

第4章 エスカレーター

4.1 事故事例の調査・分析

エスカレーターにおける事故や不具合の事例について調査を行った。

調査は、主に新聞報道、インターネット情報をもとに収集したものである。また、建築基準法第12条に基づく定期検査報告のデータから不具合情報をとりまとめた。

(1) 事故事例のデータ

国内エスカレーターの事故事例について、平成7年～20年（平成21年の一部を含む）の死亡事故以外のデータ（全149件）及び昭和51年～平成21年にかけての死亡事故データ（全11件）を参考資料10（資料編）に示す。

また、海外の事故事例を参考資料11（資料編）に示す。

(2) 事故・不具合事例の分析

1) 死亡事故

収集データ（昭和51年～平成21年）全11件中9件が建築基準法に定めるエスカレーターの事故である。原因別（推定を含む）は図4.1.1、年齢別は図4.1.2に示す通りである。

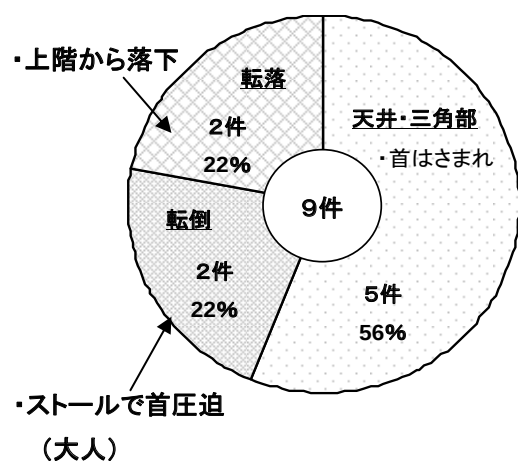


図 4.1.1<原因別>

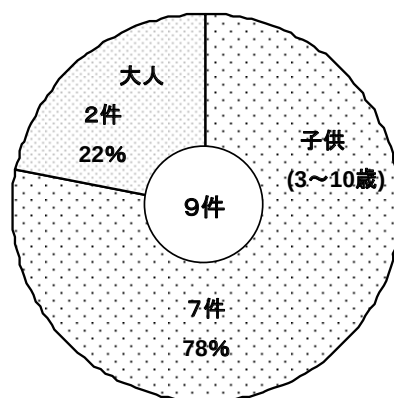


図 4.1.2<年齢別>

2) 死亡以外の事故

収集データ（平成7年～平成21年10月）全149件中137件が実質的にエスカレーターの事故・不具合に類する。データ中、明確に分類できた年齢別（図4.1.3）、設置用途別（図4.1.4）、部位・事象別（図4.1.5）の内訳を次に示す。

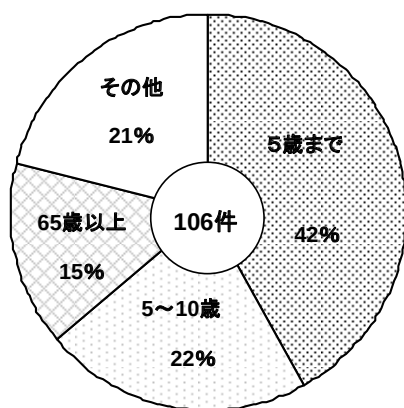


図 4. 1. 3<年齢別>

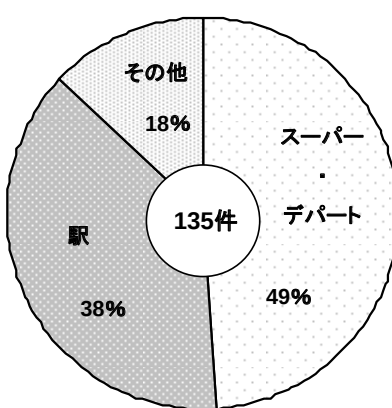


図 4. 1. 4<設置用途別>

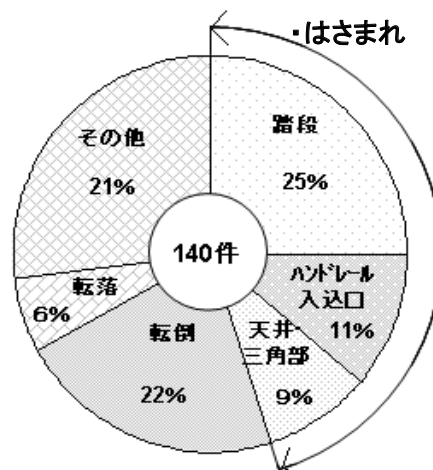


図 4. 1. 5<部位・事象別>

(3) (社)日本エレベータ協会集計による事故発生状況

- 1) 「エスカレーター人身事故件数調査集計報告書」 1980 年（昭和 55 年）に公表された内容を図 4. 1. 6 示す。（調査期間：1978. 1～1979. 12）

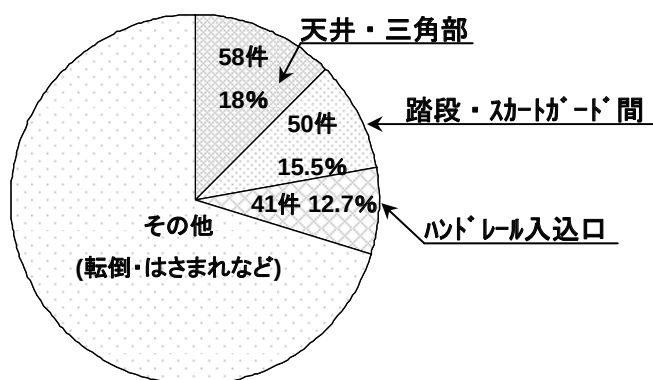


図 4. 1. 6 エスカレーター人身事故 (1978. 1～1979. 12)

- 2) 人身事故集計を「部位別」「年齢・要因別」に再計したデータを表 4. 1. 1 に示す。

(特徴)

- ① 部位別では、法規定の整備・充実もあって、それぞれ減少傾向にあるといえる。しかし、重大事故が散発している状況である。
- ② 年齢別では、子供の事故が漸減傾向にある。
- ③ 大人の事故で「転倒」による事故が多数を占めており、人口の高齢化の影響を反映している状況が確認できる。

