

平成25年3月

東京大学公共政策大学院
「公共政策の経済評価」2012年度
研究報告書

「エレベーターの戸開走行保護装置設置
義務化に関する費用便益分析」

経済政策コース 江頭勇太
(51-128059)

経済政策コース 仲川祐司
(51-128070)

経済政策コース 盛田太郎
(51-128078)

公共管理コース 米原 泰裕
(51-118037)

目次

要約	1
1. 序	1
1. 1. 背景と問題意識	1
1. 2. 政府における検討の状況	2
1. 3. 戸開走行保護装置の概要	3
2. 分析の方針	4
3. 新規エレベーターに関する分析	6
3. 1. 新規エレベーターに対する UCMP 設置費用の測定	6
3. 2. 新規エレベーターに対する UCMP 設置義務化の CBA	9
4. 既存エレベーターに関する分析	13
4. 1. 既存エレベーターに対する UCMP 設置義務化の CBA	13
4. 2. 既存エレベーターの総台数の推計	17
4. 3. 予測値による社会全体の純便益の推計	19
5. (補論) すべての事故を防ぐことができる装置に関する分析	21
5. 1. 費用便益分析の限界と費用水準の援用可能性について	21
5. 2. 全ての事故を防止する政策に関する費用便益分析	21
6. 結論と今後の課題	23
謝辞	25
参考文献等	26
付録	27

要約

平成 18 年に、東京都において高校生が、扉が開いたまま動いたエレベーターと天井とに挟まれて死亡するという事件が発生した。これを受けて、平成 21 年 9 月に建築基準法施行令が改正され、新設のエレベーターの設置にあたっては、扉が開いたままの走行（戸開走行）を防止するための二重ブレーキと、特定距離感知装置、通常の運転制御回路とは独立した回路からなる戸開走行保護装置（以下「UCMP」という。）の導入が義務づけられた。しかし、既設のエレベーターについては、設置が義務づけられず、UCMP の普及を図ることのみが指摘された。

このような背景を踏まえ、本研究では、新設のエレベーター、および既存エレベーターに UCMP の設置を義務付けることが妥当であるかについて、費用便益分析を用いて分析を行った。その結果、新設エレベーターへの UCMP 設置義務化が費用・便益の観点から是認されるためには、UCMP 設置による費用増加が約 9,300 円以下に収まる必要があるとの結論を得た。一方、既存エレベーターへの UCMP 設置義務化については、UCMP の設置費用が約 8,770 円以下であれば便益が費用を上回るとの結果を得た。

1. 序

1. 1. 背景と問題意識

平成 18 年に、東京都港区において 18 才の高校生が、扉が開いたまま動いたエレベーターと天井とに挟まれて死亡するという痛ましい事件が発生した。

こうした事故を防ぐため、国土交通省では、エレベーターの安全基準の見直しが行われ、平成 21 年 9 月 28 日に建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）が改正され、新規にエレベーターを設置する際には、扉が開いたままの走行を防止するための二重ブレーキと、特定距離感知装置、通常の運転制御回路とは独立した回路からなる戸開走行保護装置（以下「UCMP」という。）の導入が義務づけられた。しかし、既設のエレベーターについては、建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）第 3 条第 2 項に規定する既存不適格不遡及の原則¹に基づき、設置が義務づけられず、UCMP の普及を図ることのみが指摘された。

この結果、導入の費用、工期等の理由により既設エレベーターへの UCMP の設置が進んでおらず（平成 23 年 1 月段階で、既設エレベーターへの UCMP だけ設置の部分改修はほとんど無いとのこと。）、その間にも戸開走行の事案が発生²した。また、被害者の

¹ 建築基準法の新たな規定を既存建築物についても適用すると、それまで適法だった建築物が違反建築物となるという不合理な場合が生じるため、建築基準法第 3 条第 2 項において、既存建築物に対しては当該新たな規定を適用しないこととされている。

² 平成 20 年 12 月には、京都市左京区の共同住宅のエレベーターで、扉が開いたままエレベーターが急に下降し、ゆかとカゴに腰部を挟まれて重傷を負う事案が発生し、また、平成 22 年 11 月には、東京大学柏キャンパスにおいて、19 人乗りエレベーターに 18 人が乗り込んだところ、戸開の状態エレベーターが降下し軽傷者がでた事案が発生していた。

遺族等からの要請もあったこともあり、既設エレベーターについても戸開走行保護装置の導入について検討するため、国土交通省に既設エレベーター安全性向上ワーキンググループが設置され（平成 23 年 1 月）、平成 23 年 8 月に「既設エレベーターの安全性確保に向けて」報告書（以下「既設エレベーター報告書」という。）がとりまとめられた。既設エレベーター報告書では、既設エレベーターへの UCMP の設置を促進するために、①新設・既設にかかわらず、UCMP が設置されているエレベーターにマークを表示することにより、UCMP が設置されているエレベーターとそうでないエレベーターの差別化を図ること、②戸開走行保護装置の設置に対する支援策（補助金等を念頭）を創設すること、などが指摘された。

これを受けて、UCMP が設置されたエレベーターへのマーク（「エレベーター安全装置設置済みマーク」）が導入されるとともに、既設エレベーターの改修コスト・工期の縮減や工事の効率化などモデル性を有する既設エレベーターの防災対策改修（戸開走行保護装置の設置、P 波感知型地震時管制運転装置の設置、主要機器の耐震補強措置）に対して支援を行うことにより、緊急的に既設エレベーターの安全確保の促進を図ることを目的とした「既設昇降機安全確保緊急促進事業」が平成 24 年度より創設された。

その一方で、既設のエレベーターに対する UCMP の義務づけは引き続き見送られたが、平成 24 年 10 月には石川県で、12 月には兵庫県で戸開走行が原因とみられる死亡事故が再び発生している。

本研究では、こうした状況を踏まえて、①平成 21 年 9 月以降の新設エレベーターに対する UCMP 義務づけについて費用便益分析を行い、当該施策の効果について確認を行うとともに、②現在義務づけがない既設エレベーターに義務づけした際の費用便益分析を行い、義務づけ施策の可否及び義務づけ以外の補助金等の支援策の可否についてもあわせて提言を行いたい。

1. 2. 政府における検討の概要

新規エレベーターへの戸開走行保護装置の義務化については、前述の平成 18 年 6 月 3 日に発生した死亡事故を受けて、エレベーターの安全確保の観点から、製造、設置、保守管理等に関する諸課題を整理するとともに、対応方針案について検討を行うため、国土交通省の社会資本整備審議会建築分科会建築物等事故・災害対策部会にエレベーターワーキングチーム（平成 18 年 6 月 27 日設置）が設置された。その検討を踏まえて、同年 9 月に「エレベーターの安全確保について 中間報告」（平成 18 年 9 月社会資本整備審議会建築分科会建築物等事故・災害対策部会）がまとめられ、その中でエレベーターを設置する際には戸開走行保護装置の設置を義務化することが指摘された。これを踏まえて、新規設定されるエレベーターには戸開走行保護装置の設置を義務づける建築基準法施行令の一部を改正する政令（平成 20 年政令第 290 号）が制定され、平成 21 年 9 月 28 日施行された。

一方で、既存エレベーターについては、前述の報告書では、「⑤ 既設エレベーターの安全確保の推進」として、「以上の現行基準の見直し等に対応し、既設エレベーターについて、定期検査の機会を捉え、新たな基準等の周知・改善指導を行うとともに、法に基づく勧告・命令制度の活用等を図ることにより、これらの安全装置の設置・改修を推進する。また、既設エレベーターの改修等を促進するため、改修技術等の開発を推

進する。」とされ、特段の義務づけは行われなかった。その後、平成18年の事故について調査を行い、原因等についてまとめられた「シティハイツ竹芝エレベーター事故調査報告書」（平成21年9月8日）において既設のエレベーターへの戸開走行保護装置の設置の促進に関する意見が付されたところであり、これについてはエレベーター事故被害者遺族からも要望がなされた。被害者遺族は、平成18年の事故以降は死亡事故が発生していないものの、戸開走行の事案が数件発生しており、既設のエレベーターについても義務づけを講じるべきであると主張していた³。これらを受けて、費用、工期等の観点から既設エレベーターへの戸開走行保護装置の設置が進んでいないことに鑑み、設置が容易で確実な安全装置の機能及び設置促進策について検討するため、平成23年1月に社会資本整備審議会 建築分科会建築物等事故・災害対策部会に「既設エレベーター安全性向上ワーキンググループ」が設置された。同ワーキンググループは、平成23年8月に「既設エレベーターの安全性確保に向けて報告書」をとりまとめたが、既設機器を活用した戸開走行保護装置の後付けの円滑化や戸開走行保護装置の設置に対する支援策の創設など、設置を促進する施策の提言にとどまり、設置の義務化という結論は提示せず、現在に至るまで義務づけはなされていない。

1. 3. 戸開走行保護装置の概要

戸開走行保護装置とは、駆動装置及び制御器に故障が生じ、かごの停止位置が著しく移動した場合、又はかご及び昇降路のすべての出入口の戸が閉じる前に、かごが昇降した場合に、自動的にかごを制止する装置をいう。

