

京浜東北線におけるホームドア導入に 関する費用便益分析

2 班

51-148064 高橋雄一
51-148067 丁瑞
51-148074 吉越有沙
51-148075 吉元康真

目次

| | |
|---|----|
| 要旨 | 4 |
| 1. はじめに | 6 |
| 2. 研究の背景 | 6 |
| 2.1. 日本の鉄道における人身事故の現状 | 6 |
| 2.2. ホームドアの導入状況と新型ホームドア | 7 |
| 2.3. 京浜東北線を対象路線に設定することの妥当性 | 10 |
| 3. 本研究における分析手法 | 11 |
| 3.1. 政策シナリオ | 11 |
| 3.2. 評価期間及び時間割引率について | 11 |
| 4. 費用の推計 | 11 |
| 4.1. 設置 維持管理費用 | 12 |
| 4.1.1. 従来型 | 12 |
| 4.1.2. ロープ式 バー式 | 12 |
| 4.1.3. 設置 維持管理費用まとめ | 12 |
| 4.2. 再設置費用 | 13 |
| 4.3. ホームの改修費用 | 13 |
| 4.3.1. 従来型のケース | 13 |
| 4.3.2. ロープ式 バー式のケース | 15 |
| 4.4. ATO 導入費用 | 15 |
| 4.5. 費用まとめ | 16 |
| 4.6. 補論：ホームドア設置による停車時間の増加 | 16 |
| 5. 便益の推計 | 17 |
| 5.1. 遅延事故減少による時間的損失の減少 | 17 |
| 5.1.1. ホームドア設置による遅延事故の減少数（年間） | 17 |
| 5.1.2. 事故一件当たりの期待時間損失 | 17 |
| 5.1.3. 遅延事故現象により時間的損失の減少まとめ | 22 |
| 5.2. 死亡者 負傷者の減少 | 23 |
| 5.3. 人件費の削減 | 24 |
| 5.4. 残存価値 | 24 |
| 5.5. 便益まとめ | 25 |
| 6. モンテカルロ分析 | 25 |
| 6.1. モンテカルロ分析の概要 | 26 |
| 6.2. モンテカルロ分析の具体的手法 | 27 |
| 6.2.1. プロジェクト実施期間にわたる事故防止による便益を算出する関数 | 27 |
| 6.2.2. 年間の事故防止による便益を求める関数エラー! ブックマークが定義されてい | |

ません。

6.2.3. 事故1件あたりの遅延による時間損失の減少による便益を求める関数..... 27

6.2.4. 事故1件あたりの負傷者 死亡者の減少による便益を求める関数エラー! ブックマークが定義されていません。

6.3. モンテカルロ分析の結果..... 28

7. 本研究の結論と限界..... 29

7.1. 本研究の結論..... 29

7.2. 本研究において簡略化された仮定..... 30

7.3. 自殺の防止による負傷者 死亡者の減少の便益の扱い..... 31

謝辞..... 33

参考文献..... 34

付録..... 35

要旨

研究の背景

昨今、ホームにおいて車両との人身事故が増加傾向にある。人身事故防止に効果的な手段として、ホームドアの導入が挙げられるが、導入の際に必要な多額のコストが足かせとなり、積極的な導入が進んでいないという現状がある。

他方、ホームドア設置により人身事故の件数を削減できれば、負傷者 死亡者の発生を防げるだけでなく、車両の遅延に伴う経済的損失も減少させることが可能であるため、多大な便益を生み出すことも予測される。

そこで、本研究では人身事故数 混雑率が首都圏有数でありながらも、ホームドアの導入が非常に遅れている京浜東北線を対象に選択し、費用便益分析の観点からホームドア導入の是非を明らかにする。

分析の手法

本研究では下記の政策シナリオを設定し、費用便益分析による定量評価を行った。

without ケース： ホームドアを設置しない（現状維持）

with ケース： ①従来型のホームドアを導入する

②昇降ロープ式のホームドアを導入する

③昇降バー式のホームドアを導入する

また、時間割引率は費用便益分析の文脈で一般的に用いられている 4%（年）、評価期間は 2015～2064 年の 50 年間を用いた。

分析結果

本研究による分析結果を次表にまとめた。全ての with ケースにおいて純便益は正になり、従来型ホームドアを設置した場合は約 235 億円、昇降ロープ式ホームドアは約 531 億円、昇降バー式ホームドアは約 450 億円の純便益をもたらすと予測される。

図表0 費用便益分析の結果

| 費用便益分析の結果 | | | | |
|---------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 単位：万円（B/C 除く） | | 従来型 | ロープ式 | バー式 |
| 費用 | 設置費用 | 1,232,000.0 | 462,000.0 | 385,000.0 |
| | 再設置費用 | 818,880.8 | 478,069.1 | 1,040,283.7 |
| | 維持 管理費用 | 447,276.0 | 860,146.7 | 1,032,176.0 |
| | ホーム改修費用 | 2,478,000.0 | 210,000.0 | 210,000.0 |
| | ATO 導入費用 | 959,669.5 | 959,669.5 | 959,669.5 |
| | 費用合計 | 5,935,826.3 | 2,969,885.2 | 3,627,129.1 |
| 便益 | 遅延による 時間損失の減少 | 3,153,191.2 | 3,153,191.2 | 3,153,191.2 |
| | 負傷者 死亡者の減少 | 1,321,053.8 | 1,321,053.8 | 1,321,053.8 |
| | 人件費の減少 | 3,412,659.8 | 3,412,659.8 | 3,412,659.8 |
| | 残存価値 | 395,252.5 | 391,596.7 | 235,371.1 |
| | 便益合計 | 8,282,157.4 | 8,278,501.6 | 8,122,276.0 |
| まとめ | 純便益 | 2,346,331.1 | 5,308,616.3 | 4,495,146.9 |
| | B/C | 1.40 | 2.79 | 2.24 |

単位：万円

結論

上記の分析より、費用便益分析の観点からはホームドアの設置が正当化され、特に新型のホームドアである昇降ロープ式 バー式ホームドアの設置が推奨される結果となった。

ただし、本研究では昇降ロープ式 バー式ホームドアも従来型と同等の事故防止効果を保有しているという仮定を用いた。そのため、現実にこれらの新型ホームドアを設置した場合、本研究で試算された便益をもたらさない恐れがある。そのため、可能な限りこれらのホームドアの実証実験を行い、事故防止効果を従来型ホームドアと比較した上で最適なホームドアを選択するべきであると考えられる。

1. はじめに

現在の日本においては鉄道での人身事故の事故件数の増加が著しく、それに伴い鉄道での自殺件数も増加している。人身事故の発生は列車の遅延を引き起こし、利用者に多大な損失を与えるばかりか、他路線の列車のダイヤにも影響を及ぼす可能性がある。特に、今回取り上げる京浜東北線のような利用者数が多く、かつ他路線との乗り合わせが多い路線においては、遅延による経済的な損失と波及効果は膨大であると考えられる。

このようなホームからの転落やホーム上で列車と接触することにより発生する人身事故を防止するために、ホームドアの導入が一部路線でなされ、さらなるホームドア設置が検討されている。しかし、人身事故を防ぐことにより利用者の安全を確保し、さらには遅延による経済的損失を回避するという便益が期待されるにも関わらず、ホームドア導入時の生じる多大なコストなどのさまざまな理由から、実際の導入が滞っているというのが現状である。

上記の導入に関わる問題を解決するために、従来型のホームドアに加えて昇降ロープ式、昇降バー式といった新しいタイプのホームドアも開発されている。

以上の点を踏まえ、ホームドアを導入することの是非について、各ホームドアの費用便益の観点から検討することが必要であると考えられる。そこで本研究では、利用者 人身事故数とともに多い京浜東北線を取りあげ、ホームドアの導入によって生じる影響と効果を金銭価値化し費用便益分析を行うことを通じて、ホームドア導入に関してもっとも望ましい政策オプションを提言したい。

本論文の構成は以下の通りである。まず第2節では研究の背景について、日本の鉄道における人身事故とホームドア設置の現状に触れながら述べる。次に第3節で分析手法と政策シナリオについて説明し、第4節では費用の推計をそれぞれの項目に関して行う。第5節では便益の予測と金銭価値化に関して詳細に述べる。第6節では費用便益分析の結果を元に感度分析を行い、結びとなる第7節で本研究の結論と最終的な提言、今後の課題について言及する。

2. 研究の背景

京浜東北線におけるホームドア設置の費用便益分析を行うに当たり、本節では研究の背景について述べる。まず、日本における鉄道の人身事故の現状を概観し、ホームドアの設置状況を整理する。続いて、本研究で京浜東北線を取りあげることの妥当性を示す。

2.1. 日本の鉄道における人身事故の現状

下に掲載した図表の通り、関東における鉄道の人身事故数と自殺数はともにほぼ毎年のように増加し、ここ10年で倍増している。また、人身事故の発生総数に対する自殺件数の割合である自殺比率に関してはほぼ横ばいで推移している。

図表 1 関東 38 路線における鉄道の人身事故 自殺発生件数の推移
(週刊東洋経済臨時増刊「鉄道」完全解明 2014 年」(2 月 14 日発売)より筆者作成)

2.2. ホームドアの導入状況と新型ホームドア

前項で示した通り、鉄道の人身事故件数は増加の一途をたどっている。そのような状況下、ホームへの転落やホーム上での列車との接触を防ぐため、ホーム上へのホームドアの設置が一部路線で進められている。駅のホームから線路に入れないように仕切りを設け、列車ドアと同じ位置に設置したドアを列車ドアと連動して開閉する仕組みであり、転落事故防止に大きな役割を果たすことが期待されている。



図表2 従来型ホームドア

(出所: 株式会社高見沢サイバネティックスホームページ
http://www.tacy.co.jp/products/kotsu/door/door_a.html)

しかし、導入状況は芳しいとはいえず、2012年9月末時点で、ホームドアの設置が望ましいと国土交通省が指定した全国235駅のうち、34駅でしかホームドアの導入がなされていない¹というのが現状である。ホームドアの導入が停滞している原因としては主に以下の4つが挙げられる。

①ホームドア設置 維持管理のコスト

1つのホームに数十台のホームドアを設置する必要があり、設置 維持管理にコストがかかる。

②老朽化したホームの改修費用

ドアを設置することによる重量の増加に耐えられるよう、ホーム自体の大改修工事が必要となる可能性がある。

③車両扉位置の不一致

ホームドアに合わせて全ての車両の扉位置を改修 統一する必要がある。

(なお、本研究で扱う京浜東北線は全車両が4ドアで統一されているため不要)

④ATO(自動列車運転装置)導入の必要性

¹ 国土交通省「鉄道駅におけるホームドアの整備促進」より。

ドア設置に伴い、3倍の精度で車両を停車させる必要が生じる²が、人間の技能では限界があるため、現実的には列車の自動制御を可能にするATOの導入が必要となる。

以上の4点がホームドア導入の課題であるが、これらの課題を解決すべく、新型のホームドアの開発試験導入が進められている。新型ホームドアに関しては、昇降ロープ式ホームドア、昇降バー式ホームドアの2種類が開発されている。また、以降は対比のため通常のホームドアは従来型（ホームドア）と表記する。

昇降ロープ式ホームドア（以降、ロープ式）は、日本信号によって開発された、ロープが上下する昇降型のホーム柵である。間隔を調整することでさまざまな扉位置に対応することが可能であるため、扉位置を統一する必要がなくなる。加えて重量が従来型のホームドアに比べて軽いため、ホームの補強費用が少なく済み、設置にかかる費用自体も比較的少ない。以上のような特徴から、従来型ホームドアの設置費用と比較して、コストを抑えることができる。

