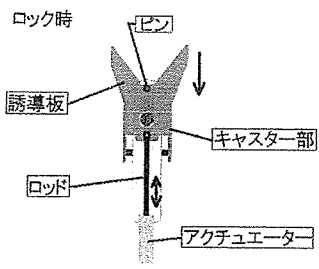
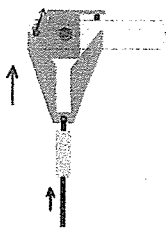


案6 ギア駆動機 構	図	<p>図 2.4.3.11 全体図</p>
	動作説明	<ul style="list-style-type: none"> ・ ロッカーアーム部に取り付けたモーターを使い、ギヤ駆動でキャストに取り付けられているピンク色のギヤを回転させて向きを変える。
	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ ギヤでキャストを回転させてセンサーで位置を見るので確実にキャストを進行方向に向けることができ、必要に応じて補正することも可能である。
	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ センサーで位置をフィードバックさせてモーターを制御する必要がある。また、制御はパソコンでプログラムを作ってコントロールする必要がある。 ・ ギヤ駆動なのでバックラッシュによるガタや、モーターの回転抵抗によるキャストの動作不良も考えられ、ギヤにクラッチ機構を設ける必要がある場合も考えられる。 ・ 動力元に電気を使うのでバッテリーが上がると動作できない。

		
<p>案7 V字型誘導板ロック機構</p>	<p>動作説明</p>	<p>図 2.4.3.12 ロック時上面図 図 2.4.3.13 90度回転時上面図</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前方がVの字状の溝になっている誘導版をアクチュエーターで前後方向に操作することで、キャスター部のピンを誘導することによりキャスターが直進方向を向くようロックすることができる。 ・アクチュエーターの性能にも左右されるが、比較的強い回転力を与えることができロックしやすい。 ・誘導板やアクチュエーターの取り付けスペースを確保する必要があり、また、小型化が困難で重量がかさんでしまう。 ・アクチュエーターを動かすのに電気、油圧、空気圧などの動力源が必要で、装置が大掛かりになってしまう。

各機構の評価を行った。評価の点数は10点満点とし、それぞれの評価項目に重要度に見合う重みを設定した。各機構の評価結果を下記の表2.4.3.2に示す。

表 2.4.3.2 各ロック機構における評価（10点満点）

各機構	評価項目	ロックの 確実性	ロック時のガ タ有無(精度)	スペース	重量	耐久性	動力源	合計
	重み	2	1.5	1.2	1	0.5	0.8	
1.くさび形・ピ ンスロープ機 構	点数	8	9	6	7	5	7	42
	点数×重み	16	13.5	7.2	7	2.5	5.6	
2.電磁アクチ ュエーターロッ ク機構	点数	5	6	8	8	7	5	44.1
	点数×重み	10	9	9.6	8	3.5	4	
3.トーションバ ネ誘導機構	点数	6	6	7	8	8	9	48.6
	点数×重み	12	9	8.4	8	4	7.2	
4.窪み付きカ ム形状ロック 機構	点数	9	9	8	7	7	7	57.2
	点数×重み	18	13.5	9.6	7	3.5	5.6	
5.カップリング 結合機構	点数	7	9	4	6	8	5	46.3
	点数×重み	14	13.5	4.8	6	4	4	
6.ギヤ駆動機 構	点数	9	7	4	5	8	5	46.3
	点数×重み	18	10.5	4.8	5	4	4	
7.V字型誘導 版ロック機構	点数	7	5	4	4	8	5	38.3
	点数×重み	14	7.5	4.8	4	4	4	

以上より、第4案の窪み付きカム形状ロック機構を最終案として設計していくこととした。

2.4.4 概念設計

キャスターとハンドル操舵を切り替えるキャスターロック機構を設計するに当たり、その仕様の概要を下記の表 2.4.4.1 に示す。

2.4.4.1 仕様書

変更	D,W	要件	担当
		<p>1. 使用用途</p> <p>ステアリングとキャスターを切り替えることにより、ステアリング機能の安定性とキャスター機能による狭い場所での小回り性能・旋回性能の両立が可能となるキャスターのロック解除機能を備える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 普段はハンドルとキャスター輪を連動させるステアリング操作により、ガタ路での挙動不安定防止や横傾斜路での横流れ防止が可能になり、線路やグレーチング等の溝も安全に通過することが出来る。 ・ エレベーター等の狭い場所での旋回や、壁等の障害物がありハンドル操作が困難な場合は前輪をキャスター状態に切り替えることにより、旋回や小回りが可能となる。 <p>2. 形状・寸法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フレームからはみ出す部分を少なくし、コンパクトである。(縦 130mm×横 100mm×高さ 60mm以下が望ましい) ・ 部品点数が少なくメンテナンスが容易。 ・ 人に対して傷害をもたらさないように突起物等を無くし安全性を考慮。 <p>3. 操作性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 遠隔操作により、手元のレバーでキャスターのロック解除が容易に出来る。 ・ キャスターのロックと解除の動作はスムーズに確実に行われる。 ・ レバーは軽い力で操作が可能で、すぐ操作できるように使用者の手の届く範囲に設置する。 <p>4. 耐久性 (強度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 繰り返しの動作を行っても長期にわたり性能が維持できる。 ・ キャスターロック機構部分は不意な外力が加わってもロックが 	

