

ポストセレコレ

株式会社エレベータ研究所

セレコレの問題点

- セレクティブコレクティブ(セレコレ)は、運転方向と同一方向で前方の呼びだけに応答する乗合方式で上昇運転と下降運転を交互に繰り返して一周運転を繰り返す方式であるが、建物が高層化すると平均一周運転が長くなり、待ち人数が増えるために乗車人数が増加して停止回数が増加して平均一周時間が長くなるという悪循環に陥って大きな定員のかごが必要になるため、高層ビルでは高層大容量で大型の巻き上げ機が必要になるという欠点がある。

ポストセレコレの概要

- ポストセレコレは、セレコレの問題点を解決するために、
- (1) 乗り場行先階登録釦方式にすると共にサービス階を2セクタに分割して行先セクタの同じ呼びだけに応答させることで、残りのサービス時間を正確に予測できる利点と乗客の乗降階が合致する確率や行先階が合致する確率が高まる特長を活かして停止回数を削減すると共に平均待ち時間を最小化できるSRTF (Shortest Remaining Time First) の原則に則った乗合制御を行う。
- (2) 新設の場合は、貫通二方向型出入り口のかごを利用して乗車順降車方式を採用し、乗客が乗車した順に降車できるように乗車順序を案内誘導制御するので、乗客は乗車側扉から乗車し、降車待ちの乗客の最後尾に並び、降車側扉から乗客が降車する毎に降車側扉の前へと前進すれば良く、乗客が降車する時点では自分の前には同じ階で降車する乗客しか残っていないので前の乗客の降車に続いて降車することになるので、人をかきわけることなくスムーズに降車することができ、乗降が同時にスムーズに行えるので乗降時間も短縮でき、停止回数が減ることとも合わせて平均一周時間を最短化する。また、乗車人数が多い場合でも、乗客はかご内で方向転換する必要もなく、他の乗客をかきわけたり押し合いしたりすることがないので、お年寄りや身体の不自由な人でも転倒する危険性は低く安全であり、安心してエレベータを利用することができる。そして、方向転換の必要がないので、車椅子兼用エレベータとしても利用することができる。既設の一方向型出入り口のかごを利用する場合は、乗車逆順降車方式を採用し、乗車した逆順で降車できるように乗車順序を案内誘導制御するので、方向反転は必要なままであるが降車時の混乱はセレコレよりも少なくなる。

ポストセレコレの呼び応答

1. セクタ:複合群管理システムNUCEUS(L+A方式)のAタイプ以外では、基準階(L)を除くサービス階を低層側のSLと高層側のSHの2セクタに分ける。複合群管理システムNUCLEUS(L+A方式)のAタイプについては、サービスセクタSと基準階Lの2セクタに分ける。

2. 一周運転:出発階がSL内にあり行先階がSH内にある呼びSL→SHと出発階も行先階もSH内にある呼びSH→SHに応答する半周と呼びSH→SLと呼びSL→SLに응答する半周を交互に繰り返して一周運転する(注)。Aタイプについては、上昇運転時に出発階が基準階Lで行先階がS内にある呼びL→Sと出発階がS内で行先階が基準階の呼びS→Lに同時に応答した後に基準階に直行して一周する。その際に、Lでは、L→Sの乗車とS→Lの降車が同時に行い、S内では、L→Sの降車とS→Lの乗車を同時に行って平均一周時間を短縮している。(昼食時の平均一周時間120秒以下を実現している。)

(注)1方向出入り口で乗車逆順降車方式のポストセレコレの場合は、SL→SHとSH→SHに응答する半周では、L→SHとSL→SHとL→SLにも응答し、SH→SLとSL→SLに응答する半周では、SH→LとSL→Lにも응答する。

予想停止数の低減

- 基準階を除くサービス階床数をNとすると、
- セレコレの場合、半周当たり同一方向の乗客だけが乗合するので、各階の居住人口が等しい時、乗合している乗客の行先階が合致する確率は $1/(N-1)$ であるのに対して、

ポストセレコレは、サービス階を2セクタに分割し、半周当たり一方のセクタを行先階にする乗客だけが乗合するため、乗合している乗客の行先階が合致する確率は $1/(N/2) = 2/N$ と、約2倍になり、半周当たりの予想停止数が低減され、平均一周時間を短縮できる。