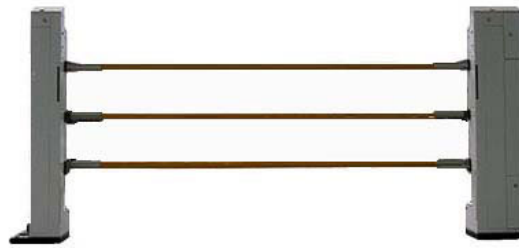


図表3 昇降ロープ式ホームドア

（出所：株式会社高見沢サイバネティックスホームページ
http://www.tacy.co.jp/products/example/bar_gate.html）

また、昇降バー式ホームドア（以下、バー式）は、高見沢サイバネティックスによって開発された、バーが上下する昇降型のホーム柵である。ロープ式と同じく、扉位置に合わせて間隔を調整できる、重量が軽い、設置費用が比較的少ないといった理由から、導入費用を抑えることが可能である。

²須田 古賀（2013）より。



昇降バー降下時

図表 4 昇降バー式ホームドア

(出所: 株式会社高見沢サイバネティックスホームページ
http://www.tacy.co.jp/products/example/bar_gate.html)

各種ホームドアの特徴をまとめると、次表の通りとなる。

| 名称 | 設置費用 | 維持 管理費用 | 老朽ホーム 改修コスト |
|-----------------|------|------------|----------------|
| 従来型 ホームドア | 中 | 中 | 大 |
| 昇降ロープ式 ホームドア | 中 | 中 | 小 |
| 昇降バー式 ホームドア | 小 | 大 | 小 |

図表 5 各種ホームドアのスペック比較

2.3. 京浜東北線を対象路線に設定することの妥当性

本研究は、ホームドア導入の是非に関して、京浜東北線を対象路線に設定して費用便益分析を行う。京浜東北線を選定した理由は以下の 4 点である。

① 事故数の多さ

2012 年のデータによると、1 年間で発生した人身事故の件数は、都内路線で 2 番目に多く、相当額の経済損失が発生していると考えられる。

② 混雑率の高さ

通勤 通学ラッシュ時には混雑率が 190%を超え³、都内でも最高水準の混雑率

³国土交通省「23 年度混雑率」より。

を誇る。そのため、遅延事故が起きた際の影響人数が膨大であり、経済損失が大きいと考えられる。

③ ホームドアの導入状況

事故数も多く、混雑率も極めて高いにも関わらず、ホームドアの設置が全く行われておらず、大井町駅のみホームドアの設置が「検討段階」となっているのが現状である。

④ 山手線におけるホームドアの導入開始

一部駅を乗り合わせる山手線ではホームドアの導入が進んでいる。山手線と京浜東北線は一部の駅で同じホームに乗り入れているため、山手線のみホームドアを設置してもその効果は限定的だと考えられる。

以上の4点の理由から、京浜東北線はホームドア設置の必要性が高い路線であると結論づけられる。そのため、本研究の対象路線として京浜東北線を選択するのは妥当であるといえる。これらの現状分析を元に、次節では本研究における分析手法について説明する。

3. 本研究における分析手法

3.1. 政策シナリオ

これまで述べたことを踏まえ、本研究では、高い混雑率・事故数ながらホームドアの導入が進んでいない京浜東北線全駅（横浜～大宮の35駅）において

without ケース：ホームドアを設置しない（現状維持）

with ケース：①従来型のホームドアを導入する

②昇降ロープ式のホームドアを導入する

③昇降バー式のホームドアを導入する

以上4つの政策シナリオを想定する。それぞれのシナリオを費用便益分析により評価し、最適なオプションを提言する。

3.2. 評価期間及び時間割引率について

本研究において、評価期間は2015～2064年までの50年間とする⁴。また、時間割引率は費用便益分析において一般的に使用される4%（年）を用いた。

4. 費用の推計

本節では、ホームドア政策の費用部分について説明する。ホームドアの設置は巨大なブ

⁴ 本来ならば2015年にホームドアの設置を開始した場合、全ての駅に設置が完了するまでにある程度の時間が必要であると考えられるが、本研究では単純化のため、2015年1月1日から全ての駅においてホームドアが設置されている状況を想定した。

プロジェクトであり、その一連のプロジェクトの中で、様々な費用が必要となる。本研究では、ホームドアの導入費用を①設置 維持管理費用、②再設置費用、③ホームの改修費用、④ATO 導入費用の4つに分けて分析を行う。

4.1. 設置 維持管理費用

4.1.1. 従来型

国土交通省「都市鉄道サービスの現状と課題」によると、ホームドアの設置には1つのドア当たり約400万円が必要になるという。また、京浜東北線は1両4ドアで10両編成であるため、1つのホーム（片側）当たり設置費用は400（万円）×4（ドア）×10（両）で1.6億円となる。

また、過去に横浜市営地下鉄ブルーラインでホームドアを導入した際、年間維持管理費は1億円に上ったという。⁵そこで、横浜市ブルーラインは32駅あるため、1つのホーム（片側）当たりの年間維持費は156万円程度であると考えられる。他方、横浜市ブルーラインは6両編成だが、京浜東北線は10両編成であるため10/6倍し、約260万円を京浜東北線における1ホーム（片側）当たりの年間維持管理費とした。

4.1.2. ロープ式 バー式

昇降ロープ式ホームドアのメーカーである日本信号（株）と、昇降バー式ホームドアのメーカーである（株）高見沢サイバネティックスに電話インタビューを行った所、ロープ式ホームドアの場合、設置費用は片側1ホームあたり6000万円、年間維持管理費は500万円、バー式の場合は設置費用5000万円、年間維持管理費は600万円程度であるとの回答を得た。

4.1.3. 設置 維持管理費用まとめ

上記の結果を下の表に示した。

| | 従来型 | ロープ式 | バー式 |
|---------------------------|-------|---------|---------|
| 片側1ホーム当たりの 設置費用 | 1.6億円 | 6,000万円 | 5,000万円 |
| 片側1ホーム当たりの 維持 管理費用（年間） | 260万円 | 500万円 | 600万円 |

図表6 各ホームドアの設置 維持管理費用まとめ

⁵横浜市説明資料②「コスト削減と増収の取り組み」より。

そして、上記の表に示している費用を京浜東北線 35 駅（77 乗り場）に設置し、割引率 4%で 50 年間の費用合計を算出した結果は下の表の結果となる。

| | 従来型 | ロープ式 | バー式 |
|--------------------------|-----------|---------|-----------|
| 設置費用 | 1,232,000 | 462,000 | 385,000 |
| 維持 管理費用 (50 年間現在価値合計) | 447,276 | 860,147 | 1,032,176 |

図表 7 各ホームドア 設置 維持管理費用現在価値合計 (単位: 万円)

4.2. 再設置費用

メーカーへのインタビューにより、各ホームドアには耐用年数が存在するということが判明した。従来型ホームドアの耐用年数は 20 年間、ロープ式ホームドアは 15 年、バー式ホームドアは 7 年間である。

耐用年数を迎えた際に、従来型、ロープ式、バー式のホームドアはそれぞれの初年度と同額の設置費用が必要になると仮定し、それらを時間割引率を用いて現在価値に直して合算した所（付録 1）、下記の結果を得られた。

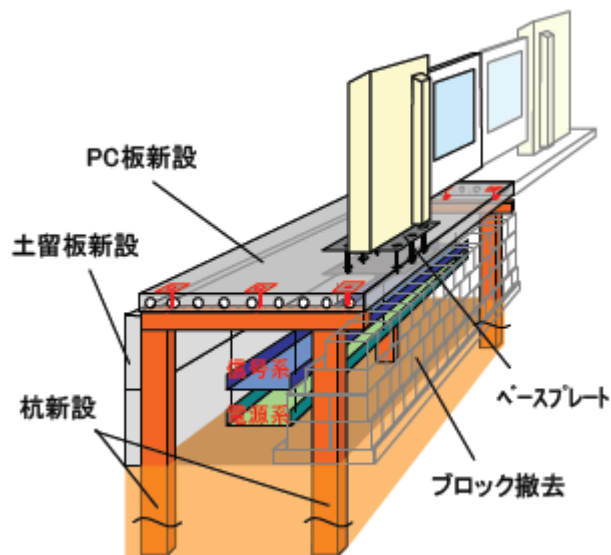
| | 従来型 | ロープ式 | バー式 |
|----------------|-----------|---------|-----------|
| 耐用年数 | 20 年 | 15 年 | 7 年 |
| 一回当たりの再設置費用 | 1,232,000 | 462,000 | 385,000 |
| 50 年目までの現在価値合計 | 818,881 | 478,069 | 1,040,284 |

図表 8 再設置費用 (単位: 万円)

4.3. ホームの改修費用

4.3.1. 従来型のケース

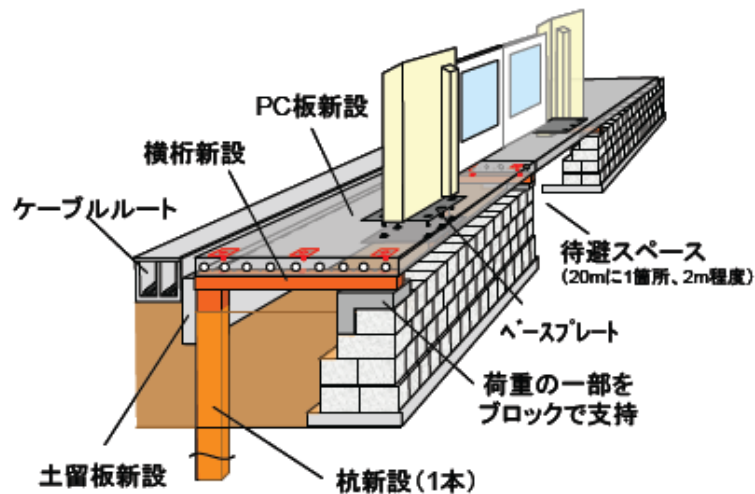
ホームドアの重量は一ドアだけで約 350~500 キログラムの重さがあり、一列のホームドアを設置すれば、相当な重量となり、ホームにとって大きな負担である。したがって、ホームドアを設置できるように、ホームを改修しなければならない。実地調査の結果、18 駅（合計 21 プラットホーム）を盛土式と推定した。（詳細は付録 2 参照）盛土式ホームの場合、下図のような補強が必要である。



図表9 当初ホーム構造形式

(土木学会「可動式ホーム柵新設のための盛り土式ホーム部改良方法の検討について」

(<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00061/2010/37-06-0023.pdf>) より引用)



図表10 変更ホーム構造形式

(土木学会「可動式ホーム柵新設のための盛り土式ホーム部改良方法の検討について」

(<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00061/2010/37-06-0023.pdf>) より引用)

以上のようにホームを改修すれば、重量のある従来型ホームドアを乗せることが可能になる。また、ホームの改修費用については、2008年に山手線の恵比寿駅 目黒駅にホームドアを導入する際に、従来型ホームドアの設置とホームの補強に約 30 億円を要したとい

う⁶。ホームドアの設置に 1.6 億円×4 (片側ホーム数) =6.4 億円必要であり、恵比寿駅目黒駅合計で 2 つの山手線用プラットホームが存在することを考慮すると、1 つのプラットホームの補強には $(30-6.4) / 2=11.8$ 億円必要であったと推測される。よって、京浜東北線全体では 21 個の盛り土式ホームが存在するため、2015 年度の費用に 11.8 (億円)×21 (盛り土式ホーム数) =247 億 8000 万円を計上した。

4.3.2. ロープ式 バー式のケース

ロープ式 バー式ホームドアの場合、従来型ホームドアよりも軽量であるため、補強費用は比較的安価で済む。(株)高見沢サイバネティックスに対する電話インタビューの結果、バー式ホームドアを設置する場合、盛り土式ホームの改修に 1 プラットホーム当たり 1 億円程度必要であるということが判明した。同様に軽量のロープ式を設置する場合でも 1 億円必要となると仮定し、ホームの改修費用として両ホームドア共に 2015 年に 1 (億円)×21 (プラットホーム数) =21 億円を計上した。