表 4.1.1 エスカレーター人身事故〈年齢・事象別〉〈部位別〉

項 目 (公 表 年)		第1回調査 (1980年)	第2回調査 (1985年)	第3回調査 (1991年)	第4回調査 (1995年)	第5回調査 (2000年)	第6回調査 (2005年)
調 査 期 間		'78/1～'79/12	'83/1～'84/12	'88/1～'89/12	'93/1～'94/12	'98/1～'99/12	'03/1～'04/12
年 齢 ・ 事 象 別	分 類 別 発 生 率						
	■ 転倒事故	65(20.2)	94(32.2)	64(27.7)	112(34.8)	197(46.9)	359(53.2)
	事 象						
	乗り方不良	191(59.1)	230(78.8)	134(57.8)	205(63.7)	179(42.6)	269(43.9)
	いたずら	88(27.3)	42(14.4)	66(28.4)	62(19.3)	46(19.3)	71(10.5)
	年 齢						
	■ 大人	60(18.6)	76(26.0)	67(28.9)	130(40.4)	226(53.8)	347(51.5)
部 位 別	■ 子供(幼児・小学生)	240(74.3)	192(65.8)	160(69.0)	163(50.6)	156(37.2)	190(28.2)
	分 類 別 発 生 率						
	■ ハンドレール入入口	41(12.7)	34(11.6)	32(13.4)	33(10.2)	37(8.8)	42(6.2)
	踏 段						
	くし間	32(9.9)	22(7.6)	15(6.5)	31(9.6)	24(5.7)	29(4.3)
	■ スカートガード間	50(15.5)	51(17.5)	39(16.9)	52(16.1)	41(9.8)	65(9.6)
	踏 段 間	20(6.2)	10(3.4)	14(6.1)	16(5.0)	10(2.4)	16(2.4)
	■ 計	102(31.9)	83(28.5)	68(29.5)	99(30.7)	75(17.9)	110(16.3)
	■ 天井部(発生率%)	58(18.0)	31(10.6)	20(8.6)	16(5.0)	22(5.2)	16(2.4)
	■ 事故発生率 (%)	1.8	1.3	0.8	0.8	0.8	1.1
■ 全事故件数 (件)		323	292	232	322	420	674
■ 対象台数 (台)		18,193	23,286	28,831	38,664	50,569	59,982

(4) 東京消防庁における人身事故の集計・分析

東京消防庁管内において 2003 年 1 月からの 15 ヶ月間の救急事故を調査したところエスカレーター関係が 1,014 件あったと報告されている。

この調査結果を受けて「エスカレーターに係る事故防止対策検討委員会」が組織され、追加調査を含めた計 1,317 件について分析した結果を表 4.1.2 に示す。

高齢者の事故多発、なかでも転倒、転落の事故が多くなっている。

表 4. 1. 2 東京消防庁救急事故調査分析〈エスカレーター関係〉

分析結果		発生比率・人	
高齢者の事故が53.1%を占めている	65歳以上	53.1% 699人	100%
人口10万人当りの年代別年間事故人数 ・65歳から急増する	0～4歳 5～54歳 55～64歳 65～74歳 75歳以上	8.4 2.4(平均) 8.7(平均) 15.3(平均) 26.8(平均)	(単位:人)
転倒・転落事故が95.7%を占めている	全1,317人	「衝突:1.2%」 1,261人 「はさまれ:1.4%」	95.7% 100%
高齢者の事故は、昼時間帯が多い	全699人	10～16時 → 61.8% 10～17時 → 68.7%	100%
事故発生率は、「駅舎」が最も高い	全1,317人	駅舎 → 64.5% 物販 → 25.7%	100%
「歩行」を危険と感じている高齢者が多い	危険と感じる	61.6%	100%
ハンドレールを「つかまない」状態での事故が多い	ハンドレールを利用せず	48.6%	100%

4.2 安全対策技術の現状

エスカレーター（動く歩道を含む）の法規定の変遷や安全技術の動向を知るための文献は数少ない。

ここでは、エスカレーターの歴史を略記し、特に大正時代からの法規定の変遷、人身事故の発生状況とこれにともなう安全技術の進歩について整理した。

（1）エスカレーターの法規定の変遷

1) エスカレーターの起源（略記）

エスカレーターの原理的発想は 1850 年代のアメリカで誕生し、実用に至った原型は 1900 年（明治 33 年）の「パリ万博」に出展されたのが始まりとされている。

以後、欧米での揺籃期を経て、1914 年（大正 3 年）に輸入品が国内に導入され（東京大正博覧会、東京・日本橋三越呉服店等）、それらが日本における設置第 1 号機となった。

2) 警視庁昇降機取締規則の制定

その後、1926 年（大正 15 年）に「警視庁昇降機取締規則」（以下、「取締規則」と略す。）が制定された。なお、この規則では、昇降機は「エレベーター」を指しており、エスカレーターは「エスカレーター」の用語で定義されている。

エスカレーター関連の規定（15 条の 1）は、表 4.2.1 に示す僅か 6 項目であった。

表 4.2.1 エスカレーター関連の規定〈1926 年：取締規則〉

区分	規 定	注：(1)～(6)は条項の順番を示す
構造・材質	(1) 進路は鉄製軌道によること	
	(2) 進路の両面には適当なる扶壁を設けること	
	(6) 乗用のものは進路両側の扶壁に沿って移動手すりを設けること	
安全装置	(3) 非常の際、直ちに動力を遮断し得る装置を設けること	
	(4) 制動装置を設けること	
	(5) 運転開始および停止の信号装置を設けること	

■備考

- ・鉄製軌道：踏段の「案内レール」を指す。
- ・扶壁：踏段両側の「欄干」を指す。
- ・乗用のもの：非乗用は存在しないと解釈される。

3) 国産初期の安全装置

国産の第 1 号機は、1928 年（昭和 3 年）の大阪・新京阪電車駅ビル納めである。戦前に設置されたエスカレーターの台数は 30 台余りと推測されるが、当時のエスカレーターが備えていた安全装置は、文献によると表 4.2.2 に示すようなものであった。機能説明は、文献に記述された要約である。