	<p>簡単には解除されず、破損することなく性能が維持できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・障害物と接触しても変形・破損し難い。 ・消耗部品の交換が容易に出来る。 <p>6. 材質・重量</p> <ul style="list-style-type: none"> ・材料は重量を考慮し、強度等を考え適切なものを使用。 ・強度が必要な部分は強い材料を使用。 <p>S45C 肉厚 3.2mm, SS400 肉厚 2.0mm</p> <ul style="list-style-type: none"> ・強度が不要な所は軽い材料を使用。 <p>(参考：アルミ A5052, プラスチック ジュラコンなど)</p>	
	第 01 号	

2.4.5 キャスターロック機構の設計 (窪み付きカム形状ロック機構)

2.4.5.1 ピン受け部の設計

形状の決定

形状は図 2.4.5.1 に示す大きな円 1 つ(青線)と小さな円(赤線)を 2 つ組み合わせた一部が窪んでいる形の外周形状とし、赤線の部分ではピンの押し付ける力を受けるとロックポイント(黄色部分)に向かって回転力が働く形状とした。ピン受け部の形状は外形をフレームからはみ出さない大きさの $\phi 70\text{mm}$ とし。そこに、回転中心部に入るベアリングのサイズと作用角度を考慮した結果 R20mm の円を組み合わせた寸法にした。

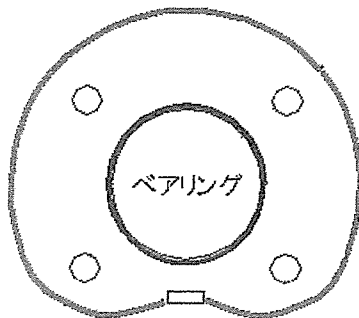


図 2.4.5.1.1 ピン受け部の輪郭線形状

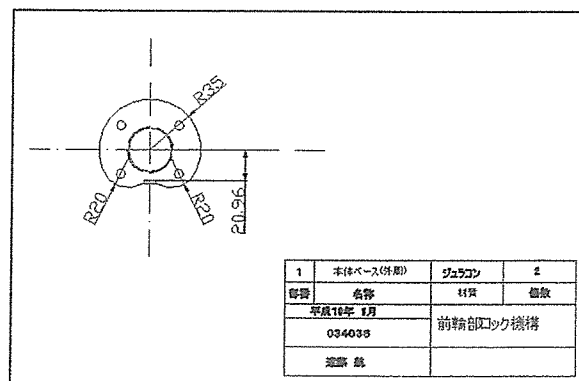


図 2.4.5.1.2 ピン受け部の外形図面

表 2.4.5.1 はピン受け部の窪み部分の輪郭線の変位量を示している。変位量の値は回転中心から輪郭線までの各角度の距離を表しており、表より、深さ約 15mm 作用角が約 100 度のスロープ形状になっていることが分かる。

表 2.4.5.1 ピン受け部の窪み部の変位量

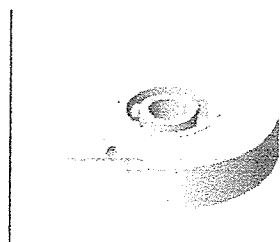
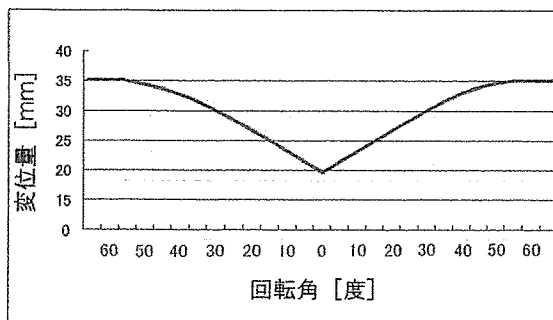


図 2.4.5.1.3 ピン受け部の CAD モデル

素材の決定

ピン受け部の素材は、ピンの磨耗防止、摩擦抵抗による回転抵抗低減をねらいエンジニアプラスチックのジュラコン (POM 材) を使用する。ジュラコンは引っ張り強さ、衝撃強さなどの機械的特性のバランスが良く、熱可塑性プラスチックの中で最も摩擦磨耗特性に優れており、成形性に優れているので加工も容易である。

2.4.5.2 ピン部の設計

ピンはピン受け部との摩擦特性や対磨耗性を考慮して鉄鋼製とした。また先端部を球状にしてピン受け部と均一に接触するように図った。ピンケースはアルミニウムの削り出しで、ピンが入る穴にスプリングを入れることでピンを押す。