4.4. ATO 導入費用

ATO (Automatic Train Operation、列車自動運転装置) とは列車の運転を自動化する運転保安システムである。主に、人に対する安全性が確保しやすい地下鉄や新交通システムで使われている。従来型ホームドアが設置されていない状態では、運転士は通常±1m 以内の精度で電車を止めれば良いが、従来型ホームドアが設置された場合、運転士はその約 3 倍の精度±35cm で停車させる必要が生じてしまう⁷。そのため、運転士の負担を考慮すると現実的には自動列車運転装置 (ATO) や定位置停止装置 (TASC) などの定位置停止装置を導入して、停車位置制御を行う必要がある。

また、ATO はワンマン運転を行うための欠かせない設備でもある。ホームドアと ATO を併用することにより、京浜東北線においてもワンマン運転が可能となり、人件費を大幅に削減可能になると考えられる。

現在、横浜市営地下鉄ブルーラインは ATO が導入されており、ワンマン運転を行っている。横浜市では ATO を 38 編成⁸に導入する際に 43 億円⁹を要したという。よって、1 編成に ATO を導入する際に必要な費用は 1 億 1316 万円であると推測される。また、京浜東北線は全体で 83 編成保有しており¹⁰、かつ横浜市の事例では 2002 年の CPI¹¹ (2010

⁶東日本旅客鉄道株式会社「山手線への可動式ホーム柵導入について」より。

⁷須田 古賀 (2013) より。

⁸横浜市説明資料①「鉄道事業の職種別生産性比較」によると、横浜市は 228 両保有しており、ブルーラインは 1 編成 6 両であるため、38 編成保有していたと推定した。

⁹横浜市説明資料②「コスト削減と増収の取り組み」より。

¹⁰E233 系浦和電車区編成表 (最新版) より。

¹¹CPI は全て総務省統計局の全国平均の中分類指数を使用。

年基準 101)を使用している可能性が極めて高い¹²ため、直近の CPI(2010 年基準 103.2。2014 年 11 月時点を使用) ATO の導入費用は 95 億 9669 万円となった。これを初年度の費用(全ホームドア共通)に組み込んだ。

4.5. 費用まとめ

以上の①設置 維持管理費用、②ホームの改修費用、③ATO 導入費用、④再設置費用の計算の結果から、ホームドア設置に伴う費用はドアのタイプ毎に下記のように推計される。

| | ①従来型を設置するケース | ②ロープ式を設置するケース | ③バー式を設置するケース |
|-------------|------------------|------------------|------------------|
| 設置費用 | 1,232,000 | 462,000 | 385,000 |
| 再設置費用 | 818,881 | 478,069 | 1,040,284 |
| 維持 管理費用 | 447,276 | 860,147 | 1,032,176 |
| ホーム改修費用 | 2,478,000 | 210,000 | 210,000 |
| ATO 導入費用 | 959,669 | 959,669 | 959,669 |
| 費用合計 | 5,935,826 | 2,969,885 | 3,627,129 |

図表 11 費用まとめ 単位: 万円

4.6. 補論: ホームドア設置による停車時間の増加

ホームドア設置による費用として、ホームドアの開閉に伴い、電車の停車時間が数秒増加してしまうことも考えられる。しかし、全線にホームドアを設置した有町線(東京メトロ)と、現在設置中の山手線(JR 東日本)に問い合わせた所、以下の回答が得られた。

➤ JR 東日本:

ホームドアの設置による影響は極めて微弱であるため、ダイヤを変更する必要はない。

➤ 東京メトロ:

有楽町線においてはホームドアの設置により、停車時間が増加したという事実はなかった。

以上の両社の回答に基づき、本研究では停車時間の増加は無視できる程の小さい費用として扱う。

¹²横浜市説明資料③「長期収支算定にあたってのその他の前提条件」における実測値データの最新年度が平成 14 年であったため。

5. 便益の推計

ホームドア設置による便益項目としては、以下の4項目が挙げられる。次節以降で各項目の詳細内容や分析手法・結果について説明する。

- ①遅延事故減少による時間的損失の減少
- ②負傷者・死亡者の減少
- ③人件費の削減
- ④残存価値

5.1. 遅延事故減少による時間的損失の減少

ホームドア設置による便益として、遅延事故が減ることによって電車利用者の時間的損失が減少することが挙げられる。当該便益は「ホームドア設置による遅延事故の減少数（年間）」と「事故一件あたりの期待時間損失」を乗じることで算出が可能である。

5.1.1. ホームドア設置による遅延事故の減少数（年間）

国土交通省の「運転事故等整理票」を元に、ホームドアを設置した路線・駅の事故数の推移を分析した結果、ホームドア設置後は自殺を含めて基本的に人身事故が発生していないことが判明した（付録3）。

また、京浜東北線と同等に人身事故が多発している山手線においても同様に事故が発生していないことから、当研究においては下記の仮定を用いて分析を行う。また、仮定2の妥当性については後述（7.2.）する。

仮定1：京浜東北線全駅においてホームドアを設置した場合、人身事故の年間発生件数は0件になる。つまりホームドア設置後は毎年京浜東北線全体で28¹³件（うち自殺16件、接触その他¹⁴12件）が減少すると仮定する。

仮定2：各ホームドアの事故防止効果は全て同一である¹⁵。

5.1.2. 事故一件あたりの期待時間損失

国土交通省の「運転事故等整理票」に基づく分析や観察から、京浜東北線では下記の特徴が見受けられた。

¹³入手可能な「運転事故等整理票」のデータ（通年）は2012年が最新であるため、利用可能な範囲で直近3年間である2010～2012年の平均値を用いた。ただし、特定の駅ではなく駅間で起きた事故は除く。

¹⁴「運転事故等整理票」における線路内立入り・ホーム上で接触・ホームから転落の3つを今後は「接触その他」と記載する。

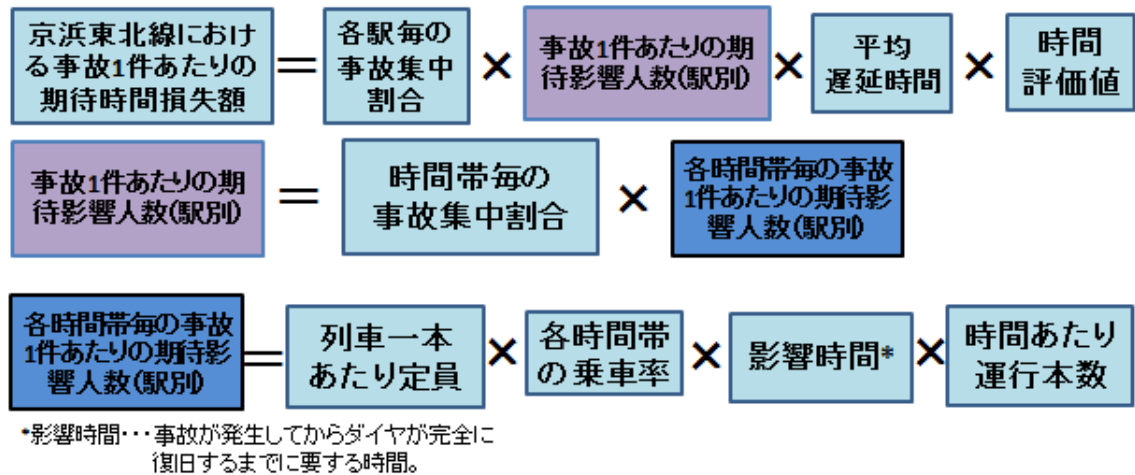
¹⁵山手線と並行複々線の駅に関しても、山手線の全駅で従来型ホームドアが導入されているため、この仮定は妥当性をもつといえる。

- 各駅毎に事故や自殺事故数の集中度は異なる。
(事故が発生しやすい駅としづらい駅が存在する)
- 各時間帯毎に事故の集中度や(当然ながら)乗車率は異なる。
- 自殺や接触その他など、事故の原因によって遅延 影響時間は大きく異なる。
- 平日 休日/南行き 北行きでも乗車率等は大きく異なる。

これらの特徴と国土交通省「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル(2012年改訂版)」を元に、京浜東北線における事故一件あたりの期待時間損失額算出フローを作成した。

基本的な流れ

(自殺・接触その他/平日・休日/南行き・北行きのパターンに分けて算出)



図表 12 期待時間損失額算出フロー

(国土交通省「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル(2012年改訂版)」を元に筆者作成)

京浜東北線において事故が発生した場合の期待影響人数を求めるためには、前述のように各駅毎に事故の集中割合が異なるため、事故の集中割合に応じてウェイト付を行い、駅別の事故1件あたりの期待影響人数を掛け合わせる必要がある。

さらに、期待影響人数に平均遅延時間と1分当たりの時間評価値を乗じることで、京浜東北線における事故1件あたりの期待時間損失額を導出可能である。

また、駅別の事故1件あたりの期待影響人数は時間帯ごとの事故集中割合に、各時間帯毎の事故一件当たりの期待影響人数を乗じることで求められる。

そして各時間帯毎の事故が発生した場合の期待影響人数は、列車1本当当たりの乗員数と、遅延の影響を受ける本数を乗じることで導出が可能である。

ただし、平均遅延時間や影響時間、時間帯毎の事故集中割合は事故の原因(自殺か接触その他)によって、各時間帯の乗車率や時間あたり運行本数は平日 休日/南行き 北行きによって異なるため、計8パターンの算出が必要となる。

以降、期待時間損失額算出フローにおける各パラメーターの導出方法について説明す

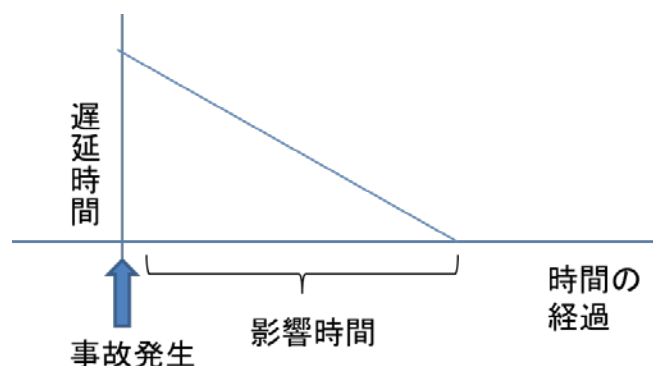
る。

5.1.2.1. 各駅毎の事故集中割合

国土交通省「運転事故等整理票」を元に、2010～2012年における各駅毎の自殺・接触その他の集中度を算出した。（付録4）

5.1.2.2. 平均遅延時間

「運転事故等整理票」には平均遅延時間の記載はなく、最大遅延時間のみ記載されている。そこで、事故発生直後に電車に乗っていた人々が最大遅延時間分遅延し、その後線形に影響時間をすべて使って遅延時間が減少していくと仮定して、2010～2012年のデータ¹⁶を元に平均遅延時間を算出した。結果、平均遅延時間は最大遅延時間の半分となり、自殺の場合は27.2分、接触その他は14.0分となった。