構造・材質面では、次のように「取締規則」を遵守し、安全装置は 5 種類である。

- ① 進路（踏段の案内レール）は、鋼製である。
- ② 踏段の両側に「欄干」を設けている。

③ 欄干に沿って「ハンドレール」を設けている。

表 4.2.2 エスカレーターの安全装置<1928 年：国産 1 号機>

No.	装置名	機能説明	「取締規則」での規定有無
1)	非常停止ボタン	押ボタンスイッチは上昇・下降・停止の 3 点があって、停止ボタンが非常時の停止用に供せられる	○ (有)
2)	電磁制動機	電動機の運転中は電磁力によって制動輪を緩め、停止信号を受けた場合、電磁力が消滅して発条力によって制動を行う	○
3)	踏段チェーン異常検出装置	踏段列を連結するチェーンが異常伸び、あるいは切断した場合に作動し、運転を停止させる装置	× (無)
4)	駆動チェーン異常検出装置	踏段列駆動用の駆動チェーンが異常伸び、あるいは切断した場合に作動し、運転を停止させる装置	×
5)	ハンドレール異常検出装置	ハンドレール(手すり)が一定値以上伸びたり、切断した場合に作動し、運転を停止させる装置	×

■考察

「取締規則」の規定以外に実製品では 3 つ（表 4.2.2 の×印）の安全装置 3), 4), 5) が追加されている。その理由は、次の点にあると考えられる。

- ・ 3) 踏段チェーン異常検出装置
踏段チェーンが異常に伸びた場合、踏段相互のすき間が拡大し、靴先のはさまれ事故を誘発する。切断した場合は、踏段間に開口部が生じ、利用者の落下事故を招く。この安全装置は、現在でも重要な位置付け（法定装置）にある。
- ・ 4) 駆動チェーン異常検出装置
駆動チェーンの異常伸びは、切断の前兆であり、切断した場合は、踏段列が下降側に暴走状態となって転倒事故の原因となる。この安全装置は、現在の告示第 1424 号に規定がなく「設計上の留意事項」の記載にとどまっている。
- ・ 5) ハンドレール異常検出装置
戦前は、1938 年（昭和 13 年）の「物資需給動員計画」によってゴムの使用が認められず、当時のハンドレールは、薄いプレスボードを C 字形状に打ち抜いて 2 本のロープで環状にしたと伝えられている。破断など品質面の問題から必要になった応急的な装置と考えられる。
この安全装置は、戦後になっては存在しない。

■参考資料

日立評論：論文「日立電動階段」，日立評論第 20 巻第 9 号，（1937 年・昭和 12 年）

4) 東京都昇降機安全条例の施行

戦後の 1948 年（昭和 23 年）には、「取締規則」を充実させた形の「東京都昇降機安全条例」（以下、「安全条例」と略す）が施行され、同時に戦前からの「取締規則」は廃止された。

この安全条例は、エレベーター、エスカレーター、娯楽設備について規定され、エスカレーター関係の「第 33 条」「第 34 条」は表 4.2.3 の通りである。上述の「取締規則」「国産初期の製品仕様」を併記し、取締規則と比較して内容的に「新規」か否かを示す。

表 4.2.3 エスカレーター関連の規定<1948 年：安全条例>

区分	条項	規定	「取締規則」	国産初期の製品仕様	新規（取締規則比）
構造・材質（第 33 条）	1	傾斜は水平面となす角度を 30 度以下とすること	× (無)	○ (有)	○
	2	進路の両側には扶壁（欄干）を設けること	○	○	—
	3	幅は移動踏面から（垂直高さ）0.6m の扶壁間の距離をもって計り 0.6m 以上 1.2m 以下とすること	×	○	○
	4	定格速度は毎分 30m 以下とすること	×	○	○
	5	強度計算においてはトラスまたはガーダーの安全係数を 5 以上、鎖の安全係数を 10 以上とする	×	△ (不明)	○
	6	進路は鋼製レールとすること	○	○	—
	7	扶壁に沿って同方向に同一速度で進行する移動手すり（ハンドレール）を設けること	○	○	—
安全装置（第 34 条）	1	上下両階に、非常に際して直ちに動力を遮断することができるスイッチを設けること。「停止ボタン」の文字を掲示すること	○	○	—
	2	制動装置	○	○	—
	3	定格速度より 40%加速したとき、または踏段鎖が切れたとき動力を制動して進行を停止させること	×	△ (加速なし)	○
	4	運転開始および停止の信号装置	○	○	—

■参考資料

東京都：「昇降機安全条例」施行規則 第 171 号 1948 年（昭和 23 年 10 月）

5) 建築基準法の施行

戦後のエスカレーター関連法令の出発点は上記の「安全条例」である。その後 1950 年（昭和 25 年）には「建築基準法」が制定され、同年「建築基準法施行令」が施行さ

れた。

しかし、昇降機については建築確認の対象とはしているものの、構造に関する技術基準は定められていなかった。

1958 年（昭和 33 年）に「建築基準法」が改正され、翌 1959 年（昭和 34 年）1 月から施行された。この改正によって初めてエレベーターとエスカレーターの構造に関する技術基準が定められ、同時に「安全条例」が廃止された。

「建築基準法施行令」（以下、「施行令」と略す）の、エスカレーター関連部分を表 4.2.4 に「安全条例」と対比して示す。

ここで、表 4.2.4 に「※追加」と記載した<スカートガード安全装置>、<ハンドレール入込安全装置>の 2 種は、1980 年（昭和 55 年）の施行令の改正で追加規定されたものである。

表 4.2.4 エスカレーター関連の規定<1958 年：施行令>

区分	条項	施行令第 129 条の 11	「安全条例」	新規
構造	1-1	人または物がはさまれ、または障害物に衝突することがないようにすること	×	○
	1-2	勾配は 30 度以下とすること	○	—
	1-3	踏段の両側に手すり（欄干）を設け、上すりの上端部（ハンドレール）が踏段と同一方向に同一速度で連動するようにすること	○	—
	1-4	踏段面から（垂直に）60cm の高さにおける手すり（欄干）の距離は 1.2m 以下とすること	○	—
	1-5	踏段の速度は、30m 以下とすること	○	—
安全装置	2-1	踏段くさがり切れたとき、動力が切れたとき、または昇降口における床の開口部を覆う戸（通称：防火シャッター）が閉じようとするときに、踏段の昇降を自動的に制止する装置	△	○
	2-2	昇降口において踏段の昇降を停止させることができる装置	○	—
	※追加 2-3	昇降口に近い位置において、人または物が踏段側面とスカートガードとの間に強くはさまれたときに、踏段の昇降を自動的に制止する装置	×	○
	※追加 2-4	人または物がハンドレール入込口に入り込んだときに、踏段の昇降を自動的に制止する装置	×	○