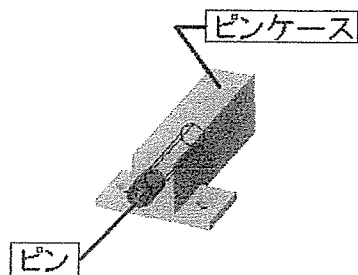


図 2.4.5.2.1 ピン部の CAD 図

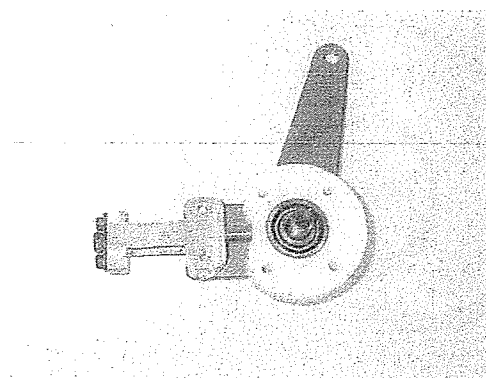


図 2.4.5.2.2 ロック部の完成品

ロック部はピンをピン受け部に押し当てることで、ロック穴の位置に向かう回転力が発生する。この回転力によりキャスターをロックする際に、キャスターが直進方向から多少ずれていてもキャスターを直進方向に誘導する補助の役割を果たしロックがスムーズに行える。下記に角度毎の回転力を示す。

表 2.4.5.3 ロック部分の回転力

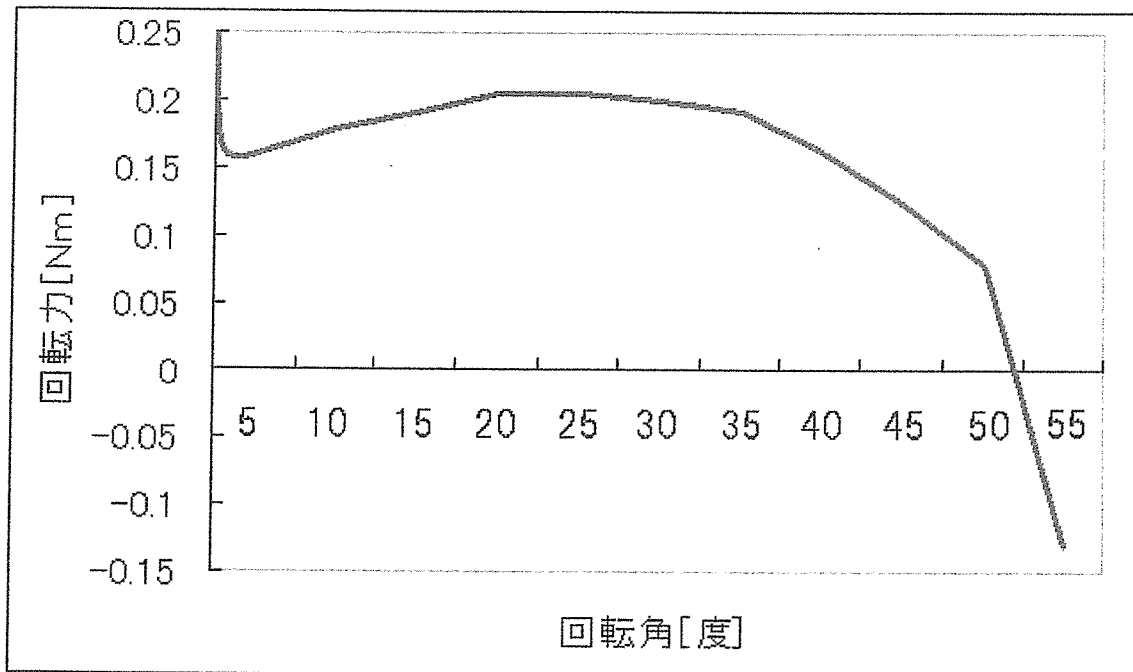
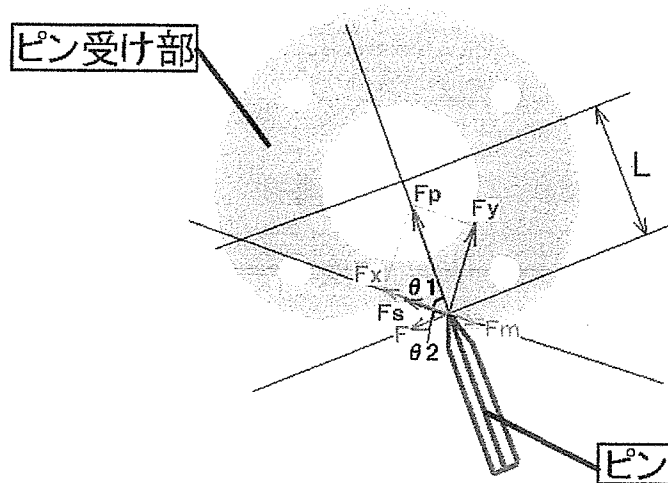


表 2.4.5.3 より、グラフの回転角 0 度がロック位置である。回転力の作用角は片側約 50 度で、回転力がロック位置付近で 0.15[Nm]働いていることが分かる。よって、キャスターが進行方向に対して左右それぞれ 50 度以内のときに進行方向に向かう回転力を受けることが出来ロックをスムーズに行う為の補助力となる。

