

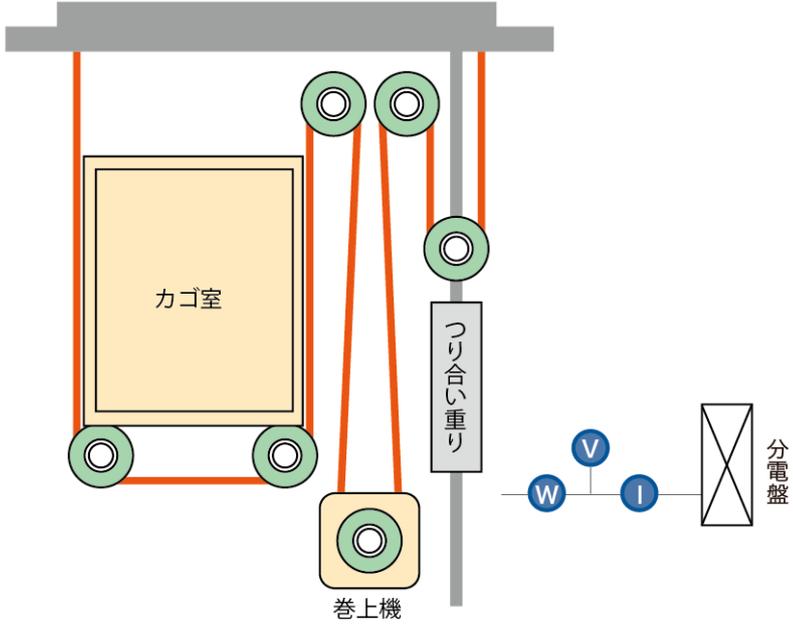
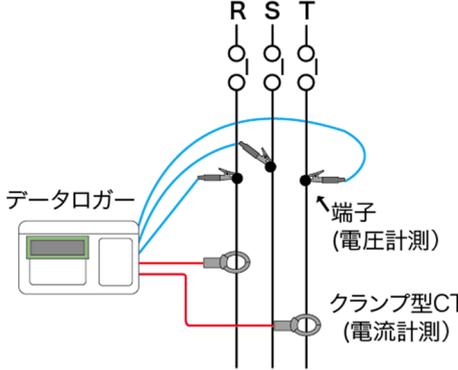
## 概要シート

対策名	280211 昇降機へのインバータ制御の導入												
対策タイプ	部分更新・機能付加												
対象業種	産業用 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">業務用</span>												
分類	昇降設備												
内容・目的	エレベーター用電動機をインバータ制御することにより省エネを図る。												
対策技術の概要	<p>1. エレベーターの現状 2017年現在保守対象となっているエレベーターは約66.3万台（ホームエレベーターを除く）であり、毎年2.4万台弱のエレベーター（ホームエレベーターを除く）が新たに設置されている（参考資料1を参照）。最近のエレベーターはロープ式かつインバータ式が主流であるが、現用のエレベーターの中には、油圧駆動式あるいは非インバータ式など、エネルギー効率の低いタイプも多く存在する。</p> <p>2. インバータ化によるエレベーターの省エネ 以前は、ワードレオナード方式で直流モーターを回転制御していたエレベーターが多かったが、1980年代に交流可変電圧可変周波数（VVVF）制御方式（インバータ制御方式）によって、交流電動機を回転制御できるようになった。インバータ制御の優れた制御性能により、交流電動機でも直流電動機と変わらない乗り心地を実現でき、さらに高効率化に加えて電源効率も改善したことで、省エネ化に繋がった。</p> <p style="text-align: center;">エレベーターの年間消費電力の関係式を補足説明欄に示す。</p>												
補足説明	<p>1. エレベーターの年間消費電力量の関係式（参考資料2を参照）  <math display="block">E_T = L \times V \times F_T \times T / 860</math>                 ここで  <math>E_T</math> エレベーター消費電力量(kW時)  <math>L</math> 積載荷重(kg)  <math>V</math> 定格速度(m/分)  <math>F_T</math> 速度制御方式に応じた係数（次ページの表を参照）                  （特別の調査又は研究の結果に基づいて算出する場合においては、当該算出による係数によることができる）  <math>T</math> 年間運転時間（時間）</p> <p>表1. 速度制御方式と係数 <math>F_T</math> の関係</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">速度制御方式</th> <th style="padding: 5px;">係数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御あり）</td> <td style="padding: 5px;">1/45</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御なし）</td> <td style="padding: 5px;">1/40</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">静止レオナード方式</td> <td style="padding: 5px;">1/35</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">ワードレオナード方式</td> <td style="padding: 5px;">1/30</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">交流帰還制御方式</td> <td style="padding: 5px;">1/20</td> </tr> </tbody> </table>	速度制御方式	係数	可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御あり）	1/45	可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御なし）	1/40	静止レオナード方式	1/35	ワードレオナード方式	1/30	交流帰還制御方式	1/20
速度制御方式	係数												
可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御あり）	1/45												
可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御なし）	1/40												
静止レオナード方式	1/35												
ワードレオナード方式	1/30												
交流帰還制御方式	1/20												

