

