計算式



ピンからの入力値を F_p と置く。

F_p はピンとピン受け部の接点に引いた接線方向の F_x 及び接線に垂直な F_y に分けて考えることができる。

$$F_x = F_p \cos \theta_1 \quad (2.4.5.3)$$

$$F_y = F_p \sin \theta_1 \quad (2.4.5.4)$$

ここでロック方向の回転力の逆向きの摩擦力 F_m を求める。

ピンとピン受け部の動摩擦係数 : 0.15

$$F_m = 0.15 * F_y = 0.15 F_p \sin \theta_1 \quad (2.4.5.5)$$

ロック方向から逆向きの摩擦力 F_m を引いた値 F_s は

$$F_s = F_x - F_m = F_p \cos \theta_1 - 0.15 F_p \sin \theta_1 \quad (2.4.5.6)$$

F_s をピンの向きに対しての直角方向 F に分けると

$$F = F_s \cos \theta_1 \quad (2.4.5.7)$$

F に回転中心からピン接点までの距離 L をかけると回転力が求まる

$$\text{回転力} = FL \quad (2.4.5.8)$$

2.4.6 キャスターロック機構の評価実験

実際に製作したキャスターロック機構を使って、今回制作したロック機構の改善点であるキャスターからハンドル操作への切り替え性能の評価実験を行った。

評価を行う今回製作したロック機構付き前輪部。

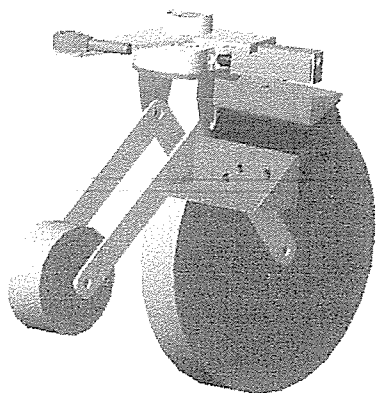


図 2.4.6.1 前輪部 3D-CAD

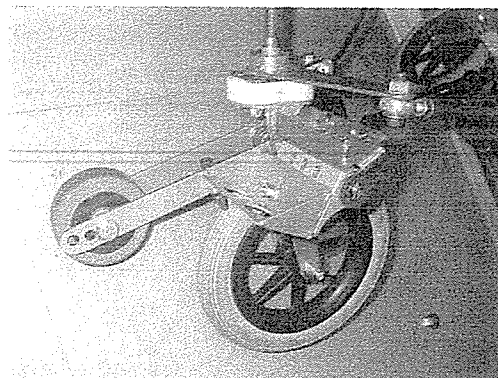


図 2.4.6.2 製作した前輪部

表 2.4.6.1 前輪部に使用した主要部品

部位	名称
キャスター部軸受	複列深溝玉軸受 (5201)
前輪部	φ75 ノーパンクタイヤ
後輪部	φ200 空気入りタイヤ
リンク部	トーシヨンスプリング (0.2~0.3N·m/deg)
フレーム接合部	M12×P1.25×30mm ボルト(細目)
フレーム(リンク部)	スチール製 (S45C)
ブラケット部	スチール製 (S45C)
ピン受け部	POM材 ジュラコン
ピン	鉄鋼材
ピンスプリング	線形 0.8mm×外形 8mm×自由長 40mm バネ定数:0.79

実験方法

- ①前輪部のキャスターをロック位置から最も遠い角度の後進方向に向ける。(図 2.4.5.3 参照)
- ②キャスターからハンドル操舵に切り替えて前進する。
- ③ハンドルがロックされるまでの進んだ距離を計測する。
- ④進んだ距離の平均とロック部の耐久性を調べるために 10 人の被験者に一人につき 10 回、計 100 回の計測を行う。