△印は一部規定あり ※追加は、1980 年の政令改正による追加

同時に、施行令第 129 条 13 において<エスカレーターの構造計算>について規定された（表 4.2.5）。

表 4.2.5 エスカレーターの構造計算<1958 年：施行令>

区分	条項	規定<施行令第 129 条 13>	「安全 条例」	新規
構造 計算	4	エスカレーターの積載荷重は、次の式によって 計算した数値以上としなければならない。 $P = 270A$ P：エスカレーターの積載荷重。単位 kg A：踏段面の水平投面積。単位 m ²	×	○
	5	使用する材料の応力許容度は、当該材料の破壊 強度を表中の数字で除した数値によらなけれ ばならない。	○	—
		エスカレーターのトラス またははり		
		エスカレーターのくさり		

(2) 交通バリアフリー法の施行

2000 年（平成 12 年）11 月に通称「交通バリアフリー法」（高齢者、身体障害者の公共機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律）が施行された。そのガイドラインを表 4.2.6 に示す。

なお、表中①は 2006 年、②は 2007 年にそれぞれ追加された項目である。

表 4.2.6 エスカレーター関連のガイドライン<2000 年：交通バリアフリー法>

口ガイドラン		
方向		◇上り専用と下り専用をそれぞれ設けることが望ましい。
幅		◇S1000 型（踏み段幅約 100cm）以上とすることが望ましい。
表面		○踏み段及びくし板の表面は滑りにくい仕上げとする。
識別	踏み段	○踏み段の端部に縁取りを行うなどにより、踏み段相互の識別をしやすいようにする。
	くし板	○くし板の端部と踏み段の色の明度の差を大きくすることに等により、くし板と踏み段との境界を容易に識別できるようにする。
昇降口水平部		◇昇降口の踏み段の水平部分は 3 枚以上とすることが望ましい。
手すり		○くし板から 70cm 程度の移動手すりを設ける。 ○乗降口には、旅客の動線の交錯を防止するため、高さ 80～85cm 程度の固定柵又は固定手すりを設置する。
速度		◇1 以上のエスカレーターは 30m/分以下で運転可能なものとすることが望ましい。
表示		○上り又は下り専用のエスカレーターの場合、上端及び下端に近接する通路の床面又は降り口付近のわかりやすい位置（ゲートポスト等）等において、当該エスカレーターへの進入の可否を示す。

	◇上り又は下り専用でないエスカレーターについて、当該エスカレーターへの進入の可否を表示することが望ましい。 ◇しるしをつけることなどにより、ベルトの進行方向を表示することが望ましい。② ◇進入可否表示の配色については、参考 2-5 を参考とした色使い、色の組み合わせとし、色覚障害者の利用に配慮することが望ましい。
音声案内	○進入可能なエスカレーターの乗り口端部において、当該エスカレーターの行き先及び上下方向を知らせる音声案内装置を設置する。① ◇なお、上記音声案内装置の設置にあたっては、乗り口に近い位置に音源を設置すること、又は、乗り口端部にスピーカーが内蔵されたエスカレーターが望ましい。スピーカーは、可能な限り乗り口端部付近に設置し、利用者に対面する方向に指向性をもたせることが望ましい。 (設置の考え方、具体的な音声案内例は 2. ②「視覚障害者誘導用案内設備を参照)

◇は誘導的に望ましいとされた事項

以上、法令や告示等の充実化とともに安全技術が進歩し、その結果が人身事故の低減効果として現れている。

人身事故の発生状況では、子供のはさまれ事故が激減する一方で、大人の転倒事故が激増の傾向にある。子供の事故対策は、法令等の充実によるハード対策に拠るところ大であるが、大人の転倒事故は社会の高齢化傾向に即したハード、ソフト両面の対策が十分でなかったことが増加の要因の一つであるとも言える。

4.3 安全技術目標の調査・検討

国内における法規定、人身事故の発生状況をふまえ、人身事故低減（目標）のための主要な課題について検討した。

4.3.1 主たる人身事故の防止策

人身事故の発生において、部位別の発生件数は調査年次ごとに大きく変化している。事故の発生部位は表 4.3.1.1 の 4 つに分類される。

表 4.3.1.1 事故発生部位と事故発生率の変化 (30 年前のデータ比)

①	踏段・乗降口での転倒	発生件数・65 件/2 年⇒約 6 倍増 事故発生率：20.2% ⇒ 53.2%
②	踏段周囲ではさまれ	事故発生率：31.9% ⇒ 16.3%
③	ハンドレール入込口ではさまれ	事故発生率：12.7% ⇒ 6.2%
④	天井・三角部(重大事故多い)	事故発生率： 18% ⇒ 2.4%

これら問題部位における事故を防止するためには、次の施策が有効と考えられる。

(1) 転倒事故防止

- ・踏段歩行の禁止措置
- ・エスカレーターへの安全な誘導策
- ・乗降口における水平踏段の枚数増
- ・乗降口・くし板の緩傾斜化
- ・減速度
- ・事故多発時間帯の低速運転化

(2) はさまれ事故防止

- ・踏段とその周囲
- ・ハンドレール入込口
- ・天井・三角部の保護
- ・その他、安全に係る対策・処置

以下、上記について当面の技術課題に言及する。

1) 踏段歩行の禁止措置（動く歩道を除く）

①「歩行」の危険性と啓もう

東京消防庁の提言には「手すり（ハンドレール）を利用し歩行は避ける」とあるが言うまでもなく、歩行がもたらす安全上の悪影響が大きいと考えられる。駅など公共性の高い施設では、注意ステッカーなどで「歩行は危険」を訴えつつ「容認」の立場をとっているが「歩行禁止」を明確にすべきと考える。

また、エスカレーター歩行による怪我の増加、静止利用者からのクレームの多さをみても「正しい利用」から逸脱し、他人を巻き込む恐れのある危険行為は排除したいところである。

②「歩行」がもたらす機械的な問題

歩行にともなう衝撃で安全装置の不要動作（急停止）の原因ともなる。

また、踏段列を連結している 2 列の踏段チェーンのうち、歩行側の片方が衝撃によ

って異常伸びをきたすことである。この現象は、踏段チェーンの寿命（交換）のみならず、経年的に踏段相互間のすき間が拡大し、異物（靴など）を巻き込みやすくなる可能性がある。図 4.3.1.1 に概念図を示す。