ポストセレコレの呼び応答経路

- 1. 出発階合致呼び・行先階合致呼び・乗降階合致呼び: 出発階が同じ呼びを出発階合致呼び、行先階が同じ呼びを行先階合致呼び、行先階と出発階が同じ呼びを乗降階合致呼びと呼ぶ。
- 2. 合致呼びの例: 出発階が1階で行先階が3階の呼び1→3と出発階が1階で行先階が5階の呼び1→5とは出発階合致呼びであり、1→5と3→5は行先階合致呼びであり、1→3と3→5は乗降階合致呼びである。
- 3. 単独呼び: 他の呼びと出発階合致でも行先階合致でも乗降階合致でもない呼びを単独呼びと呼ぶ。
- 4. サブ経路: 出発階と行先階が同一セクタである呼びについて、単独呼び以外の呼びに応答する最短経路または単独呼びに応答する経路をサブ経路と呼ぶ。経路の先頭の階を先頭階と呼び、経路の終端の階を終端階と呼ぶ。単独呼びの場合は、出発階が先頭階、行先階が終端階である。
- 5. サブ経路の例: 3→1、3→5、1→5、2→4があった時、
- サブ経路は3→1→5と2→4の2つ存在する。
- 6. サブ経路の数: セクタの階床数は5以下になるように設置計画されるので、同時に存在するサブ経路の数は2以下になる。
- 7. 経路の行程: 経路の先頭階から終端階までの走行階床数。
1→2→3の行程は2階床、1→3→2の行程は3階床、1→5→2の行程は7階床になる。

サブ経路が $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e$ の場合

サブ経路が $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e$ となるのは行先呼びの組み合わせが次の3種類の場合がある。

(1) 出発階合致呼び $a \rightarrow b$ 、 $a \rightarrow c$ 、 $a \rightarrow d$ 、 $a \rightarrow e$ があり、

- $(b \rightarrow c)$ 、 $(b \rightarrow d)$ 、 $(b \rightarrow e)$ 、 $(c \rightarrow d)$ 、 $(c \rightarrow e)$ 、 $(d \rightarrow e)$ がある場合(注)

(2) 行先階合致呼び $a \rightarrow e$ 、 $b \rightarrow e$ 、 $c \rightarrow e$ 、 $d \rightarrow e$ があり、

- $(a \rightarrow b)$ 、 $(a \rightarrow c)$ 、 $(a \rightarrow d)$ 、 $(b \rightarrow c)$ 、 $(b \rightarrow d)$ 、 $(c \rightarrow d)$ がある場合

(3) 乗降階合致呼び $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ 、 $c \rightarrow d$ 、 $d \rightarrow e$ があり、

- $(a \rightarrow c)$ 、 $(a \rightarrow d)$ 、 $(a \rightarrow e)$ 、 $(b \rightarrow d)$ 、 $(b \rightarrow e)$ 、 $(c \rightarrow d)$ 、 $(c \rightarrow e)$ がある場合

(注) ()の呼びはあってもなくても良い。

サブ経路が $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ の場合

サブ経路が $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ となるのは、行先呼びの組み合わせが次の3種類の場合がある。

- (1) 出発階合致呼び $a \rightarrow b$ 、 $a \rightarrow c$ 、 $a \rightarrow d$ があり、
 - $(b \rightarrow c)$ 、 $(b \rightarrow d)$ 、 $(c \rightarrow d)$ がある場合
- (2) 行先階合致呼び $a \rightarrow d$ 、 $b \rightarrow d$ 、 $c \rightarrow d$ があり、
 - $(a \rightarrow b)$ 、 $(a \rightarrow c)$ 、 $(b \rightarrow c)$ 、 $(b \rightarrow d)$ がある場合
- (3) 乗降階合致呼び $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ 、 $c \rightarrow d$ があり、
 - $(a \rightarrow c)$ 、 $(a \rightarrow d)$ 、 $(b \rightarrow d)$ がある場合

サブ経路が $a \rightarrow b \rightarrow c$ の場合

- サブ経路が $a \rightarrow b \rightarrow c$ となるのは、行先呼びの組み合わせが次の3種類の場合がある。
- (1) 出発階合致呼び $a \rightarrow b$ 、 $a \rightarrow c$ があり、
- ($b \rightarrow c$)がある場合
- (2) 行先階合致呼び $a \rightarrow c$ 、 $b \rightarrow c$ があり、
- ($a \rightarrow b$)がある場合
- (3) 乗降階合致呼び $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ があり、
- ($a \rightarrow c$)がある場合