## 概要シート

参考資料	<p>[1]017年度昇降機設置台数等調査結果報告（一般社団法人日本エレベーター協会）</p> <p>[2]建築物に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準、最終改正平成15年経済産業省・国土交通省告示第1号</p>
用語説明	<p>ロープ式エレベーター： ロープのトラクションを利用してかごを昇降させるエレベーター。釣り合いおもりの重量を利用してかごを動かすため、少電力で駆動可能。</p> <p>油圧式エレベーター： 油圧ジャッキを介してかごを昇降させるエレベーター。釣り合いおもりでかごの重量や積載量を相殺できず、多くの電力が必要。</p> <p>インバータ式エレベーター： パワートランジスタの出現により、交流可変電圧可変周波数（VVVF）制御方式（インバータ制御方式）の技術が飛躍的に進歩し、この制御方式で電動機を駆動するロープ式エレベーター。直流電動機の代わりに交流電動機を使用しているが、インバータ制御の優れた制御性能により、直流電動機と変わらない乗り心地を実現できる。</p> <p>ワードレオナード方式： 直流電動機の世界速度制御方式の一種。回転数を制御するために電動機の電機子に加える可変電圧として、専用の直流電源を設け供給するようにしたもの。構造が簡単で制御が容易のため、直流電動機の発明当初から用いられた。</p> <p>静止レオナード方式： 直流電動機の世界速度制御方式の一種。ワードレオナード方式における電動発電機を、サイリスタなどの静止形変換装置に置き換えた速度制御方式。可変電圧電源が電子装置のため応答性が良く速度制御に適するが、可逆運転や回生制動を行う場合には特殊な回路を組む必要がある。電動発電機を使用しないため内部抵抗降下が少なく効率が良いが、低電圧域では直流側の電圧脈動が大きくなる場合がある。</p>

# 計測シート

対策名	280211 昇降機へのインバータ制御の導入
対象タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">業務用</span>
分類	昇降設備
内容・目的	エレベーターのインバータ制御化に伴う省エネ効果を算定するために必要な測定項目、方法を説明する。
フロー図と計測箇所	<p>電動機の電力（電圧、電流、有効電力、力率）の測定</p> 
計測装置	<p>・クランプ式電力量計およびデータロガー</p>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>&lt;測定データ&gt;</p> <p>電流、(各相) 電圧</p> <p>瞬時電力量、積算電力量</p> <p>皮相電力、有効電力</p> <p>無効電力、力率</p> </div>
計測留意事項	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電流のみを測定して簡易的に消費電力を求める事が多いが、この場合には力率に留意する必要がある。第4章のコラム「電流計測による消費電力の算出」などを参考にし、正しい値を求めるよう心掛けていただきたい。</li> <li>2. 使用する測定器の耐電圧、絶縁度などに十分留意すること。</li> </ol>
補足説明	
用語説明	