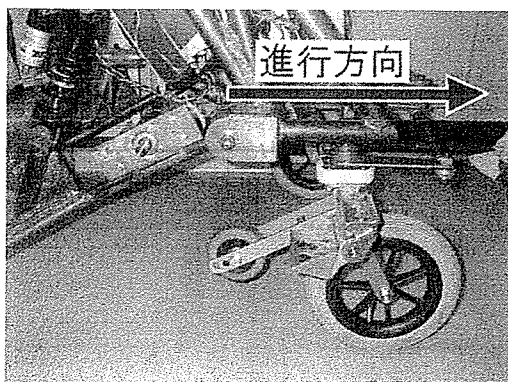


図 2.4.6.3 実験時のキャスター初期位置

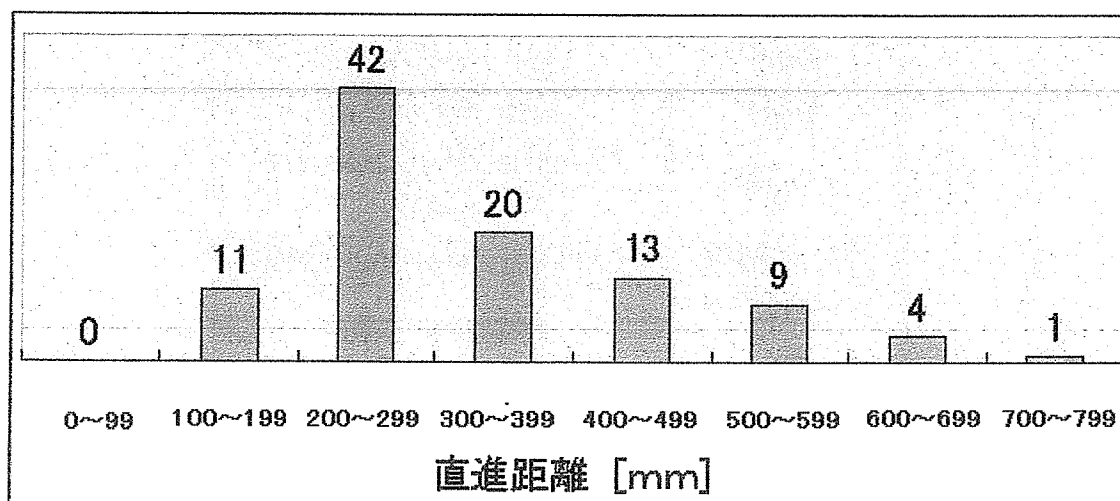


図 2.4.6.4 実験風景

実験結果

以下の表 2.4.6.2 に実験結果を示す。100 回計測後のロック部の状態を調べたが特に磨耗等は見られずロック動作も計測前と変わらず正常に使えた。

表 2.4.6.2 キャスターがロックされるまでに進んだ距離



考察

実験結果から大半が 200mm～400mmほど進むとロックできたが、最大で 700mm 以上進んだ。この進んだ距離が長くなった理由はキャスターが後進方向から前進方向に回転し始めるまでに逆向きのまま進んだ距離が長くなったためである。実験中のキャスターの動きを観察した限りでは、一度キャスターが前進方向へ回転を始めるとその後は 200mm ほど進む間にスムーズにロックが行えた。よって、今後キャスターを後進方向の真後ろの向きには止まらない様にするなどの機能を加えるなどすれば、更にロックするまでに進む距離を短くすることが可能だと思われる。今回の実験ではロックするまでに進んだ距離が最大で 700mm 以上になったが、歩行器のホイールベースが 800mm 以上あるので、例えばエレベーターの中で切り替え操作を行った時ドアを歩行器が通過したときにはハンドル操作に切り替わっていられると言える。

2.4.7 キャスターロック機構の考察

今回製作したキャスターロック機構は、ピン受け部の形状に窪みを設けてキャスターに前進方向へ回転してロックを補助する機能を設けたが、評価実験によりその効果を見ることができた。今後、ピン受け部やピンの形状及びピンを押すスプリングのスペックを見直すなどの改良を行えば更にスムーズなロックが行えるようになると思われる。

また、今回製作したロック機構はフレーム形状によりスペースなどに制限があったので今後はフレームなど全体を合わせて設計することで更にロックが素早く確実に行って重量が軽く耐久性の高い機構にすることも可能だと言える。

2.5 結論

前輪にハンドル操舵からキャスターに切り替えが可能なロック機構を備えたことにより、ハンドル操舵による横傾斜路における横流れしない安定走行を維持しつつ弱点だった小回り性能をキャスターにより改善し、エレベーター内での旋回や狭い通路での小回りが可能になった。

また、キャスターロック機構にはロックを補助する回転力が加わる機構にしたことにより、素早く且つ確実な切り替えが行えることができた。

第3章 自転制御の開発

3.1 目的

3.1.1 目標性能

歩行支援機を使用する際、エレベーターなどの狭い場所での自転を可能にする。その際使用者にあまり大きな負担をかけないような仕組みにする。

今回エレベーターの大きさをハートビル法、交通バリアフリー法の基準を使用する。理由として、

1. 特定建築物（デパート、スーパーマーケット、ホテル等の不特定多数の者が利用する建築物）に加えて、不特定でなくとも多数の者が利用する学校、事務所、共同住宅等の用途の建築物の建築主（特定建築主という。）は、建物の「出入口」「廊下」「階段」「トイレ」などについて、高齢者や障害者等が円滑に利用できるような措置を講じるよう努めなければならない

2. 駅などの旅客施設や電車・バスなどの車両についてのバリアフリー化基準（移動円滑化基準）のほか基本構想に基づいて整備される道路や信号機などの基準が定められている。道路に関する基準は、市町村が作成する基本構想に即して、道路管理者が歩道、道路用エレベーター等の設置、歩道の段差・傾斜・勾配の改善等の移動円滑化のために必要な事業を実施する際に適合が義務付けられている基準である。

といったような内容のため、使用者が利用すると思われる行動範囲（場所）をほぼ含んでいると考えられるためである。

3.2 調査

3.2.1 ステアリング機構での最小回転半径

歩行機でハンドルを最高にきった状態の最小回転半径を考えた場合。

$$R = \frac{\frac{W}{\sin a} + \sqrt{W^2 + \left(\frac{W}{\tan b} + T\right)^2}}{2} \quad \dots (3.2.1式)$$

- R : 最小回転半径 (mm)
- W : ホイルベース (mm)
- T : トレッド (mm)
- A : 外側車輪の角度 (°)
- B : 内側車輪の角度 (°)