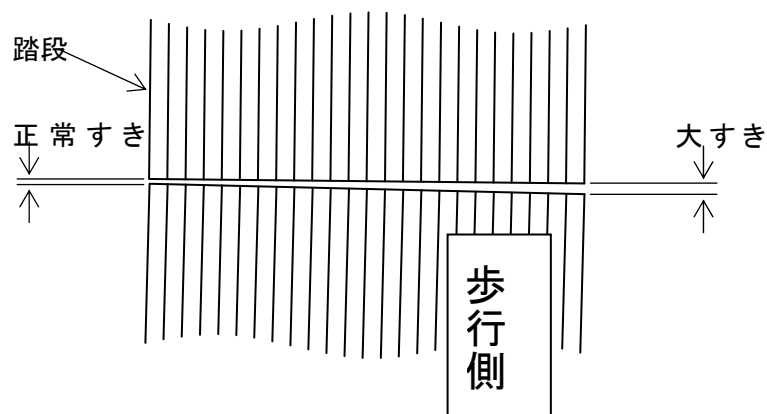


図 4.3.1.1 踏段平面図（概念図）

■当面の課題

注意ステッカーの貼付、注意放送による警告などの対応が重要である。

2) エスカレーターへの誘導

エスカレーター運転方向の視認（逆乗り込み防止）、乗り込み時の手がかり・速度感の認識への対応が必要である。

■当面の課題

誘導策の普及が期待される。

・交通バリアフリー法	◇しるしをつけるなどにより、ベルト（ハンドレール）の進行方向を表示することが望ましい
・グッドプラクティス（紹介文）	◇ベルト（ハンドレール）の地色としるしの色のコントラストが強く、しるしの動きが認識しやすい。 エスカレーターの進行方向がわかり、誤進入の防止等に有効である。 — 写真 4.3.1.1 写真 4.3.1.2 —



写真 4.3.1.1 施設整備ポイント集の例（東京駅）



写真 4.3.1.2 ベルト部拡大

3) 乗降口における水平踏段とくし板

① 乗降口における水平移動踏段の枚数増（動く歩道を除く）

上下乗降口の水平から傾斜路に至る部分の、水平に移動する踏段の枚数については、次のような法規定がある。

国内	交通バリアフリー法	・昇降口の踏段の水平部分は3枚以上が望ましい
海外	EN115	・降り場における水平部分は0.8m(2枚)以上とする。 ・30m/分以上、または揚程6m以上においては、水平部分は1.2m(3枚)。 ・公共用で39m/分を超えるものは1.6m(4枚)。

国内の一般用途用においては、上下乗降口ともにほぼ1.5枚、距離にして約0.6mに設定されている。これは1.2歩の歩行が可能な距離であるために、踏段に乗り込んだ時点でいったん定めた立ち位置から動いてしまい、踏段の境目に乗ってしまう危険（段差が生じると転倒する）性が懸念される。

水平移動距離の枚数増は、図4.3.1.2の水平距離Lの延長、すなわち機械の大型化を意味しており、建築スペースとの兼合いで適用できないケースが多い。また、傾斜移行部の曲率半径Rの大径化も考慮すべきである。

なお、高速、高揚程型の場合は、当初より上表（EN規格）の数値を採用している。

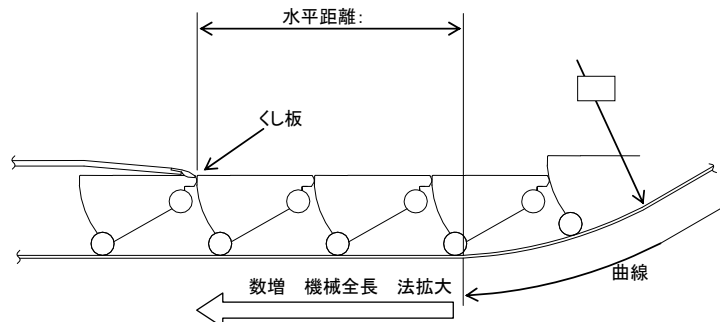


図 4.3.1.2 水平移動踏段の水平距離 L

■参考資料

(社)東京都昇降機安全協議会：「協議会便り」誌、No.5, 2007.2

② 乗降口におけるくし板の緩やかな傾斜化

乗客のつま先や踵が衝突しないように、図4.3.1.3に示す「踏段表面に対するくし板の傾斜角 θ 」を極力緩傾斜化する必要がある。

一般には $\theta = 30$ 度程度であるが、これを1/3程度にした実製品もある。

ちなみに、EN115では古くから $\theta \geq 40$ 度（2008年版で35度）の規定がある。

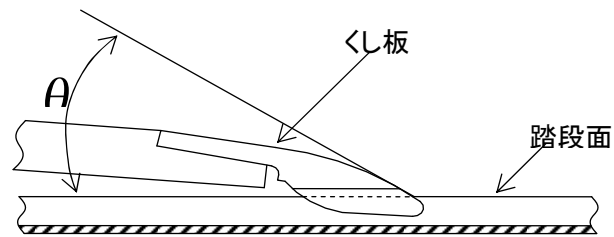


図 4. 3. 1. 3 くし板形状図

4) はさまれ事故の防止

エスカレーターにおける「はさまれ」事故は、そのほとんどがスカートガード、デマケーションライン、デッキカバーの3部位で発生している。各部の構造について対応が必要となっている。