# 算定シート

対策名	280211 昇降機へのインバータ制御の導入
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">業務用</span>
分類	昇降設備
目的	直流電動機を用いた古いエレベーターをインバータ制御方式の交流電動機に変更することによる、エレベーターの省エネ効果の算定法を示す。
計算条件	<p>エレベーター1台当たりの年間消費電力削減量を算定する。</p> <p>&lt;エレベーターの仕様・運転状況&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・床面積 : 2.9m<sup>2</sup></li> <li>・定格速度 : 100m/分</li> <li>・年間運転時間 : 720 時間/年 (=30s/回×20 回/時間×12 時間/日×360 日/年)</li> <li>・平均的乗員率 (定格乗員に対する平均的な乗員の割合): 0.2</li> <li>・速度制御方式: 改善前 ワードレオナード方式 改善後 インバータ制御 (可変電圧可変周波数制御)、電力回生あり</li> </ul>
計算方法	<p>1. エレベーターの消費電力の算定</p> <p>1) 改善前 (現状) の年間消費電力 <math>E_T</math></p> <p>各エレベーターの年間消費電力量を受診事業所から入手できれば、その値を活用して省エネ効果を算定する。入手不可能の場合は、以下の方法 (参考資料1) で、年間消費電力量、省エネ効果を算定する。</p> <p>&lt;年間消費電力量 (現状) が不明の場合の消費電力算定&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・消費電力の関係式</li> </ul> $E = L \times V \times F_T \times T \times \alpha \div 860 \quad (1)$ <p>ここで</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>E_T</math> エレベーター消費電力量 (kWh)</li> <li>L 積載荷重 (kg)</li> <li>V 定格速度 (m/分)</li> <li><math>F_T</math> 速度制御方式に応じた係数 (表2を参照)</li> <li>T 年間運転時間 (h/年)</li> <li><math>\alpha</math> 平均的乗員率</li> </ul> <p>注) (1) 式は出典・参考資料1に記載のエレベーター消費電力の式に平均的乗員率<math>\alpha</math>を掛けたものである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・積載荷重 L の計算</li> </ul> <p>エレベーターの定格積載量を参考図表等の欄の表1をもとに算定し、それに平均乗員率 (定格乗員に対する平均的乗員の割合) をかけて推算する。</p> $L = \{(2.9 - 1.5) \times 4,900 + 5,400\} \div 9.8 \times 0.2 = 250 \text{ (kgf)} \quad (2)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>・速度制御方式に応じた係数 <math>F_T</math> の決定</li> </ul> <p>表2 (参考図表等の欄) より、速度制御方式に対応した係数 <math>F_T</math> を選定する。</p>

## 算定シート

	<p>・改善前の年間消費電力量 <math>E_{T1}</math> の算定          速度制御方式がワードレオナード方式であり、<math>F_{T1}=1/30</math>          よって  <math display="block">E_{T1} = 250 \times 100 \times 1/30 \times 720 \div 860 = 697 \text{ (kWh/年)} \quad (3)</math></p> <p>2) 改善後の年間消費電力量 <math>F_{T2}</math> の算定          インバータ制御方式（電力回生あり）の場合、<math>F_{T2}=1/45</math>          よって  <math display="block">\begin{aligned} E_{T2} &amp;= E_{T1} \div F_{T1} \times F_{T2} \\ &amp;= 697 \text{ kWh/年} \div (1/30) \times (1/45) \\ &amp;= 465 \text{ kWh/年} \end{aligned} \quad (4)</math></p> <p>2. 省エネ効果の算定</p> <p>1) 年間の電力削減量          一台当たりの年間電力削減量は式 (3)、(4) より  <math display="block">\begin{aligned} \Delta E_T &amp;= E_{T1} - E_{T2} \\ &amp;= 697 \text{ kWh/年} - 465 \text{ kWh/年} = 232 \text{ kWh/年} \end{aligned} \quad (5)</math></p> <p>対象のビル等にエレベーターが複数（複数の系統に複数台づつ）あれば、各々          に関して算定し合計する。</p> <p>2) 電力削減金額          電力量金 18.9 円/kWh より  <math display="block">\begin{aligned} \Delta Y &amp;= 232 \text{ kWh/年} \times 18.9 \text{ 円/kWh} \div 1000 \\ &amp;= 4.38 \text{ (千円/年)} \end{aligned} \quad (6)</math></p> <p>3) 原油削減量          電力の原油換算係数 0.252L/kWh より  <math display="block">\begin{aligned} \Delta O &amp;= 232 \text{ kWh/年} \times 0.252 \text{ L/kWh} \div 1000 \\ &amp;= 0.0585 \text{ kL/年} \end{aligned} \quad (7)</math></p> <p>4) CO<sub>2</sub> 削減量          電力の CO<sub>2</sub> 排出係数 0.000579t-CO<sub>2</sub>/kWh より  <math display="block">\begin{aligned} \Delta C &amp;= 232 \text{ kWh/年} \times 0.000579 \text{ t-CO}_2/\text{kWh} \\ &amp;= 0.134 \text{ (t-CO}_2/\text{年)} \end{aligned} \quad (8)</math></p>			
効果		単位	効果	備考
	① 購入電力削減量	kWh/年	232	
	② 原油換算削減量	kL/年	0.0585	
	③ CO <sub>2</sub> 削減量	t-CO <sub>2</sub> /年	0.134	
	④ 削減金額	千円/年	4.38	
測定/取得データ	1. エレベーターの平均的乗員率 2. エレベーター年間電力使用量（系統、台数の合計値）			
留意事項	1. (1) 式は出典・参考資料1)に記載のエレベーター消費電力の式に平均的乗員率 $\alpha$ を掛けたものである			