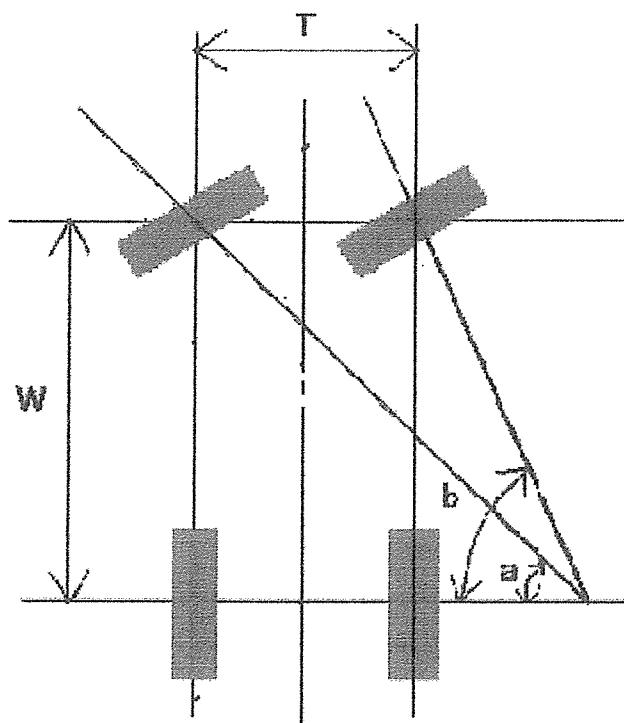


図3.2.1.1

W : 560mm

T : 490mm

a : 37°

b : 63°

(3.2.1式)よりこれらの値を代入して計算すると

最小回転半径 : R=943mm

となる。

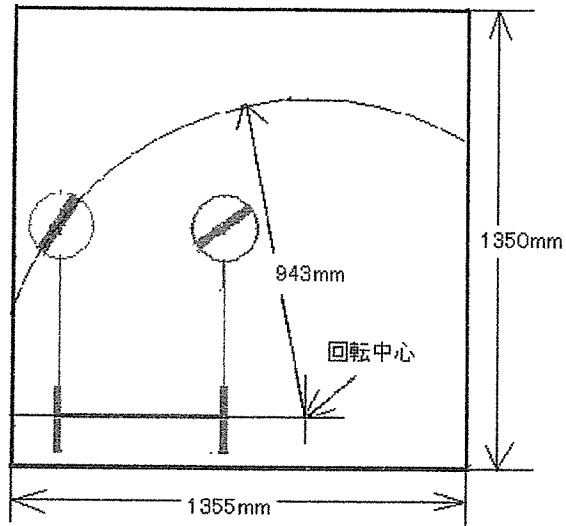


図 3.2.1.2

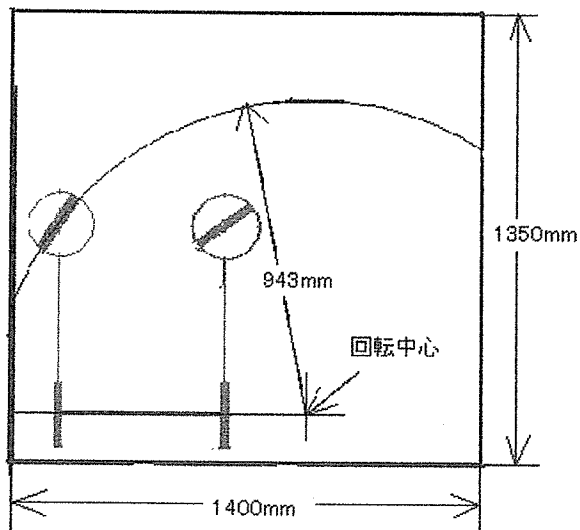


図 3.2.1.3

ステアリング機構でハートビル法 (図 3.2.1.2)、交通バリアフリー法 (図 3.2.1.3) の最低限の基準枠内で自転をすることは困難である。

3.2.2 自転手段

自転とは使用者の付近を中心に旋回することである。今回自転させる方法は、後輪のモータを逆転させて自転する方法をとる。その際前輪部分がキャスター機構となる。

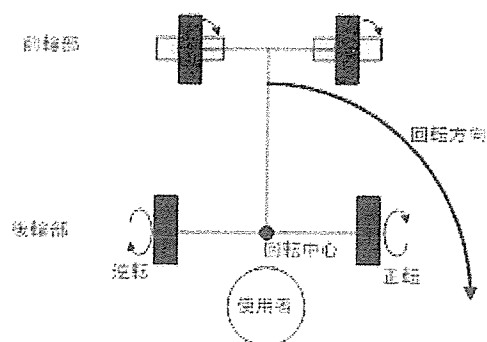


図 3.2.2

3.2.3 自転速度・操作

自転する際の速度は非常に重要になってくる。歩く人、怪我の軽度など、その人によって必要とする速度は異なるために、速度は可変することが望ましい。しかしニーズ調査結果から、設定を調整するダイヤルなどを設けても、使用者本人はほとんど操作しないという話も聞かされた（旭化成と日立の歩行器開発者）。

そういったことからスイッチを使い、一定速度で動かすことが妥当であると考えられる。そして速度設定については、使用者の手に渡る前に、使用者が使いやすい速度を調べて設定するというようにする。