サブ経路が $a \rightarrow b$ の場合

- サブ経路が $a \rightarrow b$ となるのは、単独呼びだけがある場合である。

サブ経路が $a \rightarrow b \rightarrow c$ と $d \rightarrow e$ の場合

- サブ経路が $a \rightarrow b \rightarrow c$ と $d \rightarrow e$ となるのは、行先呼びの組み合わせが次の3種類の場合がある。
- (1) 出発階合致呼び $a \rightarrow b$ 、 $a \rightarrow c$ があり、
- $(b \rightarrow c)$ がある場合
- (2) 行先階合致呼び $a \rightarrow c$ 、 $b \rightarrow c$ があり、
- $(a \rightarrow b)$ がある場合
- (3) 乗降階合致呼び $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ があり、
- $(a \rightarrow c)$ がある場合

サブ経路が $a \rightarrow b$ と $c \rightarrow d$ の場合

- サブ経路が $a \rightarrow b$ と $c \rightarrow d$ になるのは、2つの行先呼びがいずれも単独呼びの場合である。

最短経路の求め方

- 1. サブ経路が2つの場合: 現在階(注)から自分の先頭階までの階床数と自分の終端階から相手の先頭階までの階床数の和が、現在階から相手の先頭階までの階床数と相手の終端階から自分の先頭階までの階床数の和以下の時に自分の終端階から相手の先頭階への経路を追加し、自分の先頭階を先頭階、相手の終端階を終端階としたものが最短経路となり、自分の経路の行程と相手の経路の行程の和に自分の終端階と相手の先頭階の間の階床数を加えたものが最短経路の行程となる。
- 2. サブ経路が1つの場合: そのサブ経路が最短経路であり、そのサブ経路の行程が最短経路の行程になる。
- 3. 最短経路の性質: 最短経路の終端階を行先階とする行先呼びがあり、最短経路の終端階の一つ前の階を出発階とする行先呼びがある。
- (注) SH→SHの最短経路の場合の現在階は、SL→SHまたはL→SHの行先階、SL→SLの最短経路の場合の現在階は、SH→SLまたはSH→Lの行先階。

半周経路の求め方

- 1. SH→SLとSL→SLに应答する半周の場合
- SL→SLに应答するSL内での最短経路を求め
- (1) 乗車順降車方式の場合は、
- SH内でのSH→SLへの应答順序は、行先階がSL内の最短経路の先頭階から終端階に向かう順でその階を出発階にする呼びがある階と一致するものから順にその出発階に应答させ、その後行先階が終端階と一致する呼びの出発階に应答させ、その後それらと一致しなかった呼びの出発階に应答させる。
- (2) 乗車逆順降車方式の場合は、
- SH内でのSH→SLとSH→Lへの应答順序は、最初にSH→LとSL→Lと乗降階合致するSH→SLの出発階に应答し、次に、最短経路の終端階を行先階にする行先呼びに应答した後、終端階の一つ前の階から先頭階に向けて、その階を出発階とする呼びと乗降階合致する呼びに应答する。
- 2. SL→SHとSH→SHに应答する場合は、1. の説明中のSLとSHを入れ替え、SH→LとSL→LをL→SHとL→SLとすることによって同様に求められる。
- 3. L3のようにSL→SHだけに应答する場合は、乗車順降車方式の場合は行先階がSH内の低い階である呼びの出発階から順に应答する。乗車逆順降車方式の場合は、逆の順序で应答する。

呼び応答例(セレコレ)

- SL内には、3階から5階に行く乗客3→5と3階から2階に行く乗客3→2と2階から5階に行く乗客2→5があり、SLからSHに行く乗客としては、3階から8階に行く乗客3→8と4階から6階に行く乗客4→6と5階から10階に行く乗客4→6と5階から10階に行く乗客5→10があり、SLから1階に行く乗客としては、5階から1階に行く乗客5→1と3階から1階に行く乗客3→1があり、
- SH内には、10階から6階に行く乗客10→6と8階から10階に行く乗客8→10と8階から6階に行く乗客8→6があり、SHからSLに行く乗客としては、7階から3階に行く乗客7→3と10階から5階に行く乗客10→5とSHから1階に行く乗客としては、7階から1階に行く乗客7→1と9階から1階に行く乗客9→1があり、
- 1階には、1階から3階に行く乗客1→3と1階から5階に行く乗客1→5と1階から6階に行く乗客1→6と1階から10階に行く乗客1→10と1階から8階に行く乗客1→8がある場合、
- セレコレは上昇方向では、上方向の呼び1→3、1→5、1→6、1→10、1→8、2→5、3→8、4→6、5→10、8→10に応答して、
- 1→2→3→4→5→6→8→10と1階を除いて7回停止して上昇し、
- 下降方向では、下方向の呼び10→6、8→6、7→3、10→5、7→1、9→1、に応答して、
- 10→9→8→7→6→5→3→1と7回停止して下降して合計14回停止して一周する。