## 算定シート

	<p>2. 計算法2) はエレベーター1 台に関する電力消費量を算定したものであり、対象事業所にエレベーターが複数（複数の系統に複数台づつ）あれば、各々に関して算定し合計する。</p>																								
参考資料	<p>[1]建築物に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準 最終改正 平成 15 年経済産業省・国土交通省告示第 1 号</p> <p>[2]建築基準法施行令第 129 条</p>																								
参考図表等	<p>1. エレベーターの定格積載量</p> <p>表 1. エレベーターの定格積載量</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">エレベーターの種類</th> <th style="text-align: center;">積載量 (kg)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">※A=かごの床面積</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">乗用 (人荷共用エレベーターを含む)</td> <td style="text-align: center;">床面積 ~1.5m<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;"><math>(A \times 3,600) \div 9.8</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.5m<sup>2</sup>~3m<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;"><math>((A - 1.5) \times 4,900 + 5,400) \div 9.8</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3m<sup>2</sup>~</td> <td style="text-align: center;"><math>((A - 3.0) \times 5,900 + 13,000) \div 9.8</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">乗用以外（寝台用、荷物用、自動車用）</td> <td style="text-align: center;"><math>(A \times 2,500) \div 9.8</math> <math>(A \times 1,500) \div 9.8</math> (自動車用)</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：建築基準法施行令第 129 条</p> <p>2. 速度制御方式に応じた係数 <math>F_T</math> の決定法 速度制御方式に基づいて表 2 より 係数 <math>F_T</math> を決定する。</p> <p>表 2. 速度制御方式と係数 <math>F_T</math> の関係</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">速度制御方式</th> <th style="text-align: center;">係数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御あり）</td> <td style="text-align: center;">1/45</td> </tr> <tr> <td>可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御なし）</td> <td style="text-align: center;">1/40</td> </tr> <tr> <td>静止レオナード方式</td> <td style="text-align: center;">1/35</td> </tr> <tr> <td>ワードレオナード方式</td> <td style="text-align: center;">1/30</td> </tr> <tr> <td>交流帰還制御方式</td> <td style="text-align: center;">1/20</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：建築物に関わるエネルギーの使用合理化に関する建築主の判断基準</p>	エレベーターの種類	積載量 (kg)	※A=かごの床面積	乗用 (人荷共用エレベーターを含む)	床面積 ~1.5m <sup>2</sup>	$(A \times 3,600) \div 9.8$	1.5m <sup>2</sup> ~3m <sup>2</sup>	$((A - 1.5) \times 4,900 + 5,400) \div 9.8$	3m <sup>2</sup> ~	$((A - 3.0) \times 5,900 + 13,000) \div 9.8$	乗用以外（寝台用、荷物用、自動車用）	$(A \times 2,500) \div 9.8$ $(A \times 1,500) \div 9.8$ (自動車用)	速度制御方式	係数	可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御あり）	1/45	可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御なし）	1/40	静止レオナード方式	1/35	ワードレオナード方式	1/30	交流帰還制御方式	1/20
エレベーターの種類	積載量 (kg)																								
	※A=かごの床面積																								
乗用 (人荷共用エレベーターを含む)	床面積 ~1.5m <sup>2</sup>	$(A \times 3,600) \div 9.8$																							
	1.5m <sup>2</sup> ~3m <sup>2</sup>	$((A - 1.5) \times 4,900 + 5,400) \div 9.8$																							
	3m <sup>2</sup> ~	$((A - 3.0) \times 5,900 + 13,000) \div 9.8$																							
乗用以外（寝台用、荷物用、自動車用）	$(A \times 2,500) \div 9.8$ $(A \times 1,500) \div 9.8$ (自動車用)																								
速度制御方式	係数																								
可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御あり）	1/45																								
可変電圧可変周波数制御方式（電力回生制御なし）	1/40																								
静止レオナード方式	1/35																								
ワードレオナード方式	1/30																								
交流帰還制御方式	1/20																								