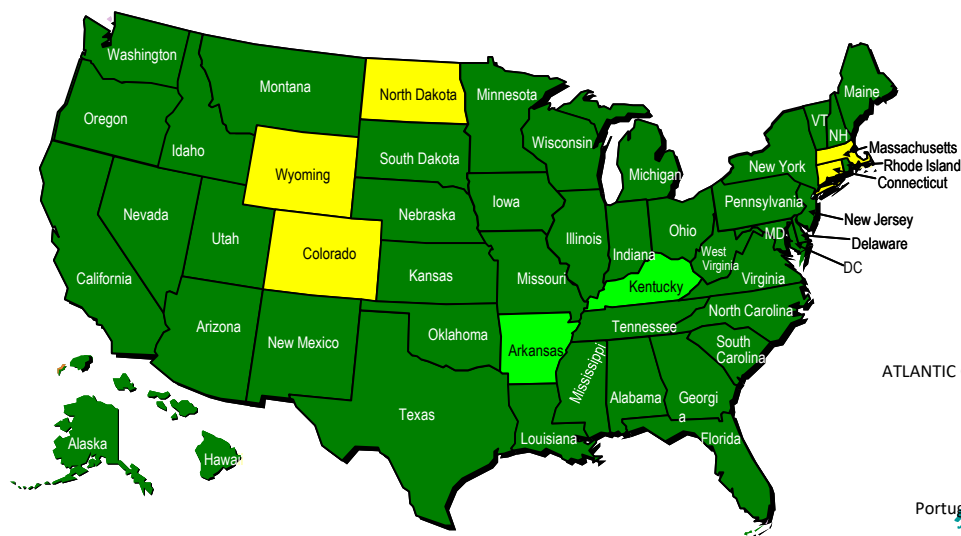
安定した操作と安全の為の機能

- | | |
|---------------------------|--------------|
| ✓ speed limiting (20kph) | 速度制限機能、改造が困難 |
| ✓ redundant sub-systems | 冗長化されたシステム |
| ✓ “headroom” | 直感的な操作 |
| ✓ fault recovery/response | 障害回復機能 |
| ✓ traction control | トラクションコントロール |
| ✓ rider detection | 搭乗者検出 |
| ✓ internal log | 内部ログ |

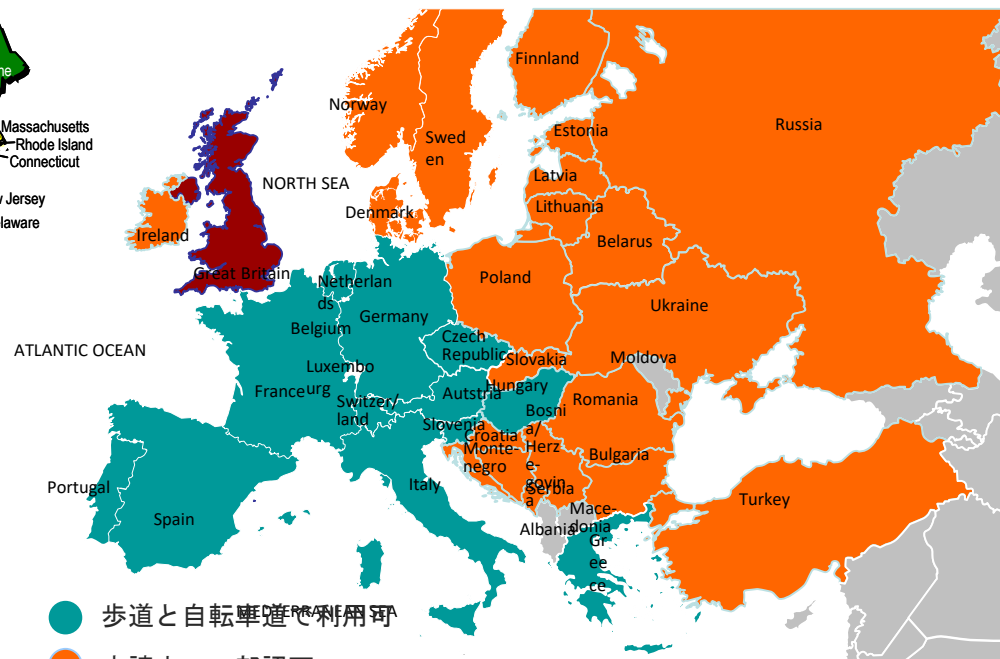
Kinetic Energy (joules)