3.2.4 基準回転半径

まず自転をする際の回転半径を決めます。今回はエレベーター内での自転を中心に考えているので、エレベーターのかごサイズが必要になります。

*ハートビル法

「高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建物の促進に関する法律」で、不特定多数の人が出入りする用途部分が 2000 m²以上の建築物が対象になる。

表 3.2.4.1

項 目	基 礎 的 基 準 (最低のレベル)	誘 導 的 基 準 (望ましいレベル)
乗降ロビー	幅150cm×奥行150cm以上	幅180cm×奥行180cm以上
出入口幅	80cm以上	90cm以上
かごのサイズ	床面積 1.83㎡以上 奥行寸法 135cm以上	床面積 2.09㎡以上 奥行寸法 135cm以上
対応仕様	車いす利用者仕様、視覚障害者用仕様、音声案内装置	
その他	不特定多数の人が利用する全階床に停止。ただし、不停止とする階と同等のサービスまたは販売される品物を高齢者、身体障害者等が享受または購入することができる処置を講じる場合はその限りではない。	<ul style="list-style-type: none"> ●またる廊下に近接して設置。 ●不特定多数の人が利用する全階床に停止。 ●不特定多数の人が利用するその他のエレベータは基礎的基準の寸法規定を適用。

ハートビル法の最低レベルのかごサイズが床面積 1.83 ㎡以上で奥行寸法が 1.35m なので、幅を求めるには、

$$1.83 \text{ m}^2 \div 1.35\text{m} \doteq 1.356\text{m}$$

となり、これを mm に直すと 1356mm となる。

上の寸法内で回転するには幅と奥行で、短い方の長さの半分の長さを回転半径にすればかご内で自転することが可能である。

よって

$$1350\text{mm} \div 2 = 675\text{mm}$$

となり、回転半径が 675mm 以内であれば回転することができる。

*交通バリアフリー法

「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」で、一定規模以上の旅客施設から周辺の官公庁施設・福祉施設等に至るまでの移動経路等が対象になる。

表 3.2.4.2

項 目	移動円滑化された経路を構成する エレベータ	移動円滑化された立体横断施設に設ける エレベータ
乗場	昇降ロビーは 幅150cm×奥行150cm以上	昇降口に接続する歩道等または通路の部分は 幅150cm×奥行150cm以上
出入口幅	80cm以上	90cm以上
かごのサイズ	幅140cm×奥行135cm以上	幅150cm×奥行150cm以上
対応仕様	車いす利用者仕様、視覚障害者用仕様、音声案内装置、出入口窓付ドア	

交通バリアフリー法のかごサイズの最低レベルが幅 1400mm で奥行寸法が 1350mm なので、短い方の長さの半分の長さを回転半径にすればかご内で自転することが可能である。

よってハートビル法と同じく、回転半径が 675mm 以内であれば回転することができる。

3.2.4.1 実際の回転半径

しかし、実際の歩行機の全長は 850mm あり、回転半径は 730mm になってしまう。

図 3.1.2.4.1 のように考えればより小さい枠の中で回転することが可能になる。

この際に余裕をもって、左右、上下に 50mm ずつとることとする。

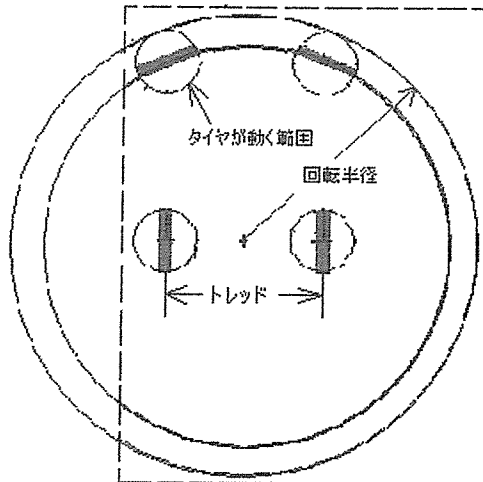


図 3.2.4.1

幅は

$$\text{余裕} + \text{回転半径} + \{(\text{トレッド} \div 2) + (\text{タイヤの直径} \div 2)\} = \text{幅}$$

$$100\text{mm} + 730\text{mm} + \{(490\text{mm} \div 2) + (200\text{mm} \div 2)\} = 1175\text{mm}$$

となり、奥行は

$$\text{余裕} + (\text{回転半径} \times 2) = \text{奥行}$$

$$100\text{mm} + (730\text{mm} \times 2) = 1560\text{mm}$$

の大きさのエレベーターであれば自転することが可能である。

そして、上の考え方で評価したのが表 3.2.4.2 になる。

表 3.2.4.2

法律	基準	出入り口寸法 [mm]	かご内法[mm]	自転可能? 不可能?