具体的には、

- ① 2個の独立したブレーキにより片方のブレーキが故障しても、もう片方のブレーキで安全にかごを制止・保持できる。
- ② かごの移動を感知する装置（特定距離感知装置等）によりドアの開閉状態を検出するかご戸・乗場戸スイッチに加え、かごが乗場から一定距離以上移動した場合に通知する特定距離感知装置を設けることにより、戸開走行を検出する。
- ③ 通常の制御回路とは独立した制御回路により通常制御プログラムが故障しても、安全にエレベーターを制御して停止させることができる。

という3要件をすべて満たした装置をいう（建築基準法施行令第129条の10第3項第1号に適合）⁴。この3要件がそろったものを戸開走行保護装置として国土交通大臣が認可しており、前述のとおり平成21年9月28日以降に設置されたエレベーターには戸開走行保護装置の導入が義務づけられている。

³ 第1回既設エレベーター安全性向上ワーキンググループ（平成23年1月27日開催）参考資料2。

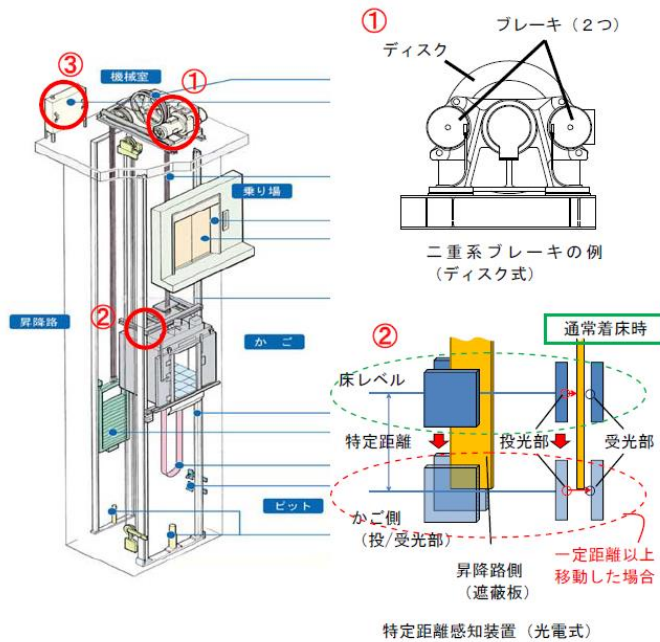
⁴ 第4回既設エレベーター安全性向上ワーキンググループ（平成23年4月25日開催）参考資料2

① 2個の独立したブレーキ
片方のブレーキが故障しても、もう片方のブレーキで安全にかごを制止・保持できる。

② かごの移動を検知する装置（特定距離感知装置等）
ドアの開閉状態を検出するかご戸・乗場戸スイッチに加え、かごが乗場から一定距離以上移動した場合に感知する特定距離感知装置を設けることにより、戸開走行を検出する。

③ 通常の制御回路とは独立した制御回路
通常制御プログラムが故障しても、安全にエレベーターを制御して停止させることができる。

①・②・③がそろったものを戸開走行保護装置として大臣認定している。



第4回既設エレベーター安全性向上ワーキンググループ
(平成23年4月25日開催) 参考資料2より抜粋。

2. 分析の方針

本研究では、特に断りがない限り、UCMP 導入義務化による便益と費用をそれぞれエレベーター1台あたりに換算して費用便益分析を行う。

便益および費用の計算の概略は次のとおりである。

- ・ UCMP 導入義務化の便益 … 事故率 × VSL (統計的生命価値)
- ・ 新規 EV への UCMP 装備費用 … EV 価格 × EV 価格に占める UCMP 費用の割合
- ・ 既存 EV への UCMP 設置費用 … ヒアリング、国交省資料を参考に仮定

なお、既存 EV への UCMP 設置費用は EV の種類によって異なるため、相対的に UCMP 設置費用の高い「機械室あり」および「油圧式」の EV をタイプ H、設置費用の安い「機械室レス」および「小型エレベーター」⁵をタイプ L とし、各タイプ別に費用便益分析を行う。

次に、本研究における費用便益分析で用いる定数およびそれらの設定方法をそれぞれ表 2.1、表 2.2 に示す。

⁵ 定員が5名以下で、かつホームエレベーターを除いたもの ((社) 日本エレベーター協会「昇降台数調査報告」『エレベーター界』より。)

【表 2.1 費用便益分析で用いる定数】

EV 設置総台数 (2011 年)	年間事故数	事故率	VSL (2011 年物価)	社会的割引率
602,981[台]	1[件]	1.66×10^{-4} [%]	22,454[万円]	4[%]

【表 2.2 設定した定数の値の説明】

定数	設定方法
EV 設置総台数	日本エレベーター協会『エレベーター界』中の「エレベーター」のうち「保守」の数値を使用
年間事故数	国土交通省「昇降機事故の概要」に報告されている事故のうち、UCMP で防げた可能性が高い事故の件数
事故率	年間死亡事故数 ÷ EV 設置総台数 (詳しくは後述)
VSL (統計的生命価値)	内閣府 (2007) の数値を 2011 年物価基準に調整 (詳しくは後述)
社会的割引率	国土交通省『費用便益分析マニュアル』 (http://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/bin-ekiH20_11.pdf) を基に設定

また、費用便益分析で用いる変数について、ベンチマークとなる値を次の表 2.3 のとおり設定した。ここで、耐用年数については、建築基準法において定められている建物の耐用年数が 50 年程度であることから、建物に付随するエレベーターも同程度の年数と仮定するのが妥当であると判断し、ここでは 50 年と設定した。また、UCMP 装備費用の対価格比については、直接的なデータが入手できなかったため⁶、回帰分析を用いて推定した (詳しくは後述)。新規 EV の価格についても詳しくは後述するが、公共工事における EV 新設工事の費用から 1 台あたりの費用を推定した。さらに、既存 EV への UCMP 設置費用については、エレベーターメーカーに当該費用についてヒアリングした際の回答の下限値であった 20 万円をベンチマークケースとして用いた。なお、これらの変数はいずれも仮定によるものであることから、表 2.3 の数値をもとにベンチマークとなる費用便益分析を行った後、必要に応じて感度分析を行う。

【表 2.3 費用便益分析で用いる変数 (ベンチマークケース)】

EV 耐用年数	UCMP 装備費用の 対価格比	新規 EV の価格	既存 EV への UCMP 設置費用	移行期間
50[年]	6.74[%]	1,689.48[万円]	20[万円]	10[年]

⁶ エレベーター会社等は、エレベーターの設置費用について公開をしていない。また、各工事ごとにエレベーターの設置費用は異なるため、一般的な価格を示すことは出来ないとの回答もヒアリングによって得られた。

3. 新規エレベーターに関する分析

3章では、新規エレベーターに対してUCMPを設置する政策の有効性を議論する。

3.1. は費用便益分析に必要なデータであるUCMP設置費用の推定を行なう。3.2. は、推定結果を踏まえて、感度分析を交えた費用便益分析を行い、政策の事後評価を試みる。

3. 1. 新規エレベーターに対するUCMP設置費用の測定

既存のエレベーターにUCMPを取り付ける場合と新設のエレベーターに取り付ける場合とではUCMPの設置費用は異なるはずである。既設エレベーターの場合は工事等の形でUCMPの取り付け作業が行なわれるのに対して、新設の場合は製造過程にUCMPを組み込む事が可能なため⁷、追加の作業負担がないからである。

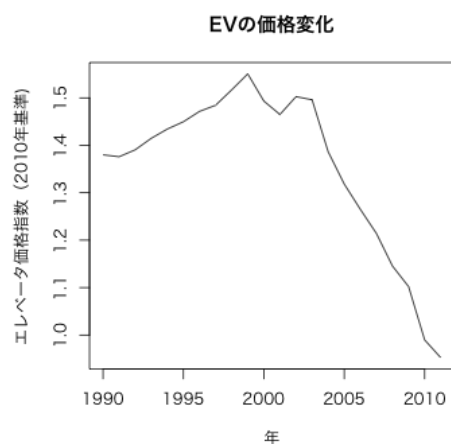
しかし、新規エレベーターに対するUCMP設置費用のデータを入手することは出来なかった。そこで、この節では入手可能なデータを基に、UCMP設置費用を推定することを試みる。

3. 1. 1. モデルの推定

2010年10月から新設のエレベーターに対してUCMPの取り付けが義務化された。エレベーターの設置費用に関して限界費用＝価格となる完全競争であると仮定するならば、UCMPの取り付けの義務化によって追加費用が上乘せされることで、そのままエレベーターの価格上昇に反映されるはずである。つまりエレベーターの価格上昇を前後で比較することで価格上昇を推定できる可能性がある。

しかし図3.1のように、2010年～2011年の間でエレベーターの価格上昇を直接観察する事は出来なかった。その背景としては、需給の均衡関係や技術革新で価格の下落が起き、UCMP装備による費用の上昇分が相殺されている可能性がある。