図表 13 遅延時間の回復

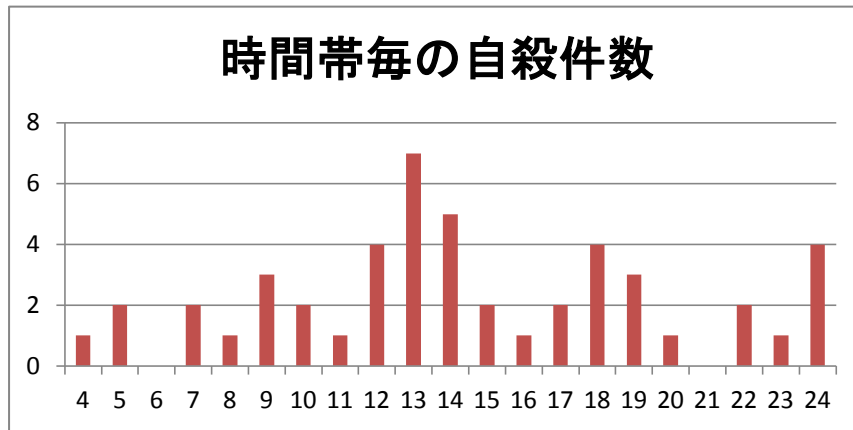
5.1.2.3. 時間評価値

国土交通省「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル（2012年改訂版）」より、所得接近法によって2010年の「毎月勤労統計調査」を元に推定された東京都の47.0円を基準とする。直近のCPI（2014年11月時点）は103.2であり、2010年時点では100であるため、現在の値に換算した48.5円を使用した。

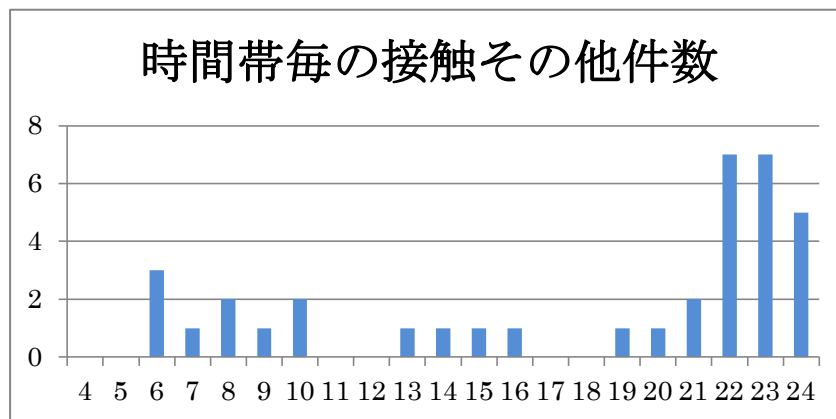
5.1.2.4. 各時間帯毎の事故集中割合

「運転事故等整理票」の2010～2012における京浜東北線の事故データを元に、自殺・接触その他の事故発生がどの時間帯に集中しているかを集計した。結果を下図に示す。

¹⁶ 2010～2012年では最大遅延時間の平均値は自殺で54.4分、接触その他で28.0分であった。



図表 14 時間帯毎の自殺件数



図表 15 時間帯毎の接触その他件数

5.1.2.5. 列車1本あたり定員

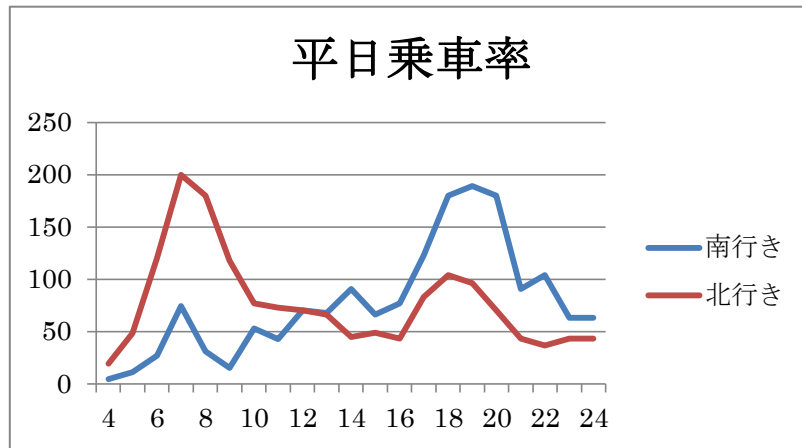
国土交通省「23年度混雑率」によると、平成10年以降JR東日本では山手線や京浜東北線を中心に幅広車両（1両あたりの定員148人）の導入が進んでいるという。よって、京浜東北線は10両編成であるため、乗車率が100%の場合の乗客数を1,480人とした。

5.1.2.6. 各時間帯の乗車率

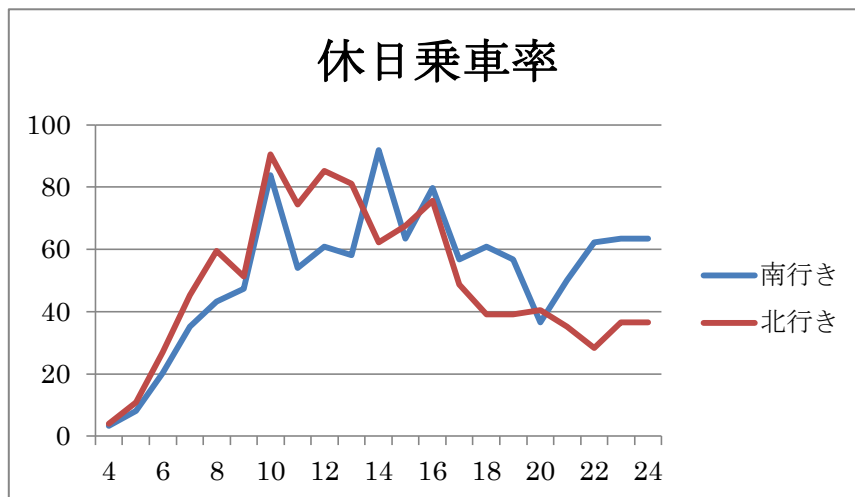
関東交通広告協議会のレポートを参考に、平成25年における京浜東北線全体の1日平均乗降人員を算出した結果、最も平均値に近い駅は蒲田駅であることが判明した。そこで、蒲田駅において実地調査を行い¹⁷、時間帯毎の乗車率を調べた結果、

¹⁷ 2014年12月20日（土）と2015年1月9日（金）に実施。南行き 北行き共に4両目をサンプルとして使用。各時間帯の～時30分付近の乗車率をその時間帯における乗車率とした。また、調査の制約上、4時台 5時台の乗車率は次の時間帯の4割、24時以降の乗車率は23時台と同じ乗車率と仮定した。

次表の通りになった。



図表 16 平日乗車率 縦軸：乗車率 (%) 横軸：時刻



図表 17 休日乗車率 縦軸：乗車率 (%) 横軸：時刻

5.1.2.7. 影響時間

影響時間とは、事故が発生したためにダイヤに影響が生じてから、正常なダイヤに復旧するまでにかかる時間を指す。「運転事故等整理票」に京浜東北線における各事故の遅延本数の記載があるため、時刻表を用いて影響時間を逆算した¹⁸。なお、

¹⁸ 「運転事故等整理票」には事故が発生した現場が南行きか北行きかの記載がないため、事故が発生した時間と時刻表の電車到着時間が近い方に事故が起きたと仮定した。また、それでも判別できない場合は、北行きと南行き両方で事故が発生した場合の影響時間を求め、その平均値を使用した。

遅延本数は他路線への影響を含んでいるケースもあるため、それらを可能な限り除外した上で¹⁹影響時間を算出した。結果、自殺の場合の影響時間は200.2分、接触その他のケースでは41.5分となった。

5.1.2.8. 時間あたり運行本数

各駅の各時間帯毎の電車発着数を調べるため、「えきから時刻表」を利用した。また、単純化のため、全ての事故は各時間帯の～時30分に発生すると仮定し、自殺の場合は事故発生時点から200.2分、接触その他の場合は41.5分以内に何本の電車が事故の影響を受けるかを計測した。

5.1.2.9. 事故一件当たりの期待時間損失まとめ

これらのデータを元に、自殺 接触その他/平日 休日/南行き 北行きの計8パターンに分けて各駅毎の事故一件当たりの期待影響人数を算出し、5.1.2.1.で求めた各駅毎の事故集中割合に応じてウェイト付けを行うことで、京浜東北線全体における事故一件当たりの期待影響人数を算出した（付録5）。

また、2010～2012年において、自殺 接触その他共に平日への集中度は66.7%、休日への集中度は33.3%であったため（付録6）、集中度を元にウェイト付けを行うと、自殺の場合の影響人数は62594.6人、接触その他では11016.3人となった²⁰。よって、5-1-2-2で述べた通り平均遅延時間に自殺の場合は27.2分、接触その他の場合は14.0分、また5.1.2.3.で述べたように時間評価値として48.5円を利用すると、京浜東北線における自殺1件当たりの期待時間損失額は8260万円、接触その他では748万円となる。

5.1.3. 遅延事故現象により時間的損失の減少まとめ

ホームドアを設置することにより、年間で自殺事故は16件、接触その他は12件減少すると考えられる（5.1.1.参照）。また、5.1.2.9.では、自殺1件当たりの期待時間損失は8,260万円、接触その他では748万円となることが分かった。

よって、ホームドアを設置することにより、1年間では時間損失額を14億1136万減少させ、2015～2064年の50年間の現在価値合計額は315億3191万円であると試算された。

¹⁹ 具体的には京浜東北線の1日の運行本数を超える遅延本数をもたらした事故等は除外した。

²⁰ 単純化のため、南行き 北行きで事故の割合は同じであると仮定した。

| | 年間時間損失額の減少分 |
|------|-------------|
| 自殺 | 132,160.2 |
| 接触など | 8,976.1 |
| 合計 | 141,136.2 |

図表 18 年間時間損失額の減少分 単位：万円

5.2. 死亡者 負傷者の減少

ホームドアを設置することにより事故が減少し、負傷者や死亡者の発生を未然に防ぐことが可能である。「運転事故等整理票」を元に、2010～2012年における京浜東北線内で発生した事故を集計した結果、下記の統計を得られた²¹。

| 自殺 (48件) | 種類 | 件数 | 割合 (%) |
|-------------|-------|----|--------|
| | 死亡 | 35 | 72.9 |
| | 負傷 | 13 | 27.1 |
| | 軽傷 無傷 | 0 | 0 |

図表 19 自殺の結果

| 接触その他 (36件) | 種類 | 件数 | 割合 (%) |
|----------------|----|------|--------|
| | 死亡 | 5 | 13.9 |
| | 負傷 | 20 | 55.6 |
| 軽傷 無傷 | 11 | 30.6 | |

図表 20 接触その他の結果

²¹ 遅延事故に該当せず、病院搬送もされなかった場合は軽傷 無傷としてカウントした。また、ここでは軽傷 無傷のケースは簡略化のため、損失が生じないものとした。

また、ホームドアの設置により自殺数も減少しているが、駅で自殺をしなくなった人は別の場所で自殺をしている可能性も存在するため、国マクロの観点からは自殺の件数は減少しない可能性も考えられる。そこで、今回は自殺以外の接触 転落等の事故防止（年12件）のみを便益に含めて計測する。

上記の統計によれば、接触その他の場合13.9%が死亡し、55.6%が負傷する。また、今回は統計的生命価値として、死亡の場合は24,832.1万円、負傷の場合は2,654.4万円²²を用いる（付録7参照）。5.1.1.より、ホームドア設置により年間12件の接触その他事故が減少すると仮定すると、負傷者 死亡者減少による便益は1年間で5億9,130万円、2015～2064年までの現在価値合計は132億1,054万円となった。

5.3. 人件費の削減

ホームドアとATOを同時に導入することにより、電車のワンマン運転が可能となり、乗務員の半数を削減できると考えられる。JR東労組（2014年11月13日）の資料によると、今後京浜東北線には500人の乗務員が配備され²³（その半数の250人を削減可能）、年収ラボによると電車運転士の年収が611万円であることから、人件費の削減として毎年15億2,750万円、2015～2064年までの現在価値合計では341億2,660万円便益が生じると考えられる。