ハートビル法	最低の大きさ	(幅)800	(間口)1355×(奥行き)1350	△
	望ましい大きさ	(幅)900	(間口)1548×(奥行き)1350	△
交通バリアフリー法	最低の大きさ	(幅)800	(間口)1400×(奥行き)1350	△
	望ましい大きさ	(幅)900	(間口)1500×(奥行き)1500	△

△・・・180° の回転は無理だが、180° 手前まで回転可能。

そして JIS 規格に基づいて作られたかごサイズのエレベーターで評価したのが表である。

表 3.2.4.3

JIS 規格	定員[人]	出入り口寸法[mm]	かご内法[mm]	自転可能？ 不可能？
一般乗用	6	(幅)800	(間口)1400×(奥行き)850	×
	9	(幅)800	(間口)1400×(奥行き)1100	△
	11	(幅)800	(間口)1400×(奥行き)1350	△
	13	(幅)900	(間口)1600×(奥行き)1350	△
	15	(幅)900	(間口)1600×(奥行き)1500	△
住宅用	6	(幅)800	(間口)1050×(奥行き)1150	×
	9	(幅)800	(間口)1050×(奥行き)1520	×
	13	(幅)800	(間口)1050×(奥行き)2000	×
寝台用	11	(幅)1100	(間口)1300×(奥行き)2300	○
	15	(幅)1200	(間口)1500×(奥行き)2500	○

○・・・自転可能。

△・・・180° の回転は無理だが、180° 手前まで回転可能。

×・・・自転不可能。

表 3.2.4.4 エレベーター協会に登録されている日本全国にあるエレベーター台数

	一般乗用	住宅用	寝台用	乗用+住宅	その他	全体合計
合計[台数]	260,378	117,844	30,293	67,981	21,910	498,406
割合[%]	52	24	6	14	4	100

*一般乗用・・・乗客輸送専用。 人が乗る為のエレベーター。 人を運ぶことを目的としているために、その安全基準はもっとも厳しいものとなっている。

*住宅用・・・乗用エレベーターのうち、特にマンションなどの共同住宅用に設置することを目的にしたエレベーター。日本工業規格（JIS）でサイズが定められていて、6人乗り（450kg 積み）と9人乗り（600kg 積み）がある。

また、9人乗りにはトランク付きがあり、さらに奥行きが2メートルになる13人乗り（850kg）もある。

*寝台用・・・病院や養護施設など、移動式寝台（ストレッチャー）を運ぶことが出来るように設計されたエレベーター。寝台を運ぶことを目的としているために、カゴが乗用より大きくつくられている。しかし、定員はカゴの大きさに比較すると少なくなっているため、まだ十分に乗るスペースがあるのに乗り過ぎブザーが鳴ることがある。基本的に寝台用は乗用エレベーターではないので、安全基準が一部緩和されたものとなっている。

表 3.2.4.3 から考えると、○自転可能 14%、△180° 手前までの回転可能 57%、×自転不可能 29%となり、半数以上はエレベーター内での自転は不可能になってしまう。

しかし、180° 手前まで回転することができれば、図のように入口手前までは回転することが可能となり、扉が開き次第自転を続けければ 180° 回転しての降りることは困難ではないと考えられる。

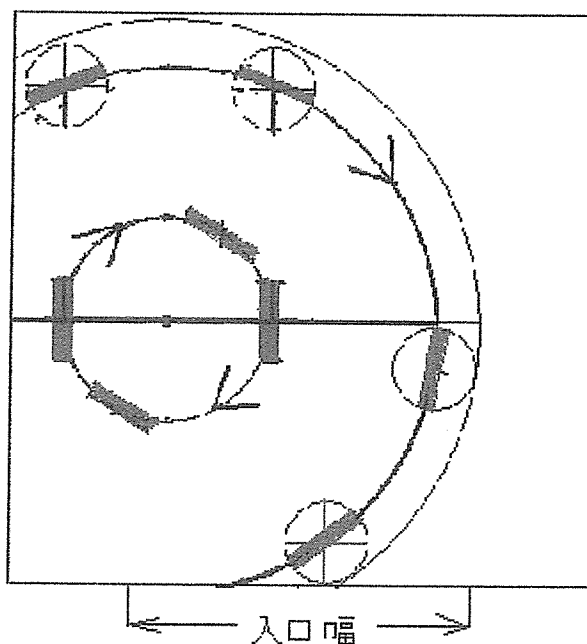


図 3.2.4.5

3.2.5 仕様書

変更	D,W	要件	担当
		<p>1.使用用途</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エレベーターなどの狭い場所での自転を可能にすること ・ハンドルでは曲がることのできない曲がり角などで、曲がることを可能にする <p>2.形状・寸法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1355mm×1350mm の枠内で回転できること ・エレベーターの出入り口、ドア、自動ドア等を通り抜ける事ができること ・平均寸法： <div data-bbox="624 1272 1020 1621" style="text-align: center;"> <p>The diagram shows a rectangular device with an inner rectangle and an outer rectangle. The inner width is 410mm, the outer width is 690mm, the inner height is 380mm, and the outer height is 430mm. The device is shown from a top-down perspective, with the inner rectangle representing the main body and the outer rectangle representing the overall footprint including a handle or mounting area.</p> </div> <p>3.運動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自転時に左右輪を逆転させる ・バックが可能（切り替えしや自転不可能なエレベーター内において） <p>4. 安全性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自転装置は、自転中に障害物に当たるのを避けるためにも、ボタンを押している間だけ自転プログラムが作動するようにする 	