参考資料：米国及び欧州での公道認可状況 (2006年当時)



- 認可
- 申請中、一部認可
- 申請必要なし、走行可



- 歩道と自転車道で利用可
- 申請中、一部認可
- 保留

✓米国でセグウェイはEPAMD (Electric Personal Assistive Mobility Device) というカテゴリーに分類され「機器」として歩道走行が認められている。

✓欧州主要国では、英国を除く殆どの国が歩道もしくは自転車道で走行を認められている。(自転車相当もしくはより安全とすることが多い)

Objectives

ドイツの評価の目的

- ✓ Assess Segway PT safety

セグウェイPTの安全性評価

- ✓ Assess future interactions with other road users

公道上における他の交通との関係性についての評価

- ✓ Assess existing rules in local Traffic Law

現状の道交法との整合性についての評価

- ✓ Formulate recommendations on use on the road

公道上での利用に対する提言の策定



Segway in public spaces



参考資料:

Segway PT on public space - Germany 2006

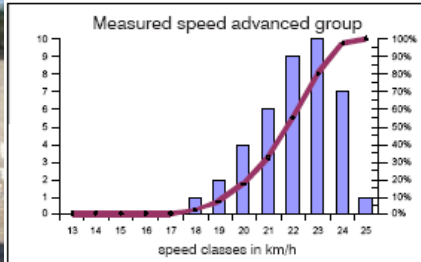
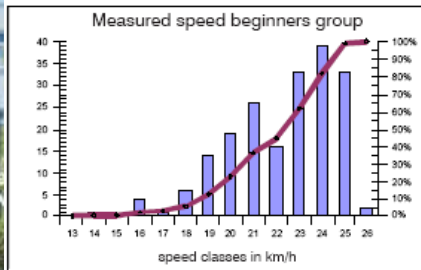
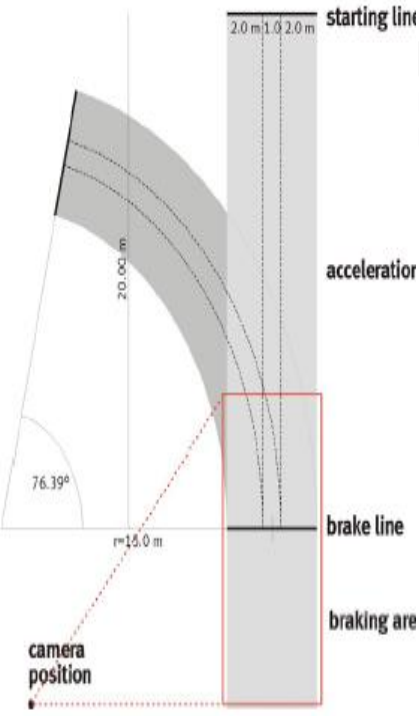
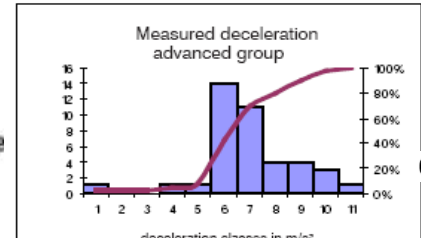
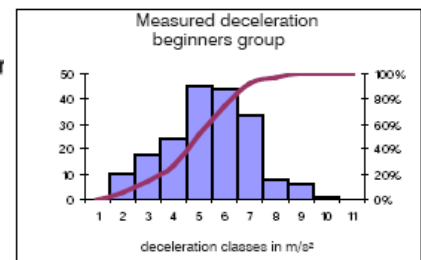


Figure 26: braking tests: measured speeds

	Beginner	Advanced rider
Braking tests	198	39
Median delay	5,4 m/s ²	7,2 m/s ²
Minimum delay	1,7 m/s ²	4,1 m/s ²
Maximum delay	9,3 m/s ²	10,7 m/s ²
Standard deviation	1,6	1,5