5.4. 残存価値

今回、評価期間は2015～2064年であるが、従来型 ロープ式の場合はその後も2074年まで、バー式の場合は2070年まで利用が可能である。そこで、ホームドアが毎年生み出す便益（時間的損失額の減少 死亡者及び負傷者の減少 人件費の削減）から毎年の維持 管理費用を引いた純便益を計算し、各ホームドアの利用期間を元に時間割引を行い、現在価値に換算することで残存価値を計算した。

結果、従来型の残存価値は39億5,253万円、ロープ式は39億1,597万円、バー式は23億5,371万円となった。（付録8）

| ドアのタイプ | 利用可能期間 | 便益 | 維持管理費 | 純便益 | 期間内の純便益 (現在価値)合計 |
|--------|----------|-----------|--------|-----------|---------------------|
| 従来型 | 2065～74年 | 353,016.3 | 2,0020 | 332,996.3 | 395,252.5 |
| ロープ式 | 2065～74年 | 353,016.3 | 2,3100 | 329,916.3 | 391,596.7 |
| バー式 | 2065～70年 | 353,016.3 | 4,6200 | 306,816.3 | 235,371.1 |

²² 「運転事故等整理票」における負傷は重症として扱った。

²³ 今後、大田運輸区には200人の人員が配備され、それが乗務員の40%であるという記述から、全体では500人と推測した。

図表 21 残存価値導出 単位：万円

5.5. 便益まとめ

以上より、便益は下記の通りとなった。また、5.1.1.で述べた通り、各ホームドアの事故防止効果は全て同じという仮定の下で試算を行った。

| 便益 | | |
|-------------------|------------------|------------------|
| ①従来型を 設置するケース | 遅延による 時間損失の減少 | 3,153,191 |
| | 負傷者 死亡者の減少 | 1,321,054 |
| | 人件費の減少 | 3,412,660 |
| | 残存価値 | 395,253 |
| | 便益合計 | 8,282,157 |
| ②ロープ式を 設置するケース | 遅延による 時間損失の減少 | 3,153,191 |
| | 負傷者 死亡者の減少 | 1,321,054 |
| | 人件費の減少 | 3,412,660 |
| | 残存価値 | 391,597 |
| | 便益合計 | 8,278,502 |
| ③バー式を 設置するケース | 遅延による 時間損失の減少 | 3,153,191 |
| | 負傷者 死亡者の減少 | 1,321,054 |
| | 人件費の減少 | 3,412,660 |
| | 残存価値 | 235,371 |
| | 便益合計 | 8,122,276 |

図表 22 便益まとめ 単位：万円

6. モンテカルロ分析

以上の分析で算出された各ホームドア設置プロジェクトの便益から費用を控除することにより、各ホームドア設置プロジェクトの純便益が算出される。結果は次の表の通りである（図表 0）。いずれのホームドアについても B/C は 1 を上回っており、京浜東北線におけるホームドア設置プロジェクトは費用便益分析の観点から正当化される。また新型

ホームドアの純便益はロープ式の場合は約 531 億円、バー式の場合は約 450 億円と、従来型ホームドアの純便益である約 235 億円を大きく上回っており、新型ホームドアの設置が強く推奨される。本節では、結果の頑健性確かめるために、感度分析手法の 1 つである「モンテカルロ分析」を実施する。

| 費用便益分析の結果 | | | | |
|---------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 単位：万円（B/C 除く） | | 従来型 | ロープ式 | バー式 |
| 費用 | 設置費用 | 1,232,000.0 | 462,000.0 | 385,000.0 |
| | 再設置費用 | 818,880.8 | 478,069.1 | 1,040,283.7 |
| | 維持 管理費用 | 447,276.0 | 860,146.7 | 1,032,176.0 |
| | ホーム改修費用 | 2,478,000.0 | 210,000.0 | 210,000.0 |
| | ATO 導入費用 | 959,669.5 | 959,669.5 | 959,669.5 |
| | 費用合計 | 5,935,826.3 | 2,969,885.2 | 3,627,129.1 |
| 便益 | 遅延による 時間損失の減少 | 3,153,191.2 | 3,153,191.2 | 3,153,191.2 |
| | 負傷者 死亡者の減少 | 1,321,053.8 | 1,321,053.8 | 1,321,053.8 |
| | 人件費の減少 | 3,412,659.8 | 3,412,659.8 | 3,412,659.8 |
| | 残存価値 | 395,252.5 | 391,596.7 | 235,371.1 |
| | 便益合計 | 8,282,157.4 | 8,278,501.6 | 8,122,276.0 |
| まとめ | 純便益 | 2,346,331.1 | 5,308,616.3 | 4,495,146.9 |
| | B/C | 1.40 | 2.79 | 2.24 |

（再掲）図表 0 費用便益分析の結果

6.1. モンテカルロ分析の概要

プロジェクトのリスクを把握するため、モンテカルロ分析による感度分析をおこなう。すなわち、プロジェクトに存在する確率的事象について確率分布を仮定し、各ホームドアにつき相当回数のコンピュータ シミュレーションをおこなう。プロジェクトのリスクはその純便益の分布により把握される。

本研究において、費用および人件費の減少による便益については確率的なリスクを想定していない。したがって、遅延による時間損失の減少による便益および負傷者 死亡者の減少による便益のみがモンテカルロ分析の対象となる。なお残存価値にも遅延による時間損失の減少による便益および負傷者 死亡者の減少による便益が含まれるが、金額面での

重要性に比較的乏しいことから、残存価値は定数として扱う。

6.2. モンテカルロ分析の具体的手法

モンテカルロ分析の対象となる遅延による時間損失の減少による便益および負傷者 死亡者の減少による便益は、次のようなコンピュータ プログラムにより求める。

まずプロジェクト実施期間の各年につき、一定の確率分布にもとづき乱数を発生させ、年間自殺発生件数および年間接触等発生件数を算出する。次に算出された各自殺 接触等につき、一定の確率分布にもとづき乱数を発生させ、遅延による時間損失の減少による便益および負傷者 死亡者の減少による便益を算出する。以上によりプロジェクト実施期間にわたる便益フローが算出される。この便益フローの割引現在価値の総和に、モンテカルロ分析の対象としなかった費用および人件費の減少による便益を加減算することにより、プロジェクトの純便益を算出する。ただし基本ケースについては、自殺防止による負傷者死亡者の減少による便益を考慮しないことに注意する。

シミュレーションにあたり必要な確率分布は以下のように特定する。

6.2.1. 年間の接触等および自殺の発生件数についての確率分布

年間の自殺の発生件数について、1.6を平均とするポアソン分布とする。平均の値は2010年から2012年の実際のデータによる。

年間の接触等の発生件数について、1.2を平均とするポアソン分布による乱数を発生させる。平均の値は2010年から2012年の実際のデータによる。

6.2.2. 個々の接触等および自殺についての確率分布

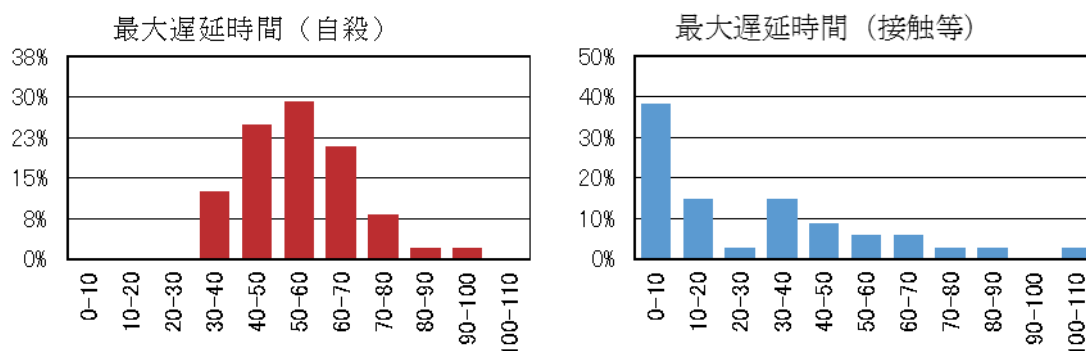
事故の発生が平日か休日かについては、1年間の日数に占める年間休日数から、自殺接触等いずれについても33.3%の確率で休日であるとするベルヌーイ分布を仮定する。

南行きか北行きかのいずれで発生したかについては、自殺 接触等いずれについても50%の確率で南行きであるとするベルヌーイ分布を仮定する。

いずれの駅で発生したかについては、2010年から2012年に発生した事故の標本の分布割合を自殺 接触等の別に用いる。いずれの時間帯で発生したかについても同様とする。

事故による平均遅延時間は最大遅延時間の2分の1として求められる。従って、平均遅延時間を決定するために、最大遅延時間が決定されなければならない。2010年から2012

年の最大遅延時間についてヒストグラムは次のように描かれる。横軸は最大遅延時間（分）である。

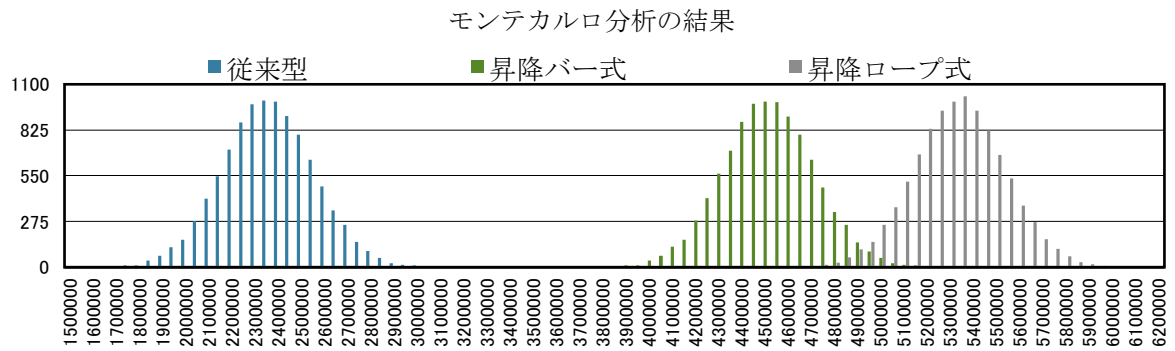


図表 23 最大遅延時間の分布

このように右に裾が長く、正の値のみをとる。従って、最大遅延時間について対数正規分布を仮定し、乱数を発生させる。なお 2010 年から 2012 年のデータより、最大遅延時間の平均および標準偏差は、自殺の場合に 54.42 および 13.87、接触等の場合に 28.00 および 26.96 である。

6.3. モンテカルロ分析の結果

各ホームドアにつき 1 万回ずつのシミュレーションをおこなったところ、純便益は以下のように分布した。縦軸は回数、横軸は純便益（万円）である。標準偏差にして 20 億円程度平均から逸脱するリスクはあるものの、純便益が 0 を下回ることはまずないといえる。したがってこの感度分析の見地からも当ホームドア設置プロジェクトの実施は正当化される。



図表 24 モンテカルロ分析の結果（ヒストグラム）

| | 従来型 | ロープ式 | バー式 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| 純便益が0を上回る試行の割合 | 100% | 100% | 100% |
| 純便益の平均（万円） | 2,340,980 | 5,303,266 | 4,489,796 |
| 標準偏差（万円） | 198,360 | 198,360 | 198,360 |