①踏段とその周囲

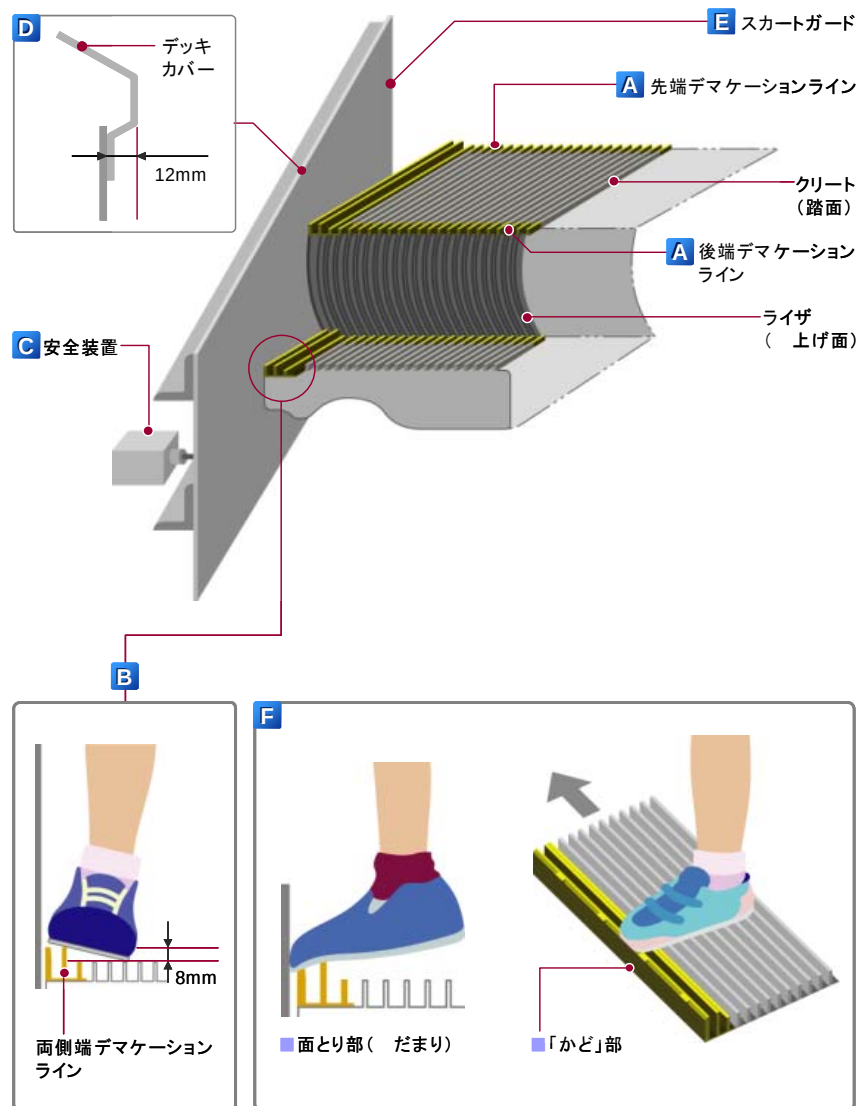


図 4. 3. 1. 4 踏段とその周囲の安全施策図

部位	名 称	機 能 要 件
A	デマケーションライン	■ステップ周囲の縁取りで「危険区画」を表示－前端・両側端の周囲3方あるいは後端を含めた周囲4方のものがある。
B・F	デマケーションライン	■「面とり部」 せまい「すき間」の入口に異物（靴など）が侵入すると瞬時に奥深く入りやすい「肉だまり」の要素により侵入を遅らせる効果がある。
		■「かど」部 「面とり」部にとどまる靴先を引き上げていく効果がある。
C	スカートガード安全装置	■ステップとスカートガードの「すき間」に異物が侵入した場合、圧力を検知し、エスカレーターを停止させる。
D	デッキカバー（凸部）	■ステップ・クリートの上方位において、人体の接近を阻止する「出張り」。(EN115・デフレクター装置相当) 出張り量は大きいほど良いが、ベビーカート車輪の「はさまれ事故」も勘案する必要がある。
E	スカートガード（すべり処理）	■接触する異物の「摩擦抵抗」を低減する処理で、一般には「テフロン系塗料」を用いる。 ■ステップ面の前後方向（クリート先端とライザ面）における異物「はさまれ事故」防止には、「ライザ面」への塗布が有効である。 ■すべり処理は、スカートガード、ライザー面に対して経年的にこまめな対応が肝要である。

表 4. 3. 1. 2 部位名称及びその解説

■参考資料

東京都昇降機安全協議会：「協議会便り」誌，No. 7，2007. 11

■当面の技術課題

はさまれ事故の防止において、「踏段と踏段間」、「踏段とスカートガード間」のすき間の極少化、閉塞化（ゼロ化）が必要である。

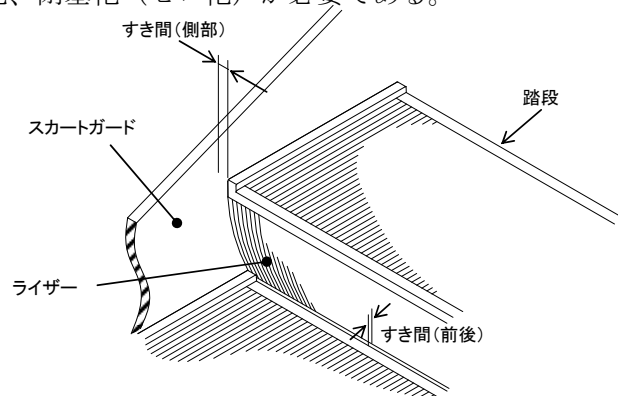


図 4. 3. 1. 5 踏段のすき間図

② ハンドレール入込口

ハンドレール入込口におけるはさまれ事故は、この30年間減少傾向を続けているが、ハンドレールに擦られて手先の火傷、骨折などの被害を受ける部位である。

この安全装置は、下の機構図のようにハンドレールの入込口の「インレット」(ゴム製のガード)に外力が作用した場合に作動する検出スイッチを内蔵する一方、いったん引込まれた手先を引き抜きやすくする工夫や身体厚以上の高さ設定(180mm以上)がなされている。

また、インレット部分に乗客が手荷物を衝突させ誤作動に至るケースもあって、ハンドレールの入込口のみ作動、出口側を不作動とする運転方向同調型の制御方式を採用している。