Figure 27: results of the braking tests



Methodology

✓ Intensive use by 11 policemen over three months

11名の警察官による集約的な使用(3ヶ月)

✓ Interviews with interactors

周囲へのヒアリング

✓ Audio and video recordings

音声と映像による記録

✓ Empirical Test

実証実験の方式をとる



Picture 1: the pedestrian and the Segways approach the conflict area between them



Picture 2: pedestrian and Segways stop and adjust their reaction



Picture 4: the pedestrian crosses the conflict area in front of the Segways



Picture 5: the pedestrian leaves the conflict area and the Segways continue their ride

CONFIDENTIAL

参考資料:

24.11.05	11:32	Bahnhotstraße	Start of video recording
24.11.05	12:04	Bahnhotstraße	2 Segways come along the pedestrian precinct towards the pedestrian crossing. Pedestrian crosses the way. Pedestrian and Segway stop and adjust their reaction. Segway gives precedence to the pedestrian. Interaction observed
24.11.05	12:24	Bahnhotstraße	2 Segways pass the pedestrian crossing and very slowly pass the group of pedestrians. One pedestrian wants to cross the way. Pedestrian and Segways stop and adjust their reaction. Segways give precedence to the pedestrian. Interaction observed
24.11.05	12:39	Bahnhotstraße	Segway passes the pedestrian precinct towards the pedestrian crossing. No interaction observed
24.11.05	14:59	Bahnhotstraße	2 Segways pass the pedestrian precinct towards the pedestrian crossing. No interaction observed
24.11.05	15:02	Bahnhotstraße	Segway passes the pedestrian precinct towards the pedestrian crossing. No interaction observed
24.11.05	15:09	Bahnhotstraße	2 Segways pass the pedestrian precinct towards the pedestrian crossing. They slowly go through a larger group of pedestrians. No interaction observed
24.11.05	15:31	Bahnhotstraße	2 Segways pass the pedestrian precinct towards the pedestrian crossing. They slowly go through a group of pedestrians. No interaction observed
24.11.05	15:35	Bahnhotstraße	2 Segways pass the pedestrian crossing and the pedestrian precinct. No interaction observed
24.11.05	15:42	Bahnhotstraße	Segway passes the pedestrian crossing with speed and turns into the pedestrian precinct. No interaction observed
24.11.05	17:04	Bahnhotstraße	2 Segways slowly pass the pedestrian precinct towards the pedestrian crossing. They pass some single pedestrians. No interaction observed
24.11.05	17:22	Bahnhotstraße	2 Segways pass the pedestrian crossing and the pedestrian precinct. They very slowly go through a greater group of pedestrians. No interactions observed
24.11.05	18:02	Bahnhotstraße	End of video recording
24.10.05		Bahnhotstraße	2 interactions observed

Figure 32: content of the video analysis of the video recordings in Saarbrücken

Name	MZ ATV50	Loncin LX110ST-A	Honda TRX 250	Mini-Quad ATV	Picture				
Picture									
Maximum speed	45 km/h	50 km/h	70 km/h	25 km/h	Maximum speed	45 km/h	85 km/h	15 km/h	45 km/h
power	petrol	petrol	petrol	petrol	Power	Electric	Electric	Petrol/ Electric	Diesel
Number of persons	1	1	2	1	Number of persons	2	2	1	2
General road registration	Light motor vehicle	yes	yes	no	General road registration	small motor cycle	No	wheel chair for handi-capped	light motor vehicle
Licence obligation	yes	yes	yes	/	Licence obligation	yes, class M o. B	/	no, if electric powered	yes, class B
Registration obligation	no	yes	yes	/	Registration obligation	No	/	no	no
insurance obligation	yes	yes	yes	/	insurance obligation	yes	/	yes	yes
Prices	about 1.990 Euro www.muz.de	about 2.290 Euro www.fun- buggy.de	about 7.700 Euro www.quad- case.de	n.n. www.escooter.de	Prices	about 6.800 Euro	n.n.	about 18.800 Euro www.twike.de	about 11.500 Euro www.twike.de
Info					Info	www.cityel.de	www.twike.de	www.twike.de	www.twike.de