図表 25 モンテカルロ分析の結果まとめ

7. 本研究の結論と限界

7.1. 本研究の結論

本研究では高い混雑率・事故数ながらホームドアの導入が進んでいない京浜東北線全駅（横浜～大宮の35駅）において、

without ケース：ホームドアを設置しない（現状維持）

with ケース：①従来型のホームドアを導入する

②昇降ロープ式のホームドアを導入する

③昇降バー式のホームドアを導入する

以上4つの政策シナリオを費用便益分析によって評価した。結果は下記の図0にもある通り、全てのwith ケースにおいて純便益は正となった。特に、新型のロープ式ホームドアの純便益は約531億円、バー式ホームドアは約450億円にも上り、非常に大きな便益をもたらすと予測される。また、6節におけるモンテカルロ分析によって、結果の頑健性も確認された。

よって、費用便益分析の観点からは、新型のホームドアであるロープ式ホームドアを京浜東北線全駅に導入することが推奨される。

他方、次節でも述べるが、本研究においては「新型ホームドア（ロープ式 バー式）も従来型と同等の事故防止効果を持つ」という仮定を置いたため、現実に新型ホームドアを設置した場合、必ずしも本研究で試算されただけの便益をもたらさない恐れがある。よって、可能であれば新型ホームドアの事故防止効果を図るための実証実験を行い、従来型ホームドアとの比較を行った上で、最適なタイプのホームドアを設置すべきだと考えられる。

| 費用便益分析の結果 | | | | |
|---------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 単位：万円（B/C 除く） | | 従来型 | ロープ式 | バー式 |
| 費用 | 設置費用 | 1,232,000.0 | 462,000.0 | 385,000.0 |
| | 再設置費用 | 818,880.8 | 478,069.1 | 1,040,283.7 |
| | 維持 管理費用 | 447,276.0 | 860,146.7 | 1,032,176.0 |
| | ホーム改修費用 | 2,478,000.0 | 210,000.0 | 210,000.0 |
| | ATO 導入費用 | 959,669.5 | 959,669.5 | 959,669.5 |
| | 費用合計 | 5,935,826.3 | 2,969,885.2 | 3,627,129.1 |
| 便益 | 遅延による 時間損失の減少 | 3,153,191.2 | 3,153,191.2 | 3,153,191.2 |
| | 負傷者 死亡者の減少 | 1,321,053.8 | 1,321,053.8 | 1,321,053.8 |
| | 人件費の減少 | 3,412,659.8 | 3,412,659.8 | 3,412,659.8 |
| | 残存価値 | 395,252.5 | 391,596.7 | 235,371.1 |
| | 便益合計 | 8,282,157.4 | 8,278,501.6 | 8,122,276.0 |
| まとめ | 純便益 | 2,346,331.1 | 5,308,616.3 | 4,495,146.9 |
| | B/C | 1.40 | 2.79 | 2.24 |

（再掲）図表 0 費用便益分析の結果

7.2. 本研究において簡略化された仮定

本研究では以下のように簡略化された仮定を用いた。

第一に、事故の影響を受けるすべての乗客は、もし事故がなければ乗るはずだった電車を待つものとした。すなわち、振替輸送をないものとした。事故が発生した場合、他の路線や交通手段を用いる乗客もいると考えられるが、データの制約や評価の困難性からこれを無視した。また遅延が生じている場合、ダイヤの乱れから、乗客はもともと乗るはずだった電車よりも前の電車に乗ることがありうるが、この可能性も考慮していない。

第二に、乗車率は駅ごとに異なると考えられるが、データ上の制約から、すべての駅で同じ乗車率を用いた。

第三に、昇降ロープ式ホーム柵および昇降バー式ホーム柵の事故防止効果が、従来型ホームドアと同一であることを仮定した。昇降ロープ式ホーム柵および昇降バー式ホーム柵はいまだ導入が進んでおらず、現状ではその事故防止効果の程度が不明であることから、このような簡略化した仮定を用いた。

実際には、昇降ロープ式ホーム柵、昇降バー式ホーム柵の事故防止効果は、従来型ホームドアと異なる可能性がある。したがって、今回の分析結果をもとに、新型ホーム柵が従来型ホームドアより優れていると即断することや、昇降ロープ式ホーム柵と昇降バー式ホーム柵との間に優劣を結論づけることは、誤った意思決定を導くおそれがある。

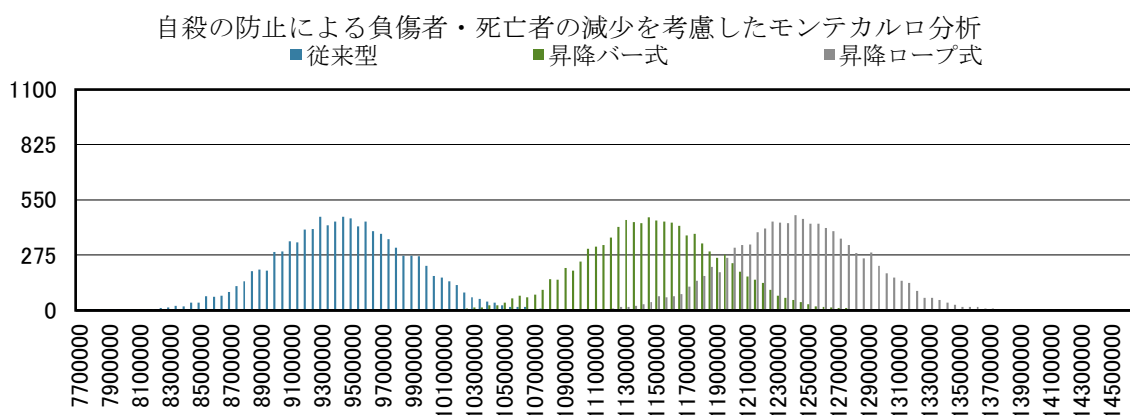
なお今回の分析によれば、従来型ホームドアの事故防止効果を100%とした場合、昇降ロープ式ホーム柵については39%以上、昇降バー式ホーム柵については54%以上の事故防止効果があれば、従来型ホームドアの便益を上回る。

7.3. 自殺の防止による負傷者 死亡者の減少の便益の扱い

本研究では、自殺の防止による負傷者 死亡者の減少の便益を無視した。これは、ホームドアの設置によりホームでの自殺ができなくなった者は、他所で自殺するという仮定による。

一方、ホームドアの設置により、自殺そのものが減る可能性もある。しかしながら、その程度を評価する手法が考えられないため、本研究では自殺そのものが減る効果は無視せざるを得なかった。

仮に減少が見込まれるすべてのホームでの自殺につき、その防止による負傷者 死亡者の減少の便益を考慮した場合、純便益の推定およびモンテカルロ分析の結果は以下のように修正される。自殺の防止による負傷者 死亡者の減少の便益を無視した基本ケースにおける純便益と、修正されたケースにおける純便益は、自殺の防止による負傷者 死亡者の減少の便益を考慮した場合に期待される純便益の下限と上限を意味する。



図表 26 費用便益分析の結果（自殺減少ケース）

| 自殺の防止による負傷者・死亡者の減少を考慮した分析 | | | |
|---------------------------|------------|------------|------------|
| 単位（万円） | 従来型 | 昇降ロープ式 | 昇降バー式 |
| 遅延による時間損失の減少 | 3,153,191 | 3,153,191 | 3,153,191 |
| 負傷者・死亡者の減少 | 8,049,209 | 8,049,209 | 8,049,209 |
| 人件費の減少 | 3,412,660 | 3,412,660 | 3,412,660 |
| 残存価値 | 395,253 | 391,597 | 235,371 |
| 便益合計 | 15,367,766 | 15,364,110 | 15,081,456 |
| 設置費用 | 1,232,000 | 462,000 | 385,000 |
| 再設置費用 | 818,881 | 478,069 | 1,040,284 |
| 維持・管理費用 | 447,276 | 860,147 | 1,032,176 |
| ホーム改修費用 | 2,478,000 | 210,000 | 210,000 |
| ATO 導入費用 | 959,669 | 959,669 | 959,669 |
| 費用合計 | 5,935,826 | 2,969,885 | 3,627,129 |
| 純便益 | 9,431,939 | 12,394,225 | 11,454,327 |
| B/C | 2.59 | 5.17 | 4.16 |

図表 27 自殺減少ケースのモンテカルロ分析の結果（ヒストグラム）

| | 従来型 | ロープ式 | パー式 |
|----------------|-----------|------------|------------|
| 純便益が0を上回る試行の割合 | 100% | 100% | 100% |
| 純便益の平均（万円） | 9,432,243 | 12,394,529 | 11,454,630 |
| 標準偏差（万円） | 442,594 | 442,594 | 442,594 |

図表 28 自殺減少ケースのモンテカルロ分析の結果まとめ

謝辞

本研究を進める上で、学内外の様々な方々からご指導 ご協力を頂いた。この場を借りて厚く御礼申し上げたい。特に、岩本康志先生、北野泰樹先生からは座学や中間報告を通じて様々なご助言を頂いた。また、日本信号（株）と（株）高見沢サイバネティックスの社員の方々からは、ご多忙の中非常に貴重な情報を頂いた。

なお、本研究における見解は全て筆者ら個人の見解であり、所属する機関の見解を示すものではない。また、本研究における誤りや責任は全て筆者らに帰する。

参考文献

- Boardman, Anthony. David Greenberg, Aiden Vining, and David Weimer.(2010)“Cost-benefit Analysis” 4th ed., PrenticeHall
- 大滝祥生、背戸拓也、横山智志（2005）
「首都圏の地下鉄駅にホーム柵を設置することの費用便益分析」
<http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/courses/2005/13100/documents/PlatformFence.pdf>
最新アクセス：2015年3月2日
- 週刊東洋経済臨時増刊「[鉄道]完全解明2014年」(2月14日発売)
株式会社高見沢サイバネティックスホームページ
http://www.tacy.co.jp/products/example/bar_gate.html 最新アクセス：2015年3月2日
株式会社高見沢サイバネティックスホームページ
http://www.tacy.co.jp/products/kotsu/door/door_a.html 最新アクセス：2015年3月2日
- 国土交通省（2012）「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル（2012年改訂版）」
<http://www.mlit.go.jp/common/000224631.pdf> 最新アクセス：2015年2月1日
- 国土交通省「鉄道駅におけるホームドアの整備促進」
<http://www.mlit.go.jp/common/000989922.pdf> 最新アクセス：2015年2月1日
- 国土交通省（2011）「23年度混雑率」
<http://www.mlit.go.jp/common/000225773.pdf> 最新アクセス：2015年2月1日
- 国土交通省（2008）「交通事故減少便益の原単位の算出方法」
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hyouka-syuhou/4pdf/s2.pdf>
最新アクセス：2015年2月2日
- 国土交通省（2014）「ホームドアの設置状況（平成26年9月末現在）」
http://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk6_000022.html 最新アクセス：2015年2月1日
- 国土交通省（2008）「都市鉄道サービスの現状と課題」
<http://www.mlit.go.jp/common/000024832.pdf> 最新アクセス：2015年2月1日
- 「運転事故等整理票」（下記「回答する記者団HPよりダウンロード」
回答する記者団
<http://kishadan.com/> 最新アクセス：2015年2月1日
- 内閣府（2011）「平成23年度交通事故の被害 損失の経済的分析に関する調査報告書」
<http://www8.cao.go.jp/koutu/chou-ken/h23/houkoku.html> 最新アクセス：2015年2月1日
- 「横浜市説明資料①鉄道事業の職種別生産性比較」
<http://www.city.yokohama.lg.jp/seisaku/seisaku/koutsu-arikata/siryou/dai3/3shiryou1.pdf>
最新アクセス：2015年2月1日
- 「横浜市説明資料②コスト削減と増収の取り組み」
<http://www.city.yokohama.lg.jp/seisaku/seisaku/koutsu-arikata/siryou/dai3/3shiryou2.pdf>

最新アクセス：2015年2月1日

「横浜市説明資料③長期収支算定にあたってのその他の前提条件」

<http://www.city.yokohama.lg.jp/seisaku/seisaku/koutsu-arikata/siryou/dai3/3shiryou3.pdf>