■当面の技術課題

この部分に手が引込まれた場合、引き込まれた手先が容易に「抜けやすい」構造的な対応が必要である。

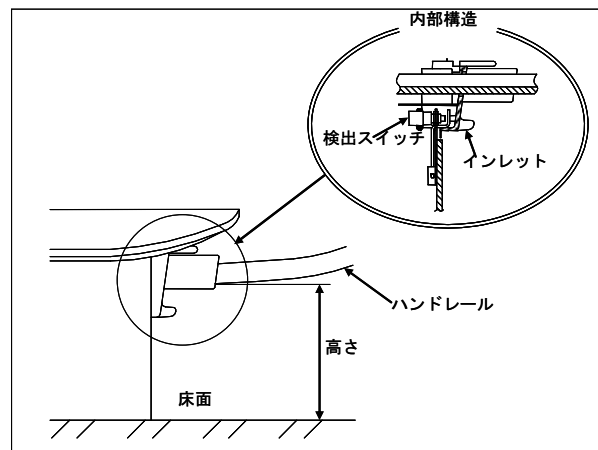


図 4.3.1.6 ハンドレール入口の構造図

■参考資料

国際交通安全学会：同会誌「エスカレーターの安全性・快適技術の進歩」、2002.10

③ 天井・三角部の保護

エスカレーター死亡事故はほとんどこの部位で発生している。

■当面の技術課題

上記のすき間をふさぐための構造的な対応が必要である。

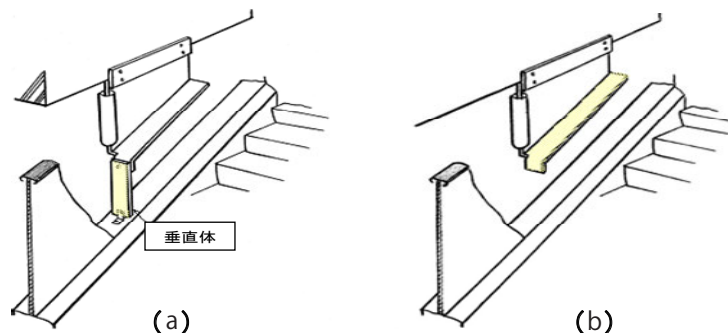


図 4.3.1.7 より安全な構造図

■参考資料

東京都昇降機安全協議会：「協議会便り」、誌、No.8、2008.2

4.3.2 その他の安全に係る対策

1) 側板・ガラスパネルの破損

下部乗降口から上部乗降口にかけての階段走行路全域の側壁（欄干）を構成するガラスパネルの破損事故、この破損部からの乗客の落下事故が懸念される。ガラス欄干は鉄道駅等を除いてエスカレーターの80%強に適用されている。板厚10mmほどの強化ガラス（焼入れ処理品）が用いられるが、ガラス組織内への異物混入（製造時）、表面のキズ（稼働時）によって破損することが知られている。

■当面の技術課題

- ・ JIS R3206 による品質確保を徹底する
- ・ 飛散防止フィルム等によるガラス破片の飛散防止策を講じる。

2) 乗降口、降り口の人の滞留

- ①降り口で人が滞留すると利用者の進路が遮断され、パニック状態になることが懸念される。
- ②エスカレーターに乗り込んだあと、何らかの原因で転倒、そのまま降り口に至り、着衣（ストールなど）がくし部分に引き込まれる。

■当面の技術課題

カメラによる監視、あるいは特別な滞留検出装置によって異常を検知し、エスカレーターの運転を停止する処置が望ましい。

降り口付近の足元位置に人体検出センサ（レーザ式センサ等）を設置することが考えられる。

3) 非常時の逆走防止への対応

2007年6月、鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準で、地下施設に限り、エスカレーターに階段降下防止装置を設ければ、避難経路とみなす。こととなったが、地下空間に限らず、利用客の多い用途限定（イベント会場、ターミナル駅など）で適用の検討が必要である。

階段3人立ちなどの不規則利用に耐えるよう「法定積載荷重に対して2倍の制動力」を有するブレーキを搭載（BEEC 昇評自 03-010-03-013 号）する等の対応の検討が必要である。

表 4.3.2.1 階段としての運用例（1998 年時点の調査）

注)ES:エスカレーター

国 名		イギリス	フランス	オーストラリア
		British Railways Board	SNCF	State Rail Authority of NSW
非常時	避難時に ES は使用しているか	使用	使用	使用
	ES は運転しているか	運転	運転	運転
	停止している ES を歩くことを禁止しているか	禁止しない	禁止しない	禁止しない

	避難計画上、ES を経路として算入可能か	算入可能	ES のうち最大 50%を算入可能	算入可能
	非常用電源は備えているか	備えている	———	備えている
平常時	使用している ES を階段として使用しているか	使用する	使用しない	使用する

4.4 安全設計技術仕様

エスカレーターが具備すべき安全施策について主要な海外規格である欧州規格 EN115 を参照し、具体的な事例をあげて考察した。

国内法規と欧州規格（EN115・1995 年版）の主な内容（対比）を表 4.4.1 に示す。

表 4. 4. 1 エスカレーターの規格

No.	日本		海外規格：EN115（1995 年版）
	施行令第 129 条の 12	関係告示の規定	
1	1-1) 通常の使用状態において人または物がはさまれ、または衝撃物に衝突することがないようにすること	・ 階段とスカートガードのすき間：5mm 以下 ・ 階段と踏段のすき間：5mm 以下 ・ ハンドレールの外縁から 500mm 以内に障害物がある場合は保護板を設ける ー 例図あり・省略ー	・ 同左のすき間：片側 4mm 以下、両側の和で 7mm 以下 ・ 同左のすき間：6mm 以下 ・ ハンドレールの外縁と壁などの水平距離は 80mm 以上 ・ ハンドレールの周りに指や手がはさまれ・巻き込みがないようにする（すき間 8mm 以下）
		・ 勾配は 35 度以下とする（車いす以外） 〔速度 30m 以下、揚程 6m 以下、踏面奥行 35cm 以上、水平踏段 2 以上〕 ・ 動く歩道は 15 度以下とする	・ 勾配は 30 度を超えないこと ただし、揚程 6m 以下で速度 30m/分以下は 35 度までとする
		・ エスカレーター・動く歩道の両側に各々欄干を設ける	・ エスカレーター・動く歩道の両側に各々欄干を設ける
2	1-2) 勾配は、30 度以下とすること		・ 傾斜角は 6 度までの動く歩道はより広い幅が許される
3	1-3) 踏段の両側に手すり（欄干）を設け、手すり（欄干）の上部部（ハンドレール）が踏段と同一方向に同一速度で連動するようにすること		・ 踏段の上部部には踏段の速度と 0～2%の速度公差で移動するハンドレールを設けること
4	1-4) 踏段の幅は 1. 1m 以下とし、踏段の端から手すりの上部部の中心までの水平距離は 25cm 以下とすること	・ 動く歩道の踏板幅は 1. 6m 以下とする 〔勾配 4 度以下、踏板間段差 4mm 以下〕	・ 踏段の幅は 0. 58m 以上、1. 1m 以下とする ・ 傾斜角が 6 度までの動く歩道はより広い幅が許される
5	1-5) 踏段の定格速度は、50m 以下の範囲内において、勾配に応じて国土交通大臣の定める毎分の速度以下とすること	・ 勾配が 8 度以下：50m/分 ・ 勾配が 8 度～30 度以下のもの：45m/分 ・ 勾配が 8 度～15 度以下の動く歩道：45m/分 ・ 勾配が 30 度を超え 35 度のもの：30m/分	・ 傾斜角 30 度以下は 45m/分以下 ・ 30 度以上 35 度以下は 30m/分以下 ・ 動く歩道は 45m/分を超えないこと ただし、踏板幅が 1. 1m 以下、降り場で 1. 6m の水平部を有するものであれば 54m/分以下とする