Figure 6: selected models

Figure 7: selected cabin scooters and similar devices

Segway PT on public space - Germany 2006

ドイツのセグウェイ評価結果

✓ All participants felt safe on Segway

全ての参加者が「安全」だと感じた。

✓ Appropriateness of use on pedestrian areas and cycle lanes was deemed ‘very high’

歩道及び自転車道の利用に関する妥当性は「極めて高い」と見なす

✓ Nine critical situations/incidents (no injury) all caused by riders inexperience or mistake

9件の事故(ケガ無し)は搭乗者の経験不足による操作ミスであった

✓ 10 out 11 felt a speed limitation on pedestrian areas was reasonable

歩道での利用が妥当であると感じた

✓ Segway PT was deemed less dangerous than a bicycle
セグウェイは自転車よりも安全であると感じなす

✓ Safety perception increased with use

利用するにつれてより安全に感じる(身体の一部となる)

✓ Conflict potential on pedestrian areas is lower than that of bicycles.

歩道における衝突の可能性は自転車よりも低い

Conclusions

セグウェイ評価を受けたドイツの出した結論

“

The use of the Segway should be allowed on cycle lanes, in traffic-calmed areas, in pedestrian zones, in the last two with a limitation to walking speed. Like for motor assisted bicycles a compulsory insurance seems advisable, an adjustment of the regulations for insurance does not seem to be necessary. Correspondingly the Segways should only be required to carry a small insurance plate. According to the Fahrerlaubnisverordnung (the driver's licence regulation) a rider's licence is not necessary in this case, the training is sufficient because the manufacturer links the sell of a Segway to obligatory riding tests and as the pilot study has shown that mainly the riding experience and the riding skills improve the handling of the Segway. There is a lower risk of accidents and less danger of falls connected with the Segway in comparison to a bicycle. An analogous regulation of recommending the use of a protective helmet without the obligation to wear a helmet seems to be sufficient.

”

✓ Use recommended on cycle lanes and pedestrian areas
Creation of an ad hoc category (EPAMD)
Speed limitation on pedestrian areas
Lights and bell required
No license required
Insurance required
Helmet recommended but not required
Company training is sufficient

✓ 前照灯、ベル、保険を用意することで歩道と自転車道での利用を前提としたカテゴリーの創設

ヘルメットは推奨するが、トレーニングが十分であれば不要
運転免許は不要



TP 14567E

Pilot Project for Evaluating the Segway™ HT Motorized Personal Transportation Device in Real Conditions

Prepared for
Transportation Development Centre
Transport Canada

by
Centre for Electric Vehicle
Experimentation In Québec (CEVEQ)

April 2006



Centre
d'expérimentation
des véhicules
électriques
du Québec



CEVEQ

Centre
for Electric
Vehicle
Experimentation
In Québec



Objectives

カナダの評価目的

✓ Assess Segway PT safety in the real world

セグウェイの実世界における評価

✓ Assess future interactions with other road
users

将来における歩行者との関係性に関する評価

✓ Assess perception of other road users

道路使用者による認知の評価

✓ Assess modal shift impact

モデルシフトした場合の影響に関する評価

参考資料:

Segway PT on public space - canada 2006

Table 5 – Pedestrian density (Level of use)

Level of Use (LOU)	Space (m ² /pedestrian)	Flow (pedestrians/min/m)
A	> 12	< 7
B	3.7-12	7-23
C	2.2-3.7	23-33
D	1.4-2.2	33-49
E	0.6-1.4	49-82
F	< 0.6	> 82

... By changing your seating, how do you assess the Segway, at time against the remaining criteria?

	Good	Average	Needs improvement
Overall performance	73%	15%	12%
Manoeuvrability	87%	11%	2%
Ease of use	86%	11%	3%
Weight	29%	37%	34%
Sense of security	72%	21%	7%

... More importantly, how would you characterize your sense of security using the following categories?