【図3.1 エレベーターの価格の推移（2010年基準）】

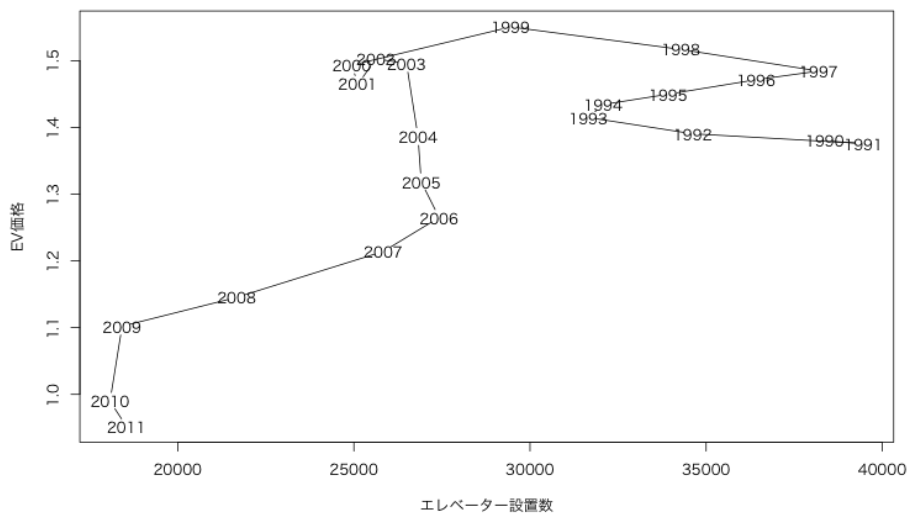


そこで、均衡需要曲線から原因を推定する。図3.2はエレベーターの均衡需要曲線の推移を示した図である。景気変動を考慮して、以下の4つの仮説を考えた。

⁷ エレベーターメーカーへのヒアリングより。

1. 1994年-1997年は景気回復による需要曲線の右へシフトする
2. 1997年-2000年は消費税引き上げにより供給曲線が上にシフトし、景気低迷により需要曲線の左へのシフトが起こる。
3. 2000年-2006年は技術革新（機械室レスエレベーターの登場）により供給曲線が右にシフトする。しかし需要の価格弾力性は非常に低いため⁸、設置台数はほとんど変化しない。
4. 2006年-2010年は景気低迷により需要曲線が左にシフトする。

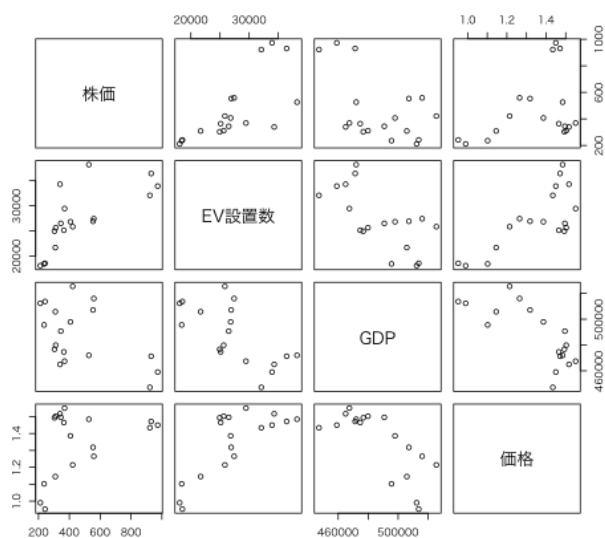
【図 3.2 エレベーターの均衡需要曲線】



一般的には景気変動はGDPによって表すことが出来ると考えられる。しかし、需要曲線のシフトに影響しているのは日本全体の景気指標のGDPではなく、エレベーターが設置される建物を建築する建設会社の景気であるとの可能性を指摘することができよう。すなわち、エレベーターの需要に影響を与えるのは建物の建設状況であり、この建物の建設状況の代理変数として建設会社の株価を用いることが出来る可能性があるということである。図 3.3 を見ると株価とエレベーターの設置数には正の相関が見られるのに対し、GDP とエレベーターの設置数は負の相関となっている。以上により、均衡需要曲線に影響を与えているのは株価であると仮定して、モデルを設計することにする。

⁸ エレベーターの設置台数は、建物に対する需要で決定されるため、価格の影響を受けにくい

【図 3.3 株価と設置数、GDP と価格の相関関係図】



3. 1. 2. モデルの作成

以上の結果を踏まえて以下のような変数を設定した。

【表 3.1 回帰分析に使用した変数】

使用した変数	設定方法
エレベーター価格 P	日本銀行国内企業物価指数(2010年基準)からエレベーターの価格指数を取り出し、平均物価指数でデフレートした値を使用する。
エレベーター設置数 Q	日本エレベーター協会「エレベーター界」の中の「エレベーター」のうち「新設」の数値を使用
建設会社株価 V	鹿島建設の株価を代表として代用
Dummy	2010-2011年に1をとる係数ダミー
Dummy1	消費税増税による価格上昇を表す係数ダミー(1997年以降1)
Dummy2	2000年以降の技術革新を表す係数ダミー(2000年以降1)

データのサイズは1990年～2011年の22年分である。

以下のような回帰分析を行なった。

$$Q = \beta + (\alpha + \sigma \text{Dummy} + \sigma_1 \text{Dummy 1} + \sigma_2 \text{Dummy 2})P + \theta V + u$$

この式の係数(σ / α)によって、エレベーター価格に対するUCMP設置費用の割合を求める事が出来る。後述するが、エレベーター価格は公共工事の入札データから推計する事が可能なので、UCMPの価格を求める事が出来ると考えられる。

しかし、この回帰分析では σ が負の値をとっており、符号条件を満たさないため、Dummy1、Dummy2を取り除いて回帰分析を行なった。

$$Q = \beta + (\alpha + \sigma \text{Dummy})P + \theta V + u$$

3. 1. 3. 推定結果

【図 3.4 回帰分析の結果】

	推定量	標準誤差	t 値	(Pr(> t))
β	-4796.2392	7318.7280	-0.66	0.5205
α	19837.7043	5242.9189	3.78	0.0014
θ	11.1691	1.6932	6.60	0.0000
σ	1338.9768	3189.8660	0.42	0.6796

- ・ 残差の標準誤差) : 2860(自由度 18)
- ・ R2:0.8367, 補正 R2: 0.8095
- ・ F 値:30.75 自由度 (3, 18)
- ・ p 値 : 2.682e-7

結果より $\sigma / \alpha = 6.74\%$ である。

よって、この回帰分析の結果からは UCMP の取り付け費用はエレベーターの設置費用の 6.74%であることがいえる。

しかし、 σ は 95%水準で有意ではなかった。従って、推定結果の 6.74%も精度に関して疑いをかける必要があると考えられる。

そこで、本研究においてはこの回帰分析で得られた値である 6.74%は次節のベンチマークの値として採用することにして、この値も後に感度分析にかけることにする。

3. 2. 新規エレベーターに対する UCMP 設置義務化の CBA

前節では、新規エレベーターに対する UCMP 設置にかかる費用を新規エレベーターの価格に占める割合として推計した。これを踏まえ、本節では既に施行されている新規エレベーターに対する UCMP 設置義務化政策に対して、エレベーター 1 台あたりの便益および費用についての費用便益分析を行い、政策の事後評価を試みる。

3. 2. 1. 便益の計算式

前章で設定した定数・変数について再掲する。

【表 3.2 費用便益計算で用いる定数 (再掲)】

EV 設置総台数 (2011 年)	年間死亡事故数	死亡事故率	VSL (2011 年物価)	社会的割引率
602,981[台]	1[件]	1.66×10^{-4} [%]	22,454[万円]	4[%]

【表 3.3 ベンチマークケースの費用便益計算で用いる変数 (再掲)】

EV 耐用年数	UCMP 装備費用の対価格比	新規 EV の価格	既存不適格 EV への UCMP 設置費用	移行期間

50[年]	6.74[%]	1,689.48[万円]	20[万円]	10[年]
-------	---------	--------------	--------	-------

エレベーター1台あたりの、1年間の総便益を求める式は次のとおりである。

まず、事故数とUCMP未装備のエレベーターの台数によって事故率を求めることを考える。t年におけるエレベーター1台あたりの事故率を λ_t 、t年におけるUCMPで防止可能な事故数を a_t 、t年におけるUCMP未装備のエレベーターの台数を u_t とおく。このとき、次の式が成り立つ。

$$\lambda_t = \frac{a_t}{u_t}$$

これは、実際にある期間において起きた事故数をその期間中に存在するUCMP未装備のエレベーターの数で除することで得た値を、その期間中において存在するUCMP未装備のエレベーターが事故数を起こす確率、すなわち事故率とするものである⁹。また、UCMP装備済みのエレベーターが、UCMPで防止可能な事故を起こす確率は0でなると仮定する。

すべての年においてUCMPエレベーターの事故率は等しい¹⁰、つまりUCMP未装備のエレベーターの事故率は定数 λ で表されると仮定する。すなわち、すべての $t > 0$ について、以下の関係が成り立つとする。

$$\lambda = \lambda_t$$

本研究では、事故数に関しては2010年～2012年における事故数¹¹を、UCMP未装備のエレベーターの台数については入手可能な最新データである2011年のデータを用いて事故率を計算する。以上説明した数式によって事故率を導出すると次のようになる。

$$\lambda = \lambda_t = \frac{a_t}{u_t} = \frac{1}{602,981}$$

$$\therefore \lambda = 1.66 \cdot 10^{-6}$$

また、統計的生命価値VSLについては、内閣府(2007)において掲載されているVSLが2004年物価水準であるため、GDPデフレーター d_{2004} および d_{2011} を用いて2011年物価水準に変換する。なお、UCMPで防止可能な事故において死亡以外の障害事故が