呼び応答例(ポストセレコレ)

SL内には、3階から5階に行く乗客3→5と3階から2階に行く乗客3→2と2階から5階に行く乗客2→5があり、SLからSHに行く乗客としては、3階から8階に行く乗客3→8と4階から6階に行く乗客4→6と5階から10階に行く乗客4→6と5階から10階に行く乗客5→10があり、SLから1階に行く乗客としては、5階から1階に行く乗客5→1と3階から1階に行く乗客3→1があり、

SH内には、10階から6階に行く乗客10→6と8階から10階に行く乗客8→10と8階から6階に行く乗客8→6があり、SHからSLに行く乗客としては、7階から3階に行く乗客7→3と10階から5階に行く乗客10→5とSHから1階に行く乗客としては、7階から1階に行く乗客7→1と9階から1階に行く乗客9→1があり、

1階には、1階から3階に行く乗客1→3と1階から5階に行く乗客1→5と1階から6階に行く乗客1→6と1階から10階に行く乗客1→10と1階から8階に行く乗客1→8がある場合、

SL内のサブ経路は、3→2→5であり、SH内のサブ経路は、8→10→6と7→9である。そして、1→8と1→3→8が最短経路の先頭階であり、1→7が最短経路の終端階と行先階合致する。従って、SH行モードでは、

- 乗車順降車方式(貫通二方向型出入り口)の場合1階で、1→3乗車後に1→8の乗客を乗車させることにより、1→3→8→10→6→7と5回停止して半周し、7階では、7→9、7→3、7→1の順で乗車する。9階に移動して7→9降車と同時に9→1が乗車する。その後9→3→2→5→1と4回停止して半周し、合計9回停止して一周する。
- 乗車逆順降車方式(一方向出入り口)の場合は、1階で1→8乗車後に1→3を乗車させ、SH行モードでは、1→3→8→10→6→7と5回停止して半周し、SL行モードでは、7階では、7→1、7→3、7→9の順で乗車する。9階に移動して7→9降車後に9→1が乗車する。その後9→3→2→5→1と4回停止して半周し、合計9回停止して一周する。
- このように、一周当たりの停止回数がセレコレよりも少なくなり、乗降時間の短縮とも合わせてRTTが減少し、平均待ち時間が短くなる。

行き先階登録釦の配置

- サービス階は2セクタ(S1、S2)に分割される。例えば、サービス階が1～10階の場合、S1は1～5階、S2は6～10階になる。
- そして、1カーのポストセレコレとL0とM0の場合は、乗車順降車方式(貫通二方向型出入口)の場合は、下図に示すように、S1、S2のいずれの乗り場にも正面扉側にはS1の行き先階登録釦が設置され、背面扉側にはS2の行き先階登録釦が設置される。乗車逆順降車方式(一方向出入口)の場合は、いずれのセクタにも全てのサービス階(S1 U S2)の行き先階登録釦が設置される。

セクタ	正面扉側	背面扉側
S2	S1	S2
S1	S1	S2

一周運転

- S1からS2に行く乗客S1→S2とS2からS2に行く乗客S2→S2を乗合させて輸送するS2分担フェーズと、S2からS1に行く乗客S2→S1とS1からS1に行く乗客S1→S1を乗合させて輸送するS1分担フェーズを交互に繰り返して一周する。

群管理制御の必要性

- セレコレの場合は、上昇方向の乗客と下降方向の乗客を乗合させて輸送することができないため、運転方向と逆方向の呼びが常に積み残されるために混雑時や昼食時など多量の2方向の交通があり待ち人数が多くなりRTTが非常に長くなる時間帯で平均待ち時間を短くするためには、お互いに背後呼びを分担しあう2台以上のかごを群管理制御する必要があるのと同様に、
- ポストセレコレの場合は、異なるセクタに行く乗客を乗合させて輸送することができないため、混雑時や昼食時など多量の2方向の交通がある時間帯で良好な性能を実現するためには、お互いに相手方のセクタに行く乗客を分担しあう2台群管理制御システム(注)を基本構成として、良好な平均待ち時間を実現するために、RTTが120秒以下になるように分割された短いセクタを分担する複数の2台群管理制御システムで構成する必要がある。
- (注)LシステムとMシステムにおいては、一方のかごがS1分担の時他方のかごがS2分担となるように等間隔制御しており、Aシステムにおいては出発管制によって等間隔制御を行っている点から群乗合制御システムではなく、群管理制御システムに分類される。