	Poor	Acceptable	Average	Good	Excellent
1 Getting on the Segway	1%	2%	4%	37%	56%
2 Getting off the Segway	1%	2%	3%	35%	59%
3 Standing	1%	0%	2%	20%	77%
4 Accelerating	1%	1%	1%	26%	71%
5 Slowing down and braking	1%	1%	4%	39%	55%
6 Turning	0%	4%	17%	53%	26%
7 Backing up	0%	1%	7%	32%	60%
8 Going downhill	2%	2%	9%	35%	52%
9 Going uphill	0%	1%	4%	39%	56%
10 Getting around obstacles	1%	2%	19%	42%	36%
11 Negotiating rough surfaces	1%	6%	24%	43%	26%
12 Reading the dashboard	3%	6%	10%	29%	52%
13 Loading or unloading objects	4%	8%	21%	40%	27%
14 Using the accessories	1%	1%	13%	37%	48%
15 Getting onto sidewalks	2%	10%	15%	41%	32%
16 Getting off sidewalks	1%	6%	12%	42%	39%
17 Riding on sidewalks	6%	8%	22%	34%	30%
18 Riding on shoulders	2%	3%	11%	34%	50%
19 Crossing the street (intersections)	1%	2%	9%	31%	57%
20 Riding on bicycle paths	0%	1%	2%	19%	78%
21 Taking the vehicle up stairways	2%	8%	21%	40%	29%
22 Taking the vehicle down stairways	1%	7%	22%	42%	28%
23 Transporting the vehicle (e.g., in a car)	21%	17%	24%	22%	16%



Figure 10 – Permitted territory in St. Jerome (maps.google.com)



Figure 11 – Permitted territory in Laval (maps.google.com)

Methodology

カナダの評価方法

✓ Three cities Saint-Jerome, Laval, Quebec

3つの都市で評価実験

✓ 143 participants

143名の参加者

✓ 360 interactors (perception interview, demos)

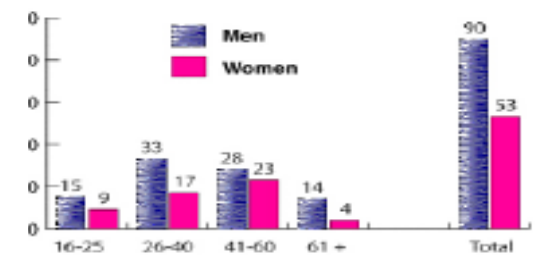
対象者360名への当局によるヒアリング、デモ

✓ Free high density roaming

混み合った場所での自由な走行を評価

7.6 What would you be willing to pay for it?

Less than \$2,000	80%
\$2,000–3,500	17%
\$3,500–5,000	4%
more than 5000\$	0%



Graph 1 – Breakdown of participants

Facts

カナダのセグウェイ評価結果

✓ Over 9000 km travelled (phase I and II)

評価実験の総走行距離9000km

✓ No incident or severe injury

事故無し

✓ 93% of users found training 'necessary'

93%の実験参加者がトレーニングを必要と感じた

✓ No complaint to authorities

当局へのクレーム無し

✓ 71% of users considered wearing a helmet was necessary

71%の実験参加者がヘルメット着用を必要と感じた

✓ 86% of users found age limits @16 is reasonable

86%の実験参加者が年齢制限16才以上を妥当と感じた

✓ 72 % of users are interested in use on cycle lanes (50% in pedestrian areas)

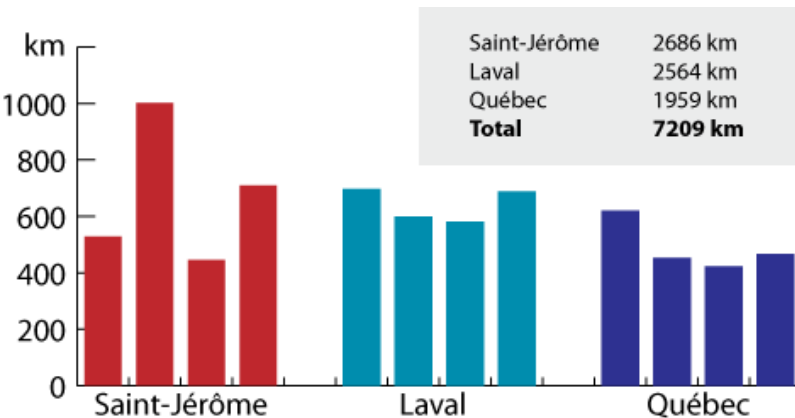
72%の実験参加者が自転車道での利用に興味を持ち、50%は歩道に興味

✓ 75% of users would give up their car for short trips (<3km) if they had a Segway HT