⁹ 2度以上事故を起こすエレベーターは存在しないとの仮定がおかれている。ここで、事故率はポアソン分布にしたがって分布することを前提とすればこの仮定を外すことは可能であるが、事故を起こしたエレベーターが対策を講じずに再び運用されることは現実的ではないことから、本研究においてはこの仮定を置くことは妥当と思われる。

¹⁰ すべてのエレベーターの事故率は均質であるとの仮定は、計算の単純化のために加えて、エレベーターの質によってエレベーターの事故率が変わるとの因果関係をここで立証することは困難であるためにおいた仮定である。また、エレベーターの利用頻度と事故率の因果関係については、エレベーターの利用頻度に関するデータを得ることが困難であることから本研究においては捨象されている。

¹¹ データからは事故数についてとなっており、死亡事故の回数自体が非常に低いために事故数の変動によって事故率さらには後述する計算によって得られる便益が大きく変動する。この点については、今後も事故に関するデータが集積されることで「真の事故率」に近い事故率が推計されることで本研究のフレームワークを用いた分析が更に精緻化されるといえよう。

存在しなかったため、本研究で用いる VSL は特に断りのない限り死亡事故に関する VSL であるとする。

$$\begin{aligned} \text{VSL} &= \text{VSL}_{2011} = \text{VSL}_{2004} \cdot \frac{d_{2004}}{d_{2011}} = 246,246,000 \cdot \frac{101}{92.1} \\ \therefore \text{VSL} &= 224,547,095 \end{aligned}$$

また、特に断りのない限り、本研究で用いる VSL は 2011 年物価水準に調整したものをを用いたものとする。

本研究においては、事故を防ぐことによる統計的生命価値の喪失防止以外の便益を考慮しないため¹²、UCMP 設置によるエレベーター 1 台あたりの、1 年間の便益 b_t は次のように求められる。

$$\begin{aligned} b_t &= \lambda \cdot \text{VSL} \\ \therefore b_t &= 372.39 \end{aligned}$$

エレベーターの総便益 B について、エレベーターの償却期間を T 年としたときの値を求めることを考える。ここで、エレベーターの償却期間とは、当該エレベーターが撤去されるまでの年数であり、すべてのエレベーターについて同一の年数を用いることを考える。国土交通省（『費用便益分析マニュアル』）で用いられている社会的割引率を $r = 0.04$ としたときに、B, r , b_t について以下の関係が成り立ち、B を計算できる。

$$B = \sum_{t=1}^T \frac{b_t}{(1+r)^{t-1}}$$

ここで、 $T=50$ のとき、 $B = 9309.87$ となる。

3. 2. 2. 費用の計算式

総費用 C は、新規エレベーターに対する UCMP 設置にかかる費用に等しく、またこれは新規エレベーターの価格 P と UCMP 設置費用が価格に占める割合 σ を用いて導出する。

価格 P は、エレベーター設置に関する公共工事の落札価格より推計した値¹³を用いた。これは、一般のエレベーター価格および設置費用は公開されておらず、ヒアリングによっても入手できなかったというデータ制約上の問題からである。また、一般にエレベーター設置費用については階数・乗員数等の様々な属性によって決定されるが、す

¹² 他に考えられうる便益としては、たとえば事故を防ぐことによる安心感や、UCMP 自体の精算や設置時の工事等の需要創出による波及効果等も挙げられる。しかしながら、これらは定量化もしくは推計が困難な値であり、本研究における費用便益分析の計算過程からは取り除くのが妥当であると判断した。

¹³ 入手可能なデータ（付録 2 の表を参照）から得られた落札価格の値を平均した値を用いた。ただし、明らかに他の落札価格に比して大きな値になっているものについては、規模等が他のエレベーターと異なる工事のものである（すなわち、ある種の外れ値である）と判断し、それらを刈り込んで平均値を計算することで、単純平均よりもより現実的と思われる推計値を求めている。

すべての属性を加味したモデルを用いて計算を行うことはデータの制約とモデルの単純化のためにここでは行なっていない。

これを踏まえ、以下のような関係式を置いて総費用を導出した。

$$C = \sigma \cdot P = 0.0674 \cdot 16,894,764.71$$

$$\therefore C = 1,138,707.14$$

なお、ここで用いた $\sigma = 0.0674$ は 3. 1. 節で導出した値であり、統計的に優位な値ではない。しかし、UCMP への設置費用が 0 であると仮定すると純便益が非負である限り費用便益分析をパスすることになってしまい、費用便益分析を行う意味が薄れてしまう。そこで、本研究では統計的に有意な値でないものことわりをおいた上で、ベンチマークケースにおいては $\sigma = 0.0674$ を用いて計算を行い、この σ を感度分析の対象とすることにした。

3. 2. 3. 移行期間について

政策の移行期間については、新規エレベーターに対する UCMP 設置義務化政策はすでに施行されているために考慮する必要がない。

3. 2. 4. ベンチマークケースの分析

前項までに準備した計算式を用いて、ベンチマークケースにおける費用便益分析をまず行った。結果は以下の通りである。

【表 3.4 新規エレベーターに対する UCMP 設置義務化の CBA (ベンチマークケース)】

年間総便益	総便益 (B)	総費用 (C)	純便益 (B-C)	純便益を 0 にする装備費用
372.39[円]	9,309.87[円]	113.87[万円]	-112.94[万円]	9,309.87[円]

純便益 (B-C) が負値を示していることから明らかなように、ベンチマークケースにおいては新規エレベーターに対する UCMP 設置義務化政策は費用便益分析をパスしないことがわかる。ただし、3. 2. 2. 項にて説明したように、ベンチマークケースで用いた UCMP 設置費用が新規設置エレベーターの価格に占める割合 σ は統計的に有意な値ではない。そこで、費用便益分析において損益分岐点となる、純便益について $B-C=0$ となるような UCMP 設置費用 C の値を計算し、この値によって費用便益分析を解釈することにする。

その結果、UCMP 設置費用が 9,309 円以下である場合には費用便益分析をパスすることが可能であることがわかった。この値は内閣府資料において示された統計的生命価値と、公共工事の落札価格という形で実際に観察された値を用いて導出されたものであり、他のケースにおいても応用可能な費用水準であるといえる。

3. 2. 5 感度分析 (UCMP 設置費用の価格に占める割合)

3. 2. 2項にて説明したように、ベンチマークケースで用いた UCMP 設置費用が新規設置エレベーターの価格に占める割合 σ は統計的に有意な値ではない。そこで、 σ について感度分析を行い、費用便益分析において損益分岐点となる、 σ の値を求めることにした。なお、 σ を推計した際に得られた信頼区間の範囲で感度分析をする手法が一般には考えられるが、今回の推計結果においては信頼区間が広く、この信頼区間に基づいて感度分析を行うことは妥当ではないと考え、適当な値を設定しつつ、費用便益分析をパスするまで、 σ を小さくすることを試みるアプローチで感度分析を行った。

感度分析の結果は以下の通りである。

【表 3.5 感度分析（UCMP 装備費用の EV 設置価格に占める割合）の結果】

UCMP 装備費用の対価格比 (σ)	10.00%	6.74[%]	1.00%	0.10%	0.0548[%]
UCMP 装備費用 (P)	168.95[万円]	113.87[万円]	16.90[万円]	1.69[万円]	9,257.47[円]
純便益 (B)	-167.94[万円]	-112.94[万円]	-15.97[万円]	-7637.29[円]	0[円]

感度分析の結果、UCMP 装備費用の EV 設置価格に占める割合が 0.0548%以下である場合に費用便益分析をパスすることがわかった。

分析結果の高低を論ずることは参照する基準点を置かない限り不可能であるが、推計によって得られた $\sigma = 0.0674$ という値に比べるとかなり低い値であるといえる。他方で、エレベーターメーカーに対するヒアリングの中では、「(新規エレベーターに対する UCMP 設置に関しては) 設計変更は必要であるが、一度設計を変更してしまえば、その後は UCMP の機構そのものに用いる部品代のみがかかるだけである。」というような回答が得られており、機構次第では新規エレベーターに対する UCMP の装備費用が費用便益分析をパスする水準以下まで下がる可能性もあるといえ、当該政策の是非を本分析の結果のみで論じることは妥当ではないだろう。

4. 既存エレベーターに関する分析

4. 1. 既存エレベーターに対する UCMP 設置義務化の CBA

本節では既存エレベーターに対して UCMP 設置を義務化する政策について、新規エレベーターと同様に 1 台あたりの便益および費用を計算することによって費用便益分析を試みる。こちらの費用便益分析は政策の事前評価にあたるが、モデルの基本的な部分については、用いる定数およびベンチマークケースとして設定した変数などは新規エレベーターの場合と同様であるので、移行期間を考慮する等、差異のある部分について詳細に説明しながら分析結果を示す。