制御規則の概要

- かごの現在階を含むセクタを「自セクタ」と呼び、自セクタを除くセクタを「他セクタ」と呼ぶ。乗客の行先階を乗車順に降車待ち行列に記憶する。降車待ち行列の先頭の行先階を「先頭階」と呼び、最後に乗車した最後尾の乗客の行先階を「末尾階」と呼び、先頭階の乗客から順に降車する。
- 各かごは、乗客が降車して空かごになった時点で「自セクタ」と「他セクタ」を交互に切り替えながら、「自セクタ」→「他セクタ」と「他セクタ」→「他セクタ」の呼びに応答する運転を交互に繰り返す。ポストセレコレは乗車順降車方式であるから、各運転において、「自セクタ」→「他セクタ」の乗客は「他セクタ」→「他セクタ」の乗客よりも先に乗降させなければならない。また、「他セクタ」→「他セクタ」の応答順序は呼びの出発階に応答した後行先階に応答する必要がある等の制約があるため、まず「他セクタ」→「他セクタ」の応答順序を決定した後、それに合わせて「自セクタ」→「他セクタ」の応答順序が決定されることになる。具体的には、「他セクタ」→「他セクタ」の応答順序の先頭の呼びは「自セクタ」→「他セクタ」の行先階と乗降階合致する呼びまたは行先階合致する呼びの中から選択される。

具体的な制御規則(1/2)

- (1) 応答未完の自セクタ→他セクタ呼びも他セクタ→自セクタ呼びも無い場合

① 自セクタで降車する乗客がいるか自セクタ→自セクタ呼びがある時は、乗客の降車と自セクタ→自セクタ呼びの応答を行う。その際に、自セクタ→自セクタ呼びで行先階が末尾階と同じ呼びがあれば、乗客の降車よりもその出発階に優先的に順次応答する。次に自セクタ→自セクタ呼びで出発階合致や行先階合致や乗降階合致する呼びに応答する。次に先頭の乗客から順に降車させる。その際に乗降階合致する自セクタ→自セクタ呼びにも応答する。乗客が全員降車後に出発階合致でも行先階合致でも乗降階合致でもない未応答の単独の呼びに応答する。

② 自セクタで降車する乗客が無く自セクタ→自セクタ呼びもない時は他セクタで降車する乗客がいるか他セクタ内にかごが無く他セクタを出発階にする呼びがあれば他セクタを自セクタにして(1)に進む。

(2) 応答未完の自セクタ→他セクタ呼びまたは他セクタ→自セクタ呼びがある場合は、具体的な制御規則(2/2)参照

具体的な制御規則(2/2)

(2) 応答未完の自セクタ→他セクタ呼び又は他セクタ→自セクタ呼びがある場合
上方の階にいるかごをS1分担かごとし、自セクタをS2, 他セクタをS1として、S2→S1とS1→S1を割り当てる。他方のかごをS2分担かごとし、自セクタをS1、他セクタをS2として、S1→S2とS2→S2を割り当てる。割り当てられた呼びの応答順序は、他セクタ→他セクタについては、自セクタ→他セクタと乗降階合致または行先階合致する呼びの中で他の他セクタ→他セクタと①出発階合致するもの②乗降階合致するもの③行先階合致するもの④単独のもの、次に自セクタ→他セクタと乗降階合致も行先階合致もしないが他の他セクタ→他セクタと①出発階合致するもの②乗降階合致するもの③行先階合致するもの④単独のもの順に応答する。自セクタ→他セクタについては、他セクタ→他セクタと乗降階合致または行先階合致するものについてはその呼びの応答順序の順番に応答する。次に他セクタ→他セクタと乗降階合致も行先階合致もしないものについては、行先階が自セクタに近いものから順に応答して乗車させ、自セクタ→他セクタの全てを乗車させた後他セクタで乗車順に降車させる。その際に、他セクタ→他セクタと乗降階合致の場合は、他セクタ→他セクタの乗客も同時に乗車させる。他セクタ→他セクタと行先階合致の場合は、降車の前に他セクタ→他セクタの出発階に移動して他セクタ→他セクタの乗客も乗車させる。その後、未応答の他セクタ→他セクタに①出発階合致するもの②乗降階合致するもの③行先階合致するもの④単独のもの順に応答する。