No.	日 本		海外規格：EN115（1995 年版）																							
	施行令第 129 条の 12 強度検証法について ——省略—— 〔仕様基準に関する告示は今後制定予定〕	関係告示の規定																								
6	2) 強度検証法について ——省略—— 〔仕様基準に関する告示は今後制定予定〕	・安全率 <table><tr><td>区分</td><td>常時</td><td>安全装置作動時</td></tr><tr><td>踏段</td><td>3.0</td><td>2.0</td></tr><tr><td>トラス・はり</td><td>3.0</td><td>2.0</td></tr></table> ・限界安全率 <table><tr><td>区分</td><td>常時</td><td>安全装置作動時</td></tr><tr><td>踏段</td><td>7.0</td><td>2.5</td></tr><tr><td>チェーン</td><td>7.0</td><td>2.5</td></tr><tr><td>ベルト</td><td>4.0</td><td>2.5</td></tr></table> ・他に規定あり 他	区分	常時	安全装置作動時	踏段	3.0	2.0	トラス・はり	3.0	2.0	区分	常時	安全装置作動時	踏段	7.0	2.5	チェーン	7.0	2.5	ベルト	4.0	2.5	・踏段の静的試験条件下（省略）で 4mm を超えるたわみ、永久変形がないこと ・踏段の動的試験条件下（省略）で 4mm を超えるたわみ、永久変形がないこと ・動く歩道も同一（踏段を踏段と読み替える） ・他に規定あり 他		8.2.2.1.1 8.2.2.2.1 8.2.2.1.2 8.2.2.2.2
区分	常時	安全装置作動時																								
踏段	3.0	2.0																								
トラス・はり	3.0	2.0																								
区分	常時	安全装置作動時																								
踏段	7.0	2.5																								
チェーン	7.0	2.5																								
ベルト	4.0	2.5																								
7	3) 積載荷重は、次の式で計算した数値以上とする。 $P = 2,600A$ P：積載荷重 (N・ニュートン) A：踏段面の水平投影面積 (㎡)		・ブレーキの制動荷重は、踏段 (奥行き 0.4m) 当り次の荷重を加えるものとする。 () 内は動く歩道 <table><tr><td>踏段幅</td><td>荷重 (kg)</td></tr><tr><td>0.6m 以下</td><td>60 (50)</td></tr><tr><td>0.6～0.8m 以下</td><td>90 (75)</td></tr><tr><td>0.8～1.1m 以下</td><td>120 (100)</td></tr></table>	踏段幅	荷重 (kg)	0.6m 以下	60 (50)	0.6～0.8m 以下	90 (75)	0.8～1.1m 以下	120 (100)	12.4.4.1 12.4.4.3 他														
踏段幅	荷重 (kg)																									
0.6m 以下	60 (50)																									
0.6～0.8m 以下	90 (75)																									
0.8～1.1m 以下	120 (100)																									
8	4) 制動装置および昇降口において踏段の昇降を停止させる装置を設けること (非常停止ボタン)		・降り場か、その近くの目に付きやすい位置に緊急停止装置を設ける ・色は「赤色」とし、「停止」の文字を刻んで表示する <揚程 12m 以上では追加の緊急停止装置が必要>	14.2.2.3 15.1.2.2																						

No.	日 本		海外規格：EN115（1995 年版）																	
	施行令第 129 条の 12	関係告示の規定																		
9	5) 制動装置は、駆動装置の故障、人または物のはさまれ、人が危害を受けまたは物が損傷する恐れがある場合に作動すること (30m/分のとき停止距離 0. 1m 以上かつ 0. 6m を超えないこと) ブレーキ	・下記を検知した場合に制動すること イ. 踏段チェーンが異常に伸びた状態 踏段チェーン異常検出装置 ロ. 動力が切断された状態 ハ. 床の開口部を覆う戸が閉じようとしていない状態 防火シャッター連動装置 ニ. 昇降口に近い位置において、踏段とスカートガード間に人または物がはさまれた状態（動く歩道を除く） スカートガード異常検出装置 ホ. 人または物がハンドレールの入込口に入り込んだ状態 ハンドレール入込口異常検出装置	・ブレーキ：ブレーキを備え、減速しそのまま静止を続けるものとする。ブレーキをかけるタイミングを故意に遅らせてはならない ・踏段チェーン異常検出装置を設けること ・くし部分に巻き込まれた異物を検出する装置を設けること ・中間に降り場がない連接タイプでは、後続エスカレーター・動く歩道が停止した場合に停止する装置を設けること ・ハンドレール入込口異常検出装置を設けること ・超過速度 (定格の 1.2 倍) 検出、逆転検出装置を設けること ＜・ハンドレールが破壊荷重の規定を満たさない場合、検出装置要＞																	
10		・制動装置による停止距離 下式による計算値以上で、かつ 0. 6m 以下とする $S = V^2 / 9, 000$ S：踏段 (踏板) の停止距離 (m) V：定格速度 (m/分)	12. 4. 4. 2 <table><tr><th rowspan="2">定格速度 (m/秒)</th><th colspan="2">停止距離</th></tr><tr><th>最小</th><th>最大</th></tr><tr><td>0. 50</td><td>0. 20</td><td>1. 00</td></tr><tr><td>0. 65</td><td>0. 30</td><td>1. 30</td></tr><tr><td>0. 75</td><td>0. 35</td><td>1. 50</td></tr><tr><td>0. 90</td><td>0. 40</td><td>1. 70</td></tr></table>	定格速度 (m/秒)	停止距離		最小	最大	0. 50	0. 20	1. 00	0. 65	0. 30	1. 30	0. 75	0. 35	1. 50	0. 90	0. 40	1. 70
定格速度 (m/秒)	停止距離																			
	最小	最大																		
0. 50	0. 20	1. 00																		
0. 65	0. 30	1. 30																		
0. 75	0. 35	1. 50																		
0. 90	0. 40	1. 70																		