4. 1. 1. 便益の計算式

便益の計算については 3. 2. 1. で示した新規エレベーターに対する UCMP 設置における便益計算と同一である。

4. 1. 2. 費用の計算式

総費用Cについては、ヒアリングおよび官公庁資料等において示された値を用いて分析を行うことにする。候補となる既存エレベーターへの UCMP 設置費用を以下の通り複数設定する。

【表 4.1 タイプ別の UCMP 設置費用】

タイプ H (円)	タイプ L (円)
2,000,000	200,000
3,000,000	1,000,000
4,000,000	2,000,000
5,000,000	
6,000,000	

(タイプ H への UCMP 設置費用については国交省資料に、タイプ L への UCMP 設置費用については国交省資料およびエレベーターメーカーへのヒアリングを踏まえて設定。)

本研究では、ベンチマークケースにはタイプ H・タイプ L とともに最も費用の低い 2,000,000 円、200,000 円をそれぞれ用いる。これは、まず現行の技術水準で最も低い費用水準と思われるケースをベンチマークケースとして分析し、その後に感度分析によってより高い費用水準とともに今後の技術革新等でさらに費用水準が下がった場合を考慮することが可能になるためである。

4. 1. 3. 移行期間について

新規エレベーターに対する UCMP 設置の義務化政策に対する費用便益分析は事後評価であったこともあり、政策の移行期間を考慮しなかった。しかし、既存エレベーターに対する UCMP 設置の義務化政策については、すべての既存エレベーターに移行期間なしに一斉に UCMP が設置されるという状況は現実的でなく、また実際の政策においても特に今回問題にされている全面的な規制政策には移行期間が置かれることが通例である。

以上の事情を鑑み、既存エレベーターに対する UCMP 設置の義務化政策については移行期間を考慮した純便益も計算する。

政策の移行期間を L 年とする。ただし、L の値はエレベーターの償却期間を T 年としたときに、 $1 \leq L < T$ なる整数値とする。すなわち、エレベーターの償却期間は政策移行期間を常に上回るものとする。

移行期間中において、毎年 $1/L$ の割合のエレベーターに UCMP が設置されると仮定する。この割合を、エレベーター 1 台あたり便益および費用の水準に帰着させて考える。すなわち、 $1 \leq t \leq L$ 年目において、UCMP 設置によるエレベーター 1 台あたりの 1 年間の便益は、3. 2. 1. 項で求めた UCMP 設置によるエレベーター 1 台あたりの 1 年間の便益 $b = b^{14}$ を用いて、 $\frac{t}{L} \cdot b$ と表現できる。また、同様に $1 \leq l \leq L$ 年目において、

¹⁴ 3. 2. 1. 項の計算過程を見れば明らかなように、移行期間を考慮しない場合に UCMP 設置によるエレベーター 1 台あたりの 1 年間の便益は一定であり、定数 b によって表現できる。

エレベーター1台あたりのUCMP設置費用は毎年 $\frac{C}{L}$ であると表現できる。つまり、移行期間を考慮した場合における1年あたりの便益については $1 \leq t \leq L$ 年目においては $\frac{t}{L} \cdot b$ であり、 $L \leq t \leq T$ 年目においては b である。また、移行期間を考慮した場合における費用は、政策施行後1年目からL年目まで毎年 $\frac{C}{L}$ かかり、 $L \leq t \leq T$ 年目においては0となる。

以上を踏まえて、L年の移行期間をおいた場合のエレベーター1台あたりのUCMP設置による純便益NBは、次の通り計算される。

$$NB = B - C = \sum_{t=1}^L \left[\frac{\left(\frac{t}{L} \cdot b - \frac{C}{L}\right)}{(1+r)^{t-1}} \right] + \sum_{t=L}^T \left[\frac{b}{(1+r)^{t-1}} \right]$$

ここで、 $L=1$ とおいた場合は移行期間を置かないケースであることがわかる。なお、本研究ではベンチマークケースにおける移行期間は10年と設定した。

4. 1. 4. ベンチマークケースの分析

以上のモデルを用いて、タイプLおよびタイプHそれぞれのベンチマークケースにおける費用便益分析の結果を次の通り示す。

【表 4.2 既存エレベーターに対するUCMP設置義務化のCBA（ベンチマークケース）】

	年間総便益	総便益	総費用	純便益 (移行期間なし)	純便益 (移行期間10年)
タイプL	372.39[円]	9,257.47[円]	20[万円]	-19.07[万円]	-16.13[万円]
タイプH	372.39[円]	9,257.47[円]	200[万円]	-199.07[万円]	-167.97[円]

	純便益を0にする 設置費用	対設置費用比	移行期間なしの場合に純便益が0になるために必要な事故率の倍率 ¹⁵
タイプL	9,257.47[円]	4.63[%]	21.60[倍]
タイプH	9,257.47[円]	0.46[%]	216.04[倍]

純便益(B-C)が負値を示していることから明らかなように、ベンチマークケースにおいては既存エレベーターに対するUCMP設置義務化政策はタイプL・タイプHのどちらの場合においても費用便益分析をパスしないことがわかる。

この結果を踏まえて、純便益の負値の大きさの程度を把握し、またベンチマークケースとして設定した仮定の状況が変動した場合を考慮するために、政策移行期間とUCMP設置費用を対象とした感度分析を次項で行う。(なお、事故率に関する感度分析を行った場合の損益分岐点については表中の「移行期間なしの場合に純便益が0にな

¹⁵ 4. 1. 5節において、事故率については感度分析を行わない。これは、分析結果の表に付した「移行期間なしの場合に純便益が0になるために必要な事故率の倍率」を21.60倍と計算しており、モンテカルロシミュレーション等、事故率を具体的に変動させることによる感度分析を行わなくとも、この値が事故率に関する感度分析を実行した場合の損益分岐点になることがわかるためである。

るために必要な事故率の倍率」において示されている。より詳しい説明は脚注に付した。）

4. 1. 5. 感度分析（移行期間および設置費用）

まず、UCMP 設置費用 C について C=20 万円と固定した上で、政策移行期間 L について感度分析を行う。結果は次の通りである。

【表 4.3 感度分析（既存エレベーターにおける政策移行期間）の結果】

移行期間	1[年]	5[年]	10[年]	20[年]
純便益の合計	-19.10[万円]	-17.69[万円]	-16.13[万円]	-13.52[万円]

感度分析の結果から、移行期間を長くすることで純便益は上昇する（純便益の負値が小さくなる）ことがわかる。これは、費用便益分析の対象となる事例において費用が便益を大きく上回るために、政策移行期間の長期化によって現在価値換算した場合の総費用の減少分の絶対値が、総便益の減少分の絶対値を上回ることによって純便益が増加するのである。

ただし、移行期間があまりにも長い政策は現実的な政策であるとは考えにくい。これを踏まえ、政策移行期間はベンチマークケースの 10 年で固定した上で、UCMP 設置費用について感度分析を行う。なお、感度分析にあたっては表 4. 1. において示して UCMP 設置費用の候補値を全て試すとともに、費用便益分析をパスする損益分岐点にあたる水準まで UCMP 設置費用を下げるというアプローチをとった。結果は次表に示した通りである。

【表 4.4 感度分析（既存エレベーターにおける UCMP 設置費用）の結果】

総費用	600 [万円]	300[万円]	200[万円]	100[万円]	20[万円]	10,000[円]	8,772[円]
純便益（移行期間なし）	-599.07[万円]	-299.07[万円]	-199.07[万円]	-99.07[万円]	-19.07[万円]	-742.52[円]	485.47[円]
純便益（移行期間 10 年）	-505.38[万円]	-252.32[万円]	-167.97[万円]	-83.61[万円]	-16.13[万円]	-1035.84[円]	0.01[円]
純便益を 0 にするために必要な事故率の倍率	648.12[倍]	324.06[倍]	216.04[倍]	108.02[倍]	21.60[倍]	1.08[倍]	0.95[倍]

感度分析の結果、費用便益分析をパスするのは、UCMP の設置費用が約 8,772 円以下の場合であることがわかる。この結果は、UCMP 設置表が 8,772 円にまで下がれば既存エレベーターに対する UCMP 設置義務化政策が費用便益分析をパスすることを意味しており、技術革新等が進展し場合における UCMP 設置政策を論じる際の費用基準として活用することが可能である。

4. 2. 既存エレベーターの総台数の推計

本節では、2010年以前のUCMPが取り付けられていない既存エレベーター台数の時系列推移の推計を試みる。

4. 2. 1 推測の仮定

第2章での仮定に従い、エレベーターの耐用年数を50年と仮定する。また、エレベーターのリニューアル目安は30年と言われており¹⁶、30年を経過する頃から徐々に取り替えが行なわれると考えるのが妥当である。そこでエレベーターは30年経過後、毎年10%の割合で減少していくと仮定する。この仮定の場合、新設したエレベーターが50年後も現存する割合は12.2%であり、それなりに妥当な値と言えるだろう。