最新アクセス：2015年2月1日

立花信雄、渡辺拓（2010）

「可動式ホーム柵新設のための盛り土式ホーム部改良方法の検討について」

<http://library.isce.or.jp/jsce/open/00061/2010/37-06-0023.pdf> 最新アクセス：2015年2月1日

東日本旅客鉄道株式会社（2008）「山手線への可動式ホーム柵導入について」

<https://www.jreast.co.jp/press/2008/20080603.pdf> 最新アクセス：2015年2月1日

JR 東労組号外（2014年11月13日）

http://jreu-t.jp/publics/download/?file=/files/content_type/type019/981/201411131202204322.pdf 最新アクセス：2015年2月2日

須田義大、古賀誉章（2013）「駅ホームでの事故防止とホームドア等の整備」

http://www.sonpo.or.jp/archive/publish/bousai/jiho/pdf/no_254/vj25418.pdf

最新アクセス：2015年2月1日

関東交通広告協議会

<http://www.train-media.net/> 最新アクセス：2015年2月1日

E233系浦和電車区編成表（最新版）

<http://tx-style.net/jr/4103.php> 最新アクセス：2015年2月1日

えきから時刻表

<http://www.ekikara.jp/top.htm> 最新アクセス：2015年2月1日

付録

付録1 再設置費用

従来型 ロープ式ホームドアの耐用年数は20年間、バー式ホームドアの耐用年数は7年間である。耐用年数を迎えた際に、従来型、ロープ式、バー式のホームドアはそれぞれの初年度と同額の設置費用が必要になると仮定し、それらに時間割引率を用い、現在価値に直して合算した。具体的な計算過程は下記のようなになる。

| 従来型 | | |
|------|-------|-----------|
| 再設置年 | 時間割引率 | 現在価値（万円） |
| 2035 | 2.19 | 562,268.7 |
| 2055 | 4.80 | 256,612.1 |
| 合計 | | 818,880.8 |

付録図表1 従来型再設置費用

| ロープ式 | | |
|------|-------|-----------|
| 再設置年 | 時間割引率 | 現在価値(万円) |
| 2030 | 1.80 | 256,532.2 |
| 2045 | 3.24 | 142,443.2 |
| 2060 | 5.84 | 79,093.7 |
| 合計 | | 478,069.1 |

付録図表2 ロープ式再設置費用

| バー式 | | |
|------|-------|-------------|
| 再設置年 | 時間割引率 | 現在価値(万円) |
| 2022 | 1.32 | 292,568.4 |
| 2029 | 1.73 | 222,327.9 |
| 2036 | 2.28 | 168,950.9 |
| 2043 | 3.00 | 128,388.8 |
| 2050 | 3.95 | 97,565.0 |
| 2057 | 5.19 | 74,141.3 |
| 2064 | 6.83 | 56,341.3 |
| 合計 | | 1,040,283.7 |

付録図表3 バー式再設置費用

付録2 盛土式ホームの判定について

ホームドア設置の費用を推定するため、プラットホームが盛土式であるか否かを判別する必要がある。これについて公式の情報を得ることができなかつたため、京浜東北線35駅について実地調査を行なった。判別基準は次の通りである。以下の3条件のいずれにも該当しないものは盛土式ホームであると推定する。

ホーム下が明らかに空洞である（明らかに桁式）

ホーム内に地下に下りる階段が存在する（ホーム下に建築構造が存在する）

地下駅である（これについて該当はなかつた）

なお、ホームの両端が桁式であるがホーム中央部が盛土であると考えられるようなホームもあった。このようなホームは補修が必要であると考えられることから盛土式に分類した。

結果、大宮 与野 北浦和 蕨 東十条 上中里 田端 日暮里 鶯谷 浜松町 田町 品川 大井町 大森 浦田 川崎 鶴見 東神奈川の18駅（合計21プラットホ

ーム)を盛土式と推定する。

付録3 ホームドア設置による遅延事故の減少数

国土交通省の「運転事故等整理票」と「ホームドアの設置状況」を元に、下記路線のホームドア設置前後の事故数推移をグラフ化した。

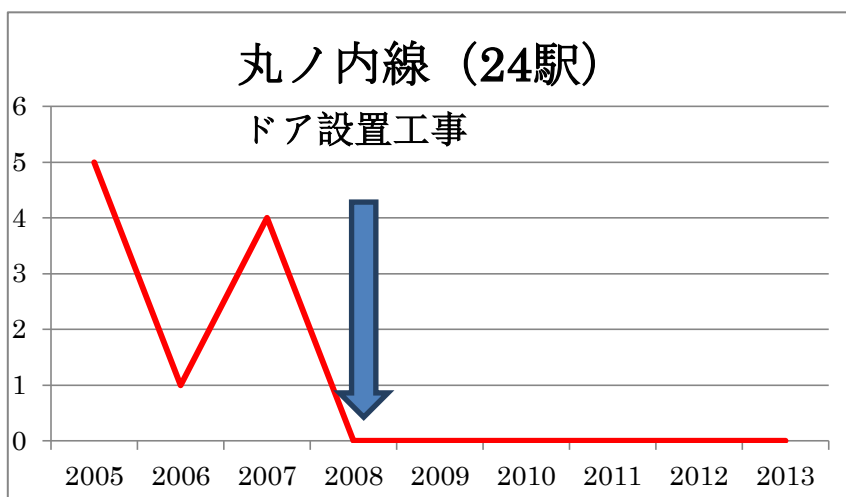
(なお、「運転事故等整理票」は2013年の上半期までしかないので、2013年は上半期の事故数を2倍にして求めた。)

丸ノ内線：2008年にホームドアを設置した24駅

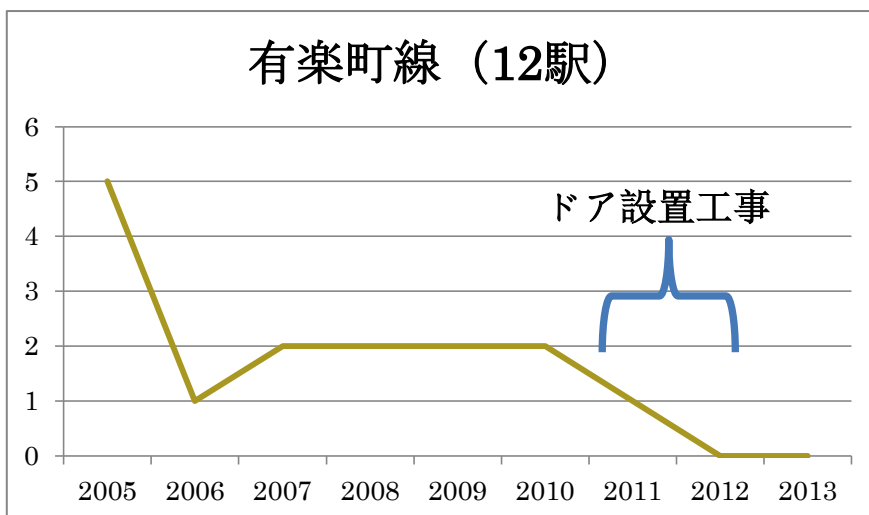
有楽町線：2011～2012年にホームドアを設置した12駅

都営大江戸線：2011～2012年にホームドアを設置した30駅

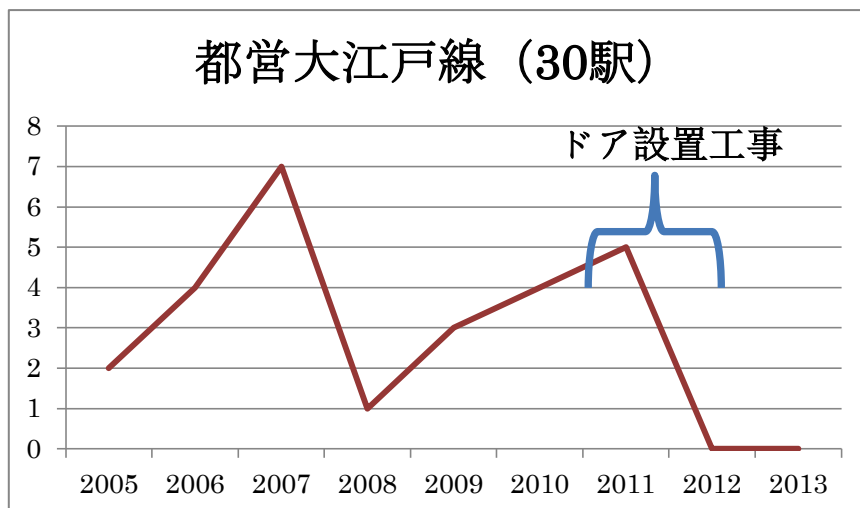
副都心線：2008年からホームドアを導入した8駅



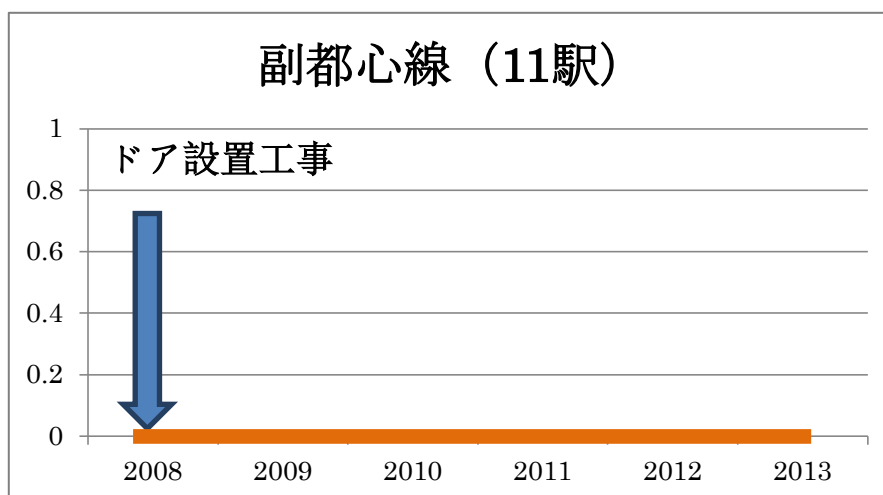
付録図表4 丸ノ内線事故数推移



付録図表5 有楽町線事故数推移



付録図表 6 都営大江戸線事故数推移



付録図表 7 副都心線事故数推移

以上より、ホームドアの設置が完了した駅においては基本的に自殺を含めた人身事故が発生していないことが伺える。

よって、本論文では京浜東北線全駅においてホームドアを設置した場合、人身事故の年間発生件数は 0 件になると仮定して分析を進める。

付録 4 各駅毎の事故集中割合

国土交通省「運転事故等整理票」を元に、2010～2012 年における京浜東北線の駅別事故集中度を計測した所、下記の結果を得られた。（単位：％）

| 駅名 | 自殺 | 接触その他 |
|---------|-----|-------|
| 大宮 | 0.0 | 0.0 |
| さいたま新都心 | 0.0 | 0.0 |
| 与野 | 8.3 | 2.8 |
| 北浦和 | 4.2 | 5.6 |
| 浦和 | 0.0 | 0.0 |
| 南浦和 | 2.1 | 2.8 |
| 蕨 | 4.2 | 0.0 |
| 西川口 | 2.1 | 0.0 |
| 川口 | 2.1 | 0.0 |
| 赤羽 | 0.0 | 0.0 |
| 東十条 | 0.0 | 2.8 |
| 王子 | 2.1 | 2.8 |
| 上中里 | 8.3 | 8.3 |
| 田端 | 6.3 | 2.8 |
| 西日暮里 | 4.2 | 2.8 |
| 日暮里 | 2.1 | 0.0 |
| 鶯谷 | 8.3 | 0.0 |
| 上野 | 4.2 | 8.3 |
| 御徒町 | 4.2 | 5.6 |
| 秋葉原 | 2.1 | 2.8 |
| 神田 | 2.1 | 0.0 |
| 東京 | 4.2 | 11.1 |
| 有楽町 | 2.1 | 5.6 |
| 新橋 | 0.0 | 8.3 |
| 浜松町 | 2.1 | 0.0 |
| 田町 | 0.0 | 2.8 |
| 品川 | 2.1 | 2.8 |
| 大井町 | 6.3 | 2.8 |
| 大森 | 2.1 | 8.3 |
| 蒲田 | 4.2 | 2.8 |
| 川崎 | 2.1 | 2.8 |
| 鶴見 | 6.3 | 0.0 |
| 新小安 | 0.0 | 2.8 |