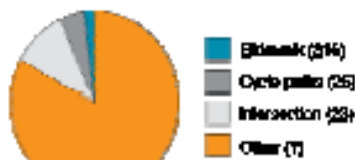
62%の実験参加者が近距離の移動では車ではなくセグウェイを使用したいと答えた

✓ 99% of interactors found the Segway HT non-threatening

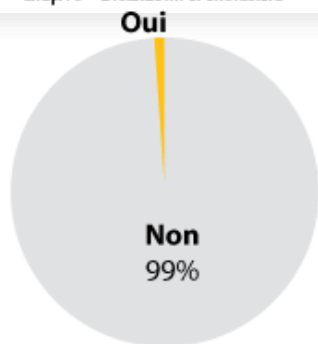
99%のヒアリング対象者がセグウェイは怖くないとした



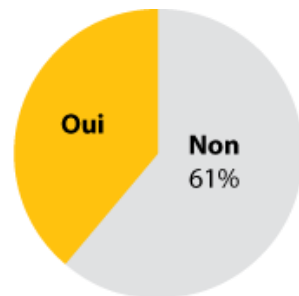
Graph 3 – Breakdown of Interactions



Graph 4 – Interaction environment



4- L'utilisateur vous a-t-il placé dans une situation dangereuse?
7- Sur le trottoir, comparativement à un piéton, pensez-vous que le Segway représente un danger ?





5. RECOMMENDATIONS

- a) Considering the Segway's very positive environmental qualities and insignificant negative impacts, apart from its possible nuisance value on sidewalks, its use on urban pedestrian routes should be allowed subject to regulations patterned after the suggested traffic standards.
- b) Municipal authorities should be authorized to limit Segway traffic in areas or during periods they deem inappropriate.
- c) Guidelines should be prepared for municipalities to inform them of measures to be taken to promote safe and trouble-free EPAMD traffic within their boundaries.
- d) A public awareness campaign should be undertaken to allay fears and apprehensions among pedestrians with respect to EPAMD use on sidewalks and to promote the environmental benefits of their use.
- e) Information on the rules of use for Segway drivers should be made available.
- f) Canadian and US experience in the use of Segways should be monitored and standards of use adjusted accordingly.

Conclusion

セグウェイ評価を受けたカナダの結論

✓ PT stability and ease of use are superior to bicycles
セグウェイは自転車よりも容易に使用可能で安定している

✓ Creation of an ad hoc category (EPAMD)
新たなカテゴリーの新設

✓ Use should be allowed on pedestrian areas, cycle lanes and shoulders
歩道、自転車道、もしくは路肩が使用に向いている

✓ Helmet should be required
ヘルメット着用推奨

✓ Manufacturer training is sufficient
セグウェイ社の提供するトレーニングで十分安全

参考資料:



Verkeersveiligheidsconsequenties van
toelating van de Segway tot de openbare
weg

Advies aan het Ministerie van Verkeer en Waterstaat

R-2007-6
Ing. C.C. Schoon, drs. M. Houtenbos, dr. J. Mesken (DHV) & Ing. V. Kars
Leidschendam, 2007
Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Conclusion

セグウェイ評価を受けたオランダの結論

“We do not expect a higher risk if they are allowed on cycle tracks and streets, provided the traffic and operating rules of the Segway are simple and known to all road users.

The injury risk of the Segway can be compared with that of the bicycle.”

「セグウェイを自転車道や道路で使用した場合に深刻なリスクがあるとは考えにくい。

仮に事故が起きた場合のリスクも自転車と同等と言える。」