以上の仮定を用いることで、2009年までに設置された既存エレベーターの総台数の推移を推測する事が出来る。

4. 2. 2 計算式

t年における既存エレベーターの合計推測台数を Q_t とする。また、i年に新設されたエレベーター台数を ΔQ_i 、i年に新設されたエレベーターのt年における台数を ΔQ_i^t とする(ただし $i \leq t$)。この時 Q_t は

$$Q_t = \sum_{i=1974}^{2009} \Delta Q_i^t$$
$$\Delta Q_i^t = \begin{cases} \Delta Q_i & (\text{when } t - i \leq 30) \\ \Delta Q_i \cdot \frac{9}{10}^{t-i-30} & (\text{when } t - i \geq 30) \end{cases}$$

と表す事が出来る。例えば、2030年に置けるUCMPの設置されていない既存エレベーター台数 Q_{2030} は以下のように表す事が出来る。

¹⁶ 例えば <http://www.elv-info.com/renewal/span.html> に目安として25~30年と記載されている。

$$Q_{2030} = \sum_{i=1974}^{2009} \Delta Q_i^{2030}$$

$$\Delta Q_i^{2030} = \begin{cases} \Delta Q_i & (\text{when } 2030 - i \leq 30) \\ \Delta Q_i \cdot \frac{9}{10}^{2030 - i - 30} & (\text{when } 2030 - i \geq 30) \end{cases}$$

この式は「2030年における1974年に新設されたエレベーターの現存数+2030年における1975年に新設されたエレベーターの現存数+・・・+2030年における2009年に新設されたエレベーターの現存数」であることを表している。

しかし、以上の方法で求めた Q_i は、実際の観測値と一致していない。これは入手可能なデータの制約からタイプHが1974年～2009年、タイプLが1987年～2009年までしか得る事が出来ず、必ずしも一致しないからである。そこで推計によって求められた Q_{2011} と実際の2011年の観測値の比を求め、推測結果もその比に基づいて補正した。

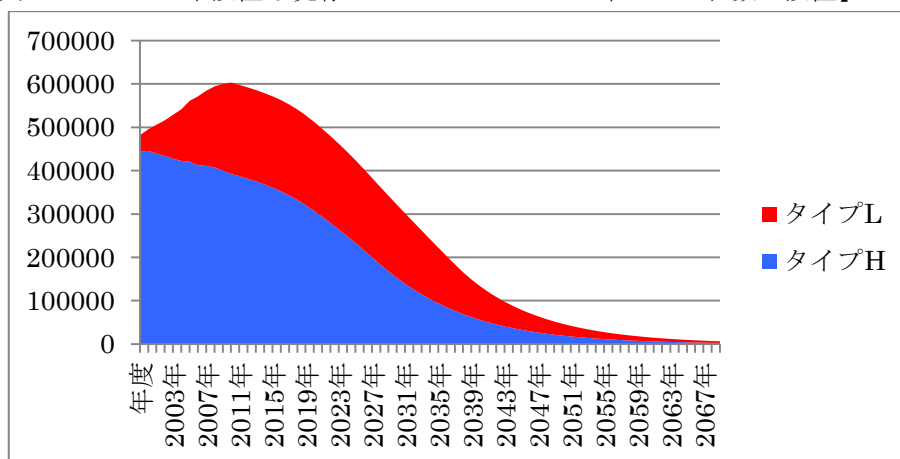
4. 2. 3. 使用データ

エレベーターの設置台数は前述の日本エレベーター協会『エレベーター界』の統計保守点検数と、新設数を基に計算をした。¹⁷

4. 2. 4. 既存エレベーター台数推測結果

結果は下図の通りである。

【図 4.1 UCMP が未設置な既存エレベーターの 2070 年までの台数の設置】



タイプLとタイプHは次第に減少して行く事が分かった。

実際の推計値は付録3を参照してほしい。

¹⁷ 『エレベーター界』の統計では、リニューアル数も新設数の中に組み込まれているので、新設数を利用して計算しても問題ない。

4. 3. 予測値による社会全体の純便益の推計

本節では、4. 2. 節で推計した社会全体における既存エレベーター設置台数の時系列推移と、4. 1. 節で計算した既存エレベーターに UCMP を設置した場合のエレベーター1台あたりの純便益を用いて、当該政策が施行された場合の社会全体の純便益の推計を試みる。

4. 3. 1. UCMP 設置済みエレベーターの台数の計算式

エレベーターの償却期間を T 年、政策移行期間を L 年とする。いま、政策移行期間の L 年間までの間、UCMP の設置されるエレベーターは既存エレベーターに対して一様に分布していると仮定する。すなわち、毎年 $1/L$ だけのエレベーターに UCMP の設置が行われる状況を仮定する。

このとき、 $1 \leq t \leq L \leq T$ 年における UCMP 設置の対象となるエレベーターの台数 a_t は、 t 年における UCMP 未装備のエレベーターの台数の推計値 u_t を用いて次のようにして表される。

$$a_t = \frac{1}{L} \cdot u_t$$

この関係式のみを考えた場合、 $1 \leq t \leq L \leq T$ 年までに UCMP の設置が完了した既存エレベーターの台数 A_t について、以下が成り立つといえる。

$$A_t = \sum_{l=1}^t a_l = \frac{1}{L} \cdot \sum_{l=1}^t u_l$$

しかしながら、 u_t は上記の関係式とは別の推計によって得られた値であるため、この総和の関係式を用いると $t=L$ において $A_L \neq u_L$ となることがある¹⁸。そこで、今回は u_t の推計結果に基づく分析として整合性を取り、また計算を簡単化するために、 $1 \leq t \leq L$ なる t について、既存エレベーターの台数 A_t を次の通り定義する。

$$A_t = \frac{t}{L} \cdot u_t$$

また、 $L \leq t \leq T$ なる t については A_t を次の通り定義する。

$$A_t = u_t$$

4. 3. 2. 便益の計算式

¹⁸ このような非整合性が生じる原因としては、既存エレベーターの総台数の推計方法と、各年度における既存エレベーターに対する UCMP 設置対象エレベーターの台数の推計方法が一致しないことがあげられる。本研究においては、簡単化のために UCMP の設置確率は各年度で等しいと仮定したが、現実的には政策開始直後には UCMP 設置確率は低く、移行期間終了間際に確率が高くなる（すなわち、UCMP 設置の駆け込み需要が生じる）といった現象も考えられるが、この現象は捨象して考えている。より分析を精緻化するにあたっては、UCMP 設置のメカニズムにも一様分布以外の具体的な確率モデルあるいは関数型をおく必要があるだろう。

エレベーター1台あたりの1年間の便益の値を b とおく。この値は時間を通じて一定の定数であり、3. 1節および4. 1. 節において用いられた b と同一のものである。 $1 \leq t \leq L \leq T$ 年における1年間の便益 B_t について次の関係が成り立つ。

$$B_t = A_t \cdot b$$

上式より、 B_t は時間 t について一定であることがわかった。

4. 3. 3. 費用の計算式

エレベーター1台あたりのUCMP設置費用の値を c とおく。この値は時間を通じて一定の定数であると仮定する。 $1 \leq t \leq L \leq T$ 年における1年間の費用 C_t について、次の関係が成り立つ。

$$C_t = a_t \cdot c$$

また、 $L \leq t \leq T$ 年においては $C_t = 0$ となる。

4. 3. 4. 純便益の計算式

前項までの設定を用いて、純便益を与えるモデルを考える。社会的割引率を r としたときに、純便益の総和 NB は次のように与えられる。

$$NB = B - C = \sum_{t=1}^T \left[\frac{B_t - C_t}{(1+r)^{t-1}} \right] = \sum_{t=1}^L \left[\frac{\left(\frac{t}{L} \cdot u_t \cdot b - a_t \cdot c\right)}{(1+r)^{t-1}} \right] + \sum_{t=L}^T \left[\frac{u_t \cdot b}{(1+r)^{t-1}} \right]$$

4. 3. 5. 社会全体の純便益の推計結果

導入したモデルに基づいて、各タイプについて純便益の総和を求め、さらにそれらを合算することにより社会全体の純便益を推計した。推計において用いた変数の値は全てベンチマークケースのものである。

推計結果は以下の表にまとめた。

【表 4.5 UCMP 設置義務化政策実行時の社会全体の純便益の推計結果】

タイプ	年間あたり便益	UCMP 設置費用	耐用年数	移行期間	総便益 (割引後)
L	372.39[円]	20[万円]	50[年]	10[年]	-422.10[億円]
H	372.39[円]	200[万円]	50[年]	10[年]	-6,121.84[億円]
				合計	-6,459.54[億円]

推計結果から、既存エレベーターへのUCMP設置の全面義務化政策を実行した場合における社会全体の損失額は、約6,460億円¹⁹になることがわかる。

¹⁹ ここで求めた値は損失額（純便益の値）であって、当該金額をそのまま補助金として埋め合わせることで政策が実行されることを意味するものではない。なぜなら、当該金額は社会的

約 6,460 億円もの負値が生じたわけであるが、経済学的な観点からはこの値の評価をこれ以上進めることは出来ず、あくまでも損失の水準を導出し、政策実行時における費用水準を示したに過ぎない。より進んだ、経済学的な観点も含んで総合的な見地にたった推計結果の解釈は政策提言の項に譲ることとする。