| | | |
|------|-----|-----|
| 東神奈川 | 2.1 | 2.8 |
| 横浜 | 0.0 | 0.0 |

付録図表 8 各駅毎の事故集中割合

付録 5 各パターンの影響人数

| 駅名 | 自殺の期待影響人数（単位：人） | | | |
|---------|-----------------|--------|--------|--------|
| | 平日 南 | 平日 北 | 休日 南 | 休日 北 |
| 大宮 | 56,707 | NA | 27,103 | NA |
| さいたま新都心 | 56,795 | 47,944 | 26,802 | 25,884 |
| 与野 | 55,733 | 47,920 | 27,103 | 25,998 |
| 北浦和 | 67,854 | 48,969 | 37,319 | 35,878 |
| 浦和 | 79,975 | 50,003 | 46,234 | 45,324 |
| 南浦和 | 79,861 | 50,019 | 47,535 | 45,758 |
| 蕨 | 79,861 | 50,019 | 47,535 | 45,758 |
| 西川口 | 79,978 | 67,120 | 47,180 | 45,418 |
| 川口 | 80,108 | 67,120 | 46,825 | 45,078 |
| 赤羽 | 81,388 | 66,333 | 46,535 | 45,078 |
| 東十条 | 82,669 | 69,322 | 46,825 | 45,056 |
| 王子 | 82,879 | 69,420 | 47,836 | 46,009 |
| 上中里 | 82,877 | 71,056 | 48,848 | 46,939 |
| 田端 | 82,993 | 71,286 | 48,848 | 46,939 |
| 西日暮里 | 82,634 | 71,048 | 48,848 | 46,939 |
| 日暮里 | 82,802 | 71,384 | 48,726 | 46,729 |
| 鶯谷 | 82,970 | 71,721 | 48,605 | 46,519 |
| 上野 | 82,611 | 71,721 | 48,605 | 46,519 |
| 御徒町 | 82,009 | 71,750 | 48,605 | 46,519 |
| 秋葉原 | 81,407 | 71,778 | 48,635 | 46,569 |
| 神田 | 82,252 | 72,019 | 48,664 | 46,618 |
| 東京 | 83,097 | 72,260 | 48,664 | 46,618 |
| 有楽町 | 82,330 | 71,617 | 48,664 | 46,618 |
| 新橋 | 81,451 | 71,330 | 48,652 | 46,549 |
| 浜松町 | 80,571 | 71,044 | 48,639 | 46,480 |
| 田町 | 79,918 | 70,007 | 48,693 | 46,322 |
| 品川 | 79,916 | 69,998 | 48,639 | 46,480 |
| 大井町 | 75,073 | 70,993 | 44,399 | 42,431 |

| | | | | |
|------|---------|--------|--------|--------|
| 大森 | 70,229 | 71,988 | 40,159 | 38,382 |
| 蒲田 | 70,231 | 71,997 | 40,159 | 38,382 |
| 川崎 | 70,101 | 71,767 | 40,159 | 38,382 |
| 鶴見 | 68,750 | 64,215 | 39,333 | 37,465 |
| 新小安 | 67,399 | 56,663 | 39,346 | 37,482 |
| 東神奈川 | 106,151 | 56,830 | 57,575 | 56,102 |
| 横浜 | NA | 72,578 | NA | 56,102 |

付録図表 9 駅別自殺の期待影響人数²⁴

²⁴ 全て事故は X 時 30 分に起きたと仮定。また、快速が止まらない駅の場合、快速運転時間帯の影響人数は快速が止まる駅（前後）の値の平均値を利用。25 時以降の事故は、24 時 30 に起きたものとして処理。

| 駅名 | 接触その他の影響人数（単位：人） | | | |
|---------|------------------|--------|-------|-------|
| | 平日 南 | 平日 北 | 休日 南 | 休日 北 |
| 大宮 | 8,652 | NA | 4,896 | NA |
| さいたま新都心 | 8,644 | 10,932 | 5,023 | 4,329 |
| 与野 | 8,652 | 10,826 | 4,999 | 4,219 |
| 北浦和 | 9,911 | 11,391 | 6,180 | 5,274 |
| 浦和 | 11,163 | 11,968 | 7,332 | 6,359 |
| 南浦和 | 11,170 | 11,956 | 7,360 | 6,330 |
| 蕨 | 11,168 | 12,079 | 7,331 | 6,429 |
| 西川口 | 11,151 | 13,730 | 7,063 | 6,093 |
| 川口 | 11,146 | 15,532 | 6,773 | 5,894 |
| 赤羽 | 11,129 | 15,552 | 6,799 | 5,844 |
| 東十条 | 11,132 | 15,504 | 6,767 | 5,857 |
| 王子 | 11,654 | 15,312 | 6,909 | 5,931 |
| 上中里 | 12,177 | 15,119 | 7,051 | 6,006 |
| 田端 | 12,177 | 15,119 | 7,051 | 6,006 |
| 西日暮里 | 12,190 | 15,077 | 7,051 | 6,006 |
| 日暮里 | 12,373 | 15,173 | 7,281 | 6,178 |
| 鶯谷 | 12,452 | 15,268 | 7,524 | 6,342 |
| 上野 | 12,569 | 15,227 | 7,512 | 6,350 |
| 御徒町 | 12,569 | 15,227 | 7,512 | 6,350 |
| 秋葉原 | 12,311 | 15,361 | 7,412 | 6,258 |
| 神田 | 12,034 | 15,487 | 7,330 | 6,188 |
| 東京 | 12,052 | 15,495 | 7,313 | 6,166 |
| 有楽町 | 12,052 | 15,495 | 7,313 | 6,166 |
| 新橋 | 12,417 | 15,456 | 7,493 | 6,313 |
| 浜松町 | 12,793 | 15,433 | 7,689 | 6,463 |
| 田町 | 12,781 | 15,418 | 7,674 | 6,459 |
| 品川 | 12,781 | 15,418 | 7,674 | 6,459 |
| 大井町 | 12,136 | 15,193 | 7,083 | 5,919 |
| 大森 | 11,490 | 14,968 | 6,491 | 5,379 |
| 蒲田 | 11,490 | 14,968 | 6,491 | 5,379 |
| 川崎 | 11,737 | 13,091 | 6,491 | 5,379 |
| 鶴見 | 11,922 | 11,238 | 6,502 | 5,232 |

| | | | | |
|------|--------|--------|-------|-------|
| 新小安 | 11,983 | 11,213 | 6,508 | 5,245 |
| 東神奈川 | 14,823 | 11,238 | 8,545 | 7,350 |
| 横浜 | NA | 11,248 | NA | 7,342 |

付録図表 10 駅別接触その他の期待影響人数²⁵

| | | |
|------|----------|----------|
| 自殺 | 平日 | 休日 |
| 北行き | 66,247.9 | 43,045.3 |
| 南行き | 77,540.5 | 44,889.9 |
| 南北平均 | 71,894.2 | 43,967.6 |

付録図表 11 自殺の影響人数（パターン別）

| | | |
|-------|----------|----------|
| 接触その他 | 平日 | 休日 |
| 北行き | 14,561.6 | 5,977.2 |
| 南行き | 11,951.4 | 7,080.9 |
| 南北平均 | 13,256.5 | 6,529.05 |

付録図表 12 接触その他の影響人数（パターン別）

付録 6 平日 休日への集中度

| | | | |
|------|----|----|----|
| | 平日 | 休日 | 合計 |
| 自殺 | 32 | 16 | 48 |
| 接触など | 24 | 12 | 36 |
| 合計 | 56 | 28 | 84 |

付録図表 13 2010～2012 の事故発生件数（件）

²⁵全て事故は X 時 30 分に起きたと仮定。また、快速が止まらない駅の場合、快速運転時間帯の影響人数は快速が止まる駅（前後）の値の平均値を利用。25 時以降の事故は、24 時 30 に起きたものとして処理。

| | 平日 | 休日 |
|----|------|------|
| 自殺 | 66.7 | 33.3 |
| 事故 | 66.7 | 33.3 |

付録図表 14 平日 休日別の集中度 (%)

付録 7 統計的生命価値

国土交通省「交通事故減少便益の原単位の算出方法」(平成 20 年)における死傷者 1 人あたり損失額に、内閣府「平成 23 年度交通事故の被害 損失の経済的分析に関する調査報告書」の非金銭的損失額を足し合わせた値を使用した(既に加算されている死亡者の場合は除く)。

また、直近(2014 年 11 月)の CPI(2010 年基準 103.2)への現在換算も行った。

| 死亡 | 損失額 | CPI | 現在換算 |
|----|----------|-------|-----------------|
| | 24,567.4 | 102.1 | 24,832.1 |

付録図表 15 死亡の統計的生命価値 単位: 万円

| 重症 | 損失額 | CPI | 現在換算合計 |
|---------|--------|-------|----------------|
| 非金銭的損失額 | 1676.9 | 100.7 | 2,654.4 |
| その他 | 925.9 | 102.1 | |

付録図表 16 重症の統計的生命価値

付録8 各ホームドアの残存価値

| 従来型 | 割引率 | 純便益の現在価値（万円） |
|------|------|--------------|
| 2065 | 7.1 | 46,856.8 |
| 2066 | 7.4 | 45,054.6 |
| 2067 | 7.7 | 43,321.7 |
| 2068 | 8.0 | 41,655.5 |
| 2069 | 8.3 | 40,053.4 |
| 2070 | 8.6 | 38,512.9 |
| 2071 | 9.0 | 37,031.6 |
| 2072 | 9.4 | 35,607.3 |
| 2073 | 9.7 | 34,237.8 |
| 2074 | 10.1 | 32,921.0 |
| 合計 | | 395,252.5 |

付録図表 17 従来型ホームドアの残存価値

| ロープ式 | 割引率 | 純便益の現在価値（万円） |
|------|------|--------------|
| 2065 | 7.1 | 46,423.4 |
| 2066 | 7.4 | 44,637.9 |
| 2067 | 7.7 | 42,921.0 |
| 2068 | 8.0 | 41,270.2 |
| 2069 | 8.3 | 39,682.9 |
| 2070 | 8.6 | 38,156.6 |
| 2071 | 9.0 | 36,689.1 |
| 2072 | 9.4 | 35,278.0 |
| 2073 | 9.7 | 33,921.1 |
| 2074 | 10.1 | 32,616.5 |
| 合計 | | 391,596.7 |

付録図表 18 ロープ式ホームドアの残存価値

| バー式 | 割引率 | 純便益の現在価値（万円） |
|------|-----|--------------|
| 2065 | 7.1 | 43,172.9 |
| 2066 | 7.4 | 41,512.4 |
| 2067 | 7.7 | 39,915.8 |
| 2068 | 8.0 | 38,380.6 |
| 2069 | 8.3 | 36,904.4 |
| 2070 | 8.6 | 35,485.0 |
| 合計 | | 235,371.1 |

付録図表 19 バー式ホームドアの残存価値