5. (補論) すべての事故を防ぐことができる装置に関する分析

5. 1. 費用便益分析の限界と費用水準の採用可能性について

本研究においてなされた費用便益分析は経済学的な効率性を論じるものであり、損失額の導出は行ったがその損失額に解釈を与えるものではない。しかしながら、本研究の分析において用いたモデルより得られる費用水準は、UCMP 以外の政策手段においても採用可能な費用水準である。そこで、本章では当該費用水準が採用可能であることの例として、戸開走行以外の事故、すなわち本研究においては UCMP では防ぐことが出来ないとした事故を含めたすべての事故を防ぐことが可能な政策が施行された場合における、当該政策に関する費用便益分析を補論として示すことにする。

5. 2. 全ての事故を防止する政策に関する費用便益分析

ここではエレベーター 1 台あたりの純便益を求める費用便益分析を行う。

5. 2. 1. 便益の計算式

便益計算において基本は 3. 2. 節で示した計算と同様であるが、VSL の扱いとそれに由来する差異があるため、この点を重点的に説明する。

3. 2. 1. 項において設定された変数のうち、 t 年における UCMP で防止可能な事故数 a_t を、 t 年における防止可能な事故種類 i の事故数 $a_{i,t}$ に変更する。ここで、 $i = \{\text{死亡事故, 後遺障害, 障害}\}$ であるが、以降ではこれを $i = \{1, 2, 3, \}$ と表すことにする。

また、UCMP で防止可能でないが今回の例においては防止可能とした事故については、死亡事故以外の事故も含まれる。そこで、統計的生命価値 VSL については、内閣府 (2007) において掲載されている VSL のうち、死亡事故以外のものも参照し、各事故について死亡・後遺障害・障害のうち相当する VSL を用いて計算を行った。

【表 5.1 事故種類別の VSL (2011 年物価水準)】

	死亡	後遺障害	障害
VSL(2011 年物価水準) [円]	224,547,095	8,799,653	1,613,118

なお、2004 年物価水準の VLS を 2011 年物価水準の変換にあたって GDP デフレーターを用いた計算を行ったのは 3. 2. 1. と同様である。

費用の合計 (一般に、政策において補助金が充当される場合はこの値が参照されるといえる) に、政策実行による便益の合計が合算された値である。

t年におけるエレベーター1台あたりの事故種類iの事故を起こす確率を $\lambda_{i,t}$ 、t年におけるUCMPで防止可能な事故種類iの事故の数を $a_{i,t}$ 、t年におけるUCMP未装備のエレベーターの台数を u_t とおく。このとき、次の式が成立つ。

$$\lambda_{i,t} = \frac{a_{i,t}}{u_t}$$

すべての年においてUCMPエレベーターの事故率は等しい、つまりUCMP未装備のエレベーターの事故種類iの事故を起こす確率は定数 λ_i で表されると仮定する。すなわち、すべての $t > 0$ について、以下の関係が成り立つとする。

$$\lambda_i = \lambda_{i,t}$$

UCMP設置によるエレベーター1台あたりの、1年間の便益 b_t は、事故種類について総和をとることに注意して、次のように求められる。

$$b_t = \sum_{i=1}^3 \lambda_i \cdot VSL_i$$

便益の総和の割引現在価値B、社会的割引率rおよび b_t について以下の関係が成り立つのは3.2.1.項と同様である。

$$B = \sum_{t=1}^T \frac{b_t}{(1+r)^{t-1}}$$

5.2.2. 費用・移行期間・総便益の設定及び計算式について

便益の総和の割引現在価値B以外の関係式においては防止可能な事故数や事故種類に関するパラメーターは出てこないことから、前章までの計算と同様の計算を行うことができる。よって、ここでは再掲しない。

5.2.3. 費用便益分析の結果

全ての事故を防止する政策に関する、エレベーター1台あたりの純便益を導出する費用便益分析の結果は以下の表にまとめた。

【表5.2 全ての事故を防止する政策に関するCBAの結果】

	年間総便益(1台あたり)	総便益(1台あたり)	総費用	純便益	純便益(移行期間10年)	純便益を0にする費用
新規(償却50年)	3079.37[円]	765.50[円]	113.87[万円]	-106.21[万円]	-	7.66[万円]
既存(タイプL)	3079.38[円]	765.51[円]	20[万円]	-12.34[万円]	-10.75[万円]	7.66[万円]
既存(タイプH)	3079.39[円]	765.52[円]	200[万円]	-192.34[万円]	-162.59[万円]	7.66[万円]

分析結果から、新規エレベーター・既存エレベーターの各タイプそれぞれにおいて当該政策は費用便益分析をパスしないことが分かる。また、費用便益分析をパスする

場合における総費用が7.66万円であることから、当該政策については、エレベーター1台あたりの費用が約7.66万円であれば費用便益分析をパスする事がわかる。

以上のように、政策の対象および生じる便益が異なる場合においても、本研究において導出した費用水準を援用して、また本研究において用いたモデルによって費用便益分析を行い、経済学的な観点からの政策判断の材料を得ることが可能である。

6. 結論と今後の課題

以上の分析により、新設エレベーターへのUCMPの義務づけは、UCMP設置による費用増加が一定水準以下である場合において費用便益分析をパスするが、既設エレベーターへのUCMPの義務づけは費用便益分析をパスしないことが明らかになった。さらに、既設エレベーターについては、既設エレベーター報告書ではUCMPの導入が進まないのは費用と工期が主たる問題であることを指摘していたが、感度分析を踏まえた上でも設置の費用が便益を大きく上回っており、技術開発等によりUCMPの導入費用が相当程度安くなったとしても費用便益分析をパスしないであろうことが明らかになった。

したがって、感度分析等を踏まえた上で本研究から導き出される政策提言は以下の2点である。

政策提言①

：新規エレベーターへの戸開走行保護装置の義務化については、装置導入によるエレベーターの新設費用の上昇が9,257円以下であったのなら社会的便益を向上させる政策であり、引き続き実施すべきものである。

政策提言②

：既存エレベーターへの戸開走行保護装置の義務化については、戸開走行保護装置の設置工事にかかる費用が8,772円以下でなければ、費用便益分析をパスしない。現状の技術水準では当該費用以下で設置できないため、義務づけは時期尚早である。

今後、戸開走行保護装置の設置の義務化等について検討を行うに当たっては、上記政策提言を踏まえた上で実施することが期待される。ただし、技術革新が進んだとしても既存エレベーターに1万円以下で戸開走行保護装置のような後付けの装置を導入することについては、装置の費用に加えて、人件費やエレベーターを停止することによる費用などを考慮すると現実的では無いことが分かる。したがって、戸開走行保護装置以外の低廉な手段で戸開走行を防ぐ技術を検討し、導入することが費用便益分析に適う対応策となるが、その検討においても本研究で明らかにした1台あたりの設置費用を参考にすることができるため、本研究は、戸開走行を防ぐ方策の検討に有意義な示唆を得ることができたものとする。

本研究のテーマに関連した最近の動きとしては、平成25年2月9日に国土交通省社会資本整備審議会より公表された「石川県内エレベーター戸開走行事故調査中間報告書」では、平成24年10月31日に発生した戸開走行による死亡事故の原因について分析するとともに、事故を起こした会社の特定の形のエレベーターについては、「エレベ

ーターの所有者等に対し、戸開走行保護装置の速やかな設置を指導する」とともに、「国土交通省は、戸開走行保護装置を設置するエレベーターの所有者の支援を検討すること。その際、地方公共団体に対しても必要な支援を要請すること。」という意見が付されており、補助金等による支援を行うことが念頭にあるものと推察される。また、国土交通省は、事故を起こしたエレベーターのメーカーに対し、「戸開走行保護装置の設置に関して設置費用が低廉で確実な性能を有する戸開走行保護装置の開発、当該装置の設置に係る工期の短縮等設置しやすい工法の開発、施工体制の整備等の設置促進に向けた取り組みを積極的に実施するよう指導すること。」としている。

このように既存エレベーターについては、戸開走行による事故を防ぐことを目的として様々な対応策が引き続き検討されていくものと思われるが、今回我々が取り組んだような費用便益分析を丁寧な分析を行った上で、真に効果的な対応策が実施されることに期待したい。

なお、本研究は、既存の統計データや業界誌に加えて、エレベーターメーカーや政策を所管する省庁等へのヒアリングを行う等、可能な限り広範にデータを収集し、分析を行ったが、エレベーター業界は非常に閉鎖的であり、エレベーターの台数や価格、改修費用などの基本的な情報は、エレベーターメーカーからほとんど得ることができなかったため、代替的なデータを用い、また、回帰分析による推計を行わざるを得なかった。また、便益については、エレベーター事故にかかる情報を網羅的に把握している者がおらず、国土交通省が主な事故に係る情報を有しているという状況であった。したがって、本分析においては、データの入手に限界があったため、真の費用や便益を元に分析を行うことができず、厳密な結果であるとは必ずしも言えないことを本研究の限界として指摘したい。

適切な政策の立案を行うためには、判断の元となる情報が十分に整っていることが重要であり、エレベーターメーカーが情報を公開するとともに、事故についての情報が網羅的に把握され、公表されるような体制を整えること必要であると考えられる。

謝辞

本稿を執筆するにあたっては、多くの方々からご指導を頂いた。

指導教官の岩本康志教授、城所幸弘教授のお二人には、テーマ決定時の発表、中間発表時のご指摘など、幾度に渡って適切なアドバイスを頂いた。お二人の貴重な助言がなければ、本研究は頓挫していたであろう。感謝の意を表したい。

また私達の問い合わせに対して、可能な限り協力して下さった国土交通省の担当者の方、エレベーター会社の方には非常にお世話になった。ヒアリング時のお約束から具体的に社名を挙げることはできないが、某社の担当者の方には、私達の問い合わせに快く対応して下さっただけでなく、貴重なお時間を割いてエレベーターと UCMP 装置の原理をご教授していただいた。この場を借りて厚く御礼を申し上げたい。

他にも同講義の受講生や、TA の鈴木氏・内山氏には積極的に内容の議論に参加して頂き、費用便益分析に関する知識、研究の内容を深める事が出来た。改めて感謝を申し上げる。

<参考文献等>

- (社) 日本エレベーター協会 『エレベーター界 No. 184』 2012
- (社) 日本エレベーター協会 『エレベーター界 No. 180』 2011
- (社) 日本エレベーター協会 『エレベーター界 No. 176』 2010
- (社) 日本エレベーター協会 『エレベーター界 No. 172』 2009
- (社) 日本エレベーター協会 『エレベーター界 No. 168』 2008
- (社) 日本エレベーター協会 『エレベーター界 No. 164』 2007
- 「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書」(平成19年3月
内閣府政策統括官(共生社会政策担当))
- 日本銀行国内物価指数データ (<http://www.stat-search.boj.or.jp/index.html#>)
- 鹿島建設株価 (<http://stocks.finance.yahoo.co.jp/stocks/chart/?code=1812>)
- 国民経済計算 (<http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/menu.html>)

<付録>

付録1：エレベーターの事故報告（国土交通省「昇降機事故等の概要」）

発生年月日	発生場所	被害の程度	違法かどうか	UCMPで防げるか
H22.12.7	福岡県内	親指と人差し指間靭帯損傷		
H22.12.24	秋田県内	死亡		
H22.12.28	兵庫県内	死亡	違法	
H22.12.31	新潟県内	死亡	違法	
H23.1.8	東京都内	死亡		
H23.3.1	東京都内	脚骨折	違法	
H23.3.6	千葉県内	尾てい骨にひび		
H23.4.1	愛媛県内	重傷	違法	
H23.4.27	長崎県内	死亡		
H23.5.23	北海道内	中等(意識有り、会話可能)	違法	
H23.5.25	東京都内	右手関節打撲(1か月程度の治療、安静を要する)		
H23.7.1	京都府内	なし		
H23.7.26	東京都内	打撲(全治2週間)		
H23.9.2	大阪府内	死亡	違法	
H23.9.6	東京都内	重傷(火傷)		
H23.9.18	奈良県内	腰椎圧迫骨折		
H23.10.15	千葉県内	右肋骨骨折		
H23.11.2	東京都内	死亡		
H23.11.5	東京都内	死亡	違法	
H23.11.8	福島県内	脳挫傷		
H23.11.9	神奈川県内	両足踵骨折	違法	
H23.12.26	兵庫県内	死亡		
H24.1.20	福岡県内	尾骨骨折	違法	
H24.2.8	東京都内	死亡		
H24.3.20	埼玉県内	死亡		
H24.3.24	茨城県内	腰椎圧迫骨折	違法	
H24.4.27	埼玉県内	死亡	違法	
H24.5.8	兵庫県内	重傷		
H24.5.14	北海道内	死亡	違法	
H24.5.15	東京都内	死亡		
"	栃木県内	背骨圧迫骨折		
H24.6.30	栃木県内	なし		○
H24.8.25	滋賀県内	中等症(足の親指を骨折)	違法	
H24.9.3	東京都内	なし		
H24.10.31	石川県内	死亡		○
H24.12.3	兵庫県内	死亡		○

付録2：エレベーター新規設置工事費用

公共工事におけるエレベーター新設設置工事一覧(平成23年度、平成24年度。一般財団法人日本建設情報総合センターホームページ(<http://www.i-ppi.jp/search/web/Index.htm>)より)

工事名	契約金額 (円)	台数		契約年度	
		タイプ H	タイプ L	201 1	201 2
鹿嶋法務支局(H24)エレベーター設備工事	9,500,000	0	1	0	1
神奈川障害者職能校(12)エレベーター設備改修工事	13,000,000	0	1	0	1
仙台航空基地(12)エレベーター設備工事	11,211,000	0	1	0	1
鏡石地区地下道エレベーター設備設置工事	39,000,000	0	2	0	1
米沢税務署(11)エレベーター設備工事	9,900,000	0	1	1	0
税大関東信越研修所(11)エレベーター設備工事	28,763,000	0	2	1	0
岡山法務総合エレベーター設備工事	51,400,000	0	3	1	0
神奈川障害者職能校(11)エレベーター設備改修工事	13,800,000	0	1	1	0
新宿労働総合庁舎(11)エレベーター設備工事	16,700,000	0	1	1	0
平成23年度 観音寺法務支局エレベーター設備工事	9,700,000	0	1	1	0
平成23年度 西条法務支局エレベーター設備工事	9,765,000	0	1	1	0
高崎公共職安(11)エレベーター設備工事	10,500,000	0	1	1	0

文教施設関係におけるエレベーター新設工事一覧(平成23年度・平成24年度。文教施設工事情報調達情報公開・収集システム(<http://sisetuweb1.mext.go.jp/mdbskn/frontsite/MF000.asp?BT=M>)より。)

工事名	契約金額 (円)	台数		契約年 度	
		タイプ H	タイプ PL	20 11	20 12
室蘭工業大学総合研究棟(応用理化学系)新営エレベーター工事	11,539,500	0	1	0	1
秋田大学(医病)外来棟・中央診療棟エレベーター設備新設工事	24,570,000	0	2	1	0
秋田大学(本道)医療総合シミュレーションセンター新営エレベーター設備工事	9,450,000	0	1	1	0
仙台高専(名取)情報デザイン棟エレベーター工事	15,225,000	0	1	0	1
東京大学(本郷)法学部3号館新営エレベーター工事	38,535,000	0	3	1	0
東京大学(本郷)法文学部2号館エレベーター工事	9,870,000	0	1	0	1
東京大学(柏の葉駅前)総合研究棟(仮称)新営エレベーター工事	24,570,000	0	2	0	1
一橋大学社会科学統計情報研究センターエレベーター工事	13,125,000	0	1	1	0
新潟大学(五十嵐)中央図書館エレベーター設備工事	9,975,000	0	1	0	1
新潟大学(五十嵐)環境・エネルギー研究拠点施設新営エレベーター工事	13,545,000	0	1	0	1
大阪教育大学(柏原)音楽棟エレベーター工事	8,925,000	0	1	1	0
岡山大学(鹿田)地域医療総合支援センター新営エレベーター工事	13,093,500	0	1	1	0
岡山大学(医病)中央診療棟新営エレベーター等工事	155,400,000	0	0	1	0
山口大学(小串)地域医療教育研修センター新営エレベーター工事	14,490,000	0	1	1	0
山口大学(吉田)人文・理学部管理棟エレベーター工事	13,440,000	0	1	0	1

付録3：既存エレベーター台数推測値

推計に用いたモデルは4. 2. 節を参照。

タイプH	タイプL	年度
444633	36836	2000年
445302	49851	2001年
439802	65882	2002年
433735	82248	2003年
427507	101241	2004年
422144	119118	2005年
420919	139869	2006年
411982	159135	2007年
411138	172970	2008年
407235	186866	2009年
400729	199105	2010年
392420	210561	2011年
387185	210561	2012年
381514	210561	2013年
375296	210561	2014年
368440	210561	2015年
360902	210561	2016年
352557	210279	2017年
343133	209622	2018年
332507	208555	2019年
320597	207057	2020年
307500	205123	2021年
293639	202859	2022年
279297	200315	2023年
264541	197475	2024年
249311	194331	2025年
233538	190847	2026年
217191	187010	2027年
200536	182939	2028年
183732	178874	2029年
167731	174286	2030年
152818	168888	2031年
139037	162589	2032年
126353	155351	2033年

114675	147228	2034 年
103964	138246	2035 年
94105	128473	2036 年
85032	118080	2037 年
76688	107396	2038 年
69019	96657	2039 年
62117	86991	2040 年
55905	78292	2041 年
50315	70463	2042 年
45283	63416	2043 年
40755	57075	2044 年
36680	51367	2045 年
33012	46231	2046 年
29710	41607	2047 年
26739	37447	2048 年
24065	33702	2049 年
21659	30332	2050 年
19493	27299	2051 年
17544	24569	2052 年
15789	22112	2053 年
14210	19901	2054 年
12789	17911	2055 年
11510	16120	2056 年
10359	14508	2057 年
9323	13057	2058 年
8391	11751	2059 年
7552	10576	2060 年
6797	9518	2061 年
6117	8567	2062 年
5505	7710	2063 年
4955	6939	2064 年
4459	6245	2065 年
4013	5621	2066 年
3612	5058	2067 年
3251	4553	2068 年
2926	4097	2069 年
2633	3688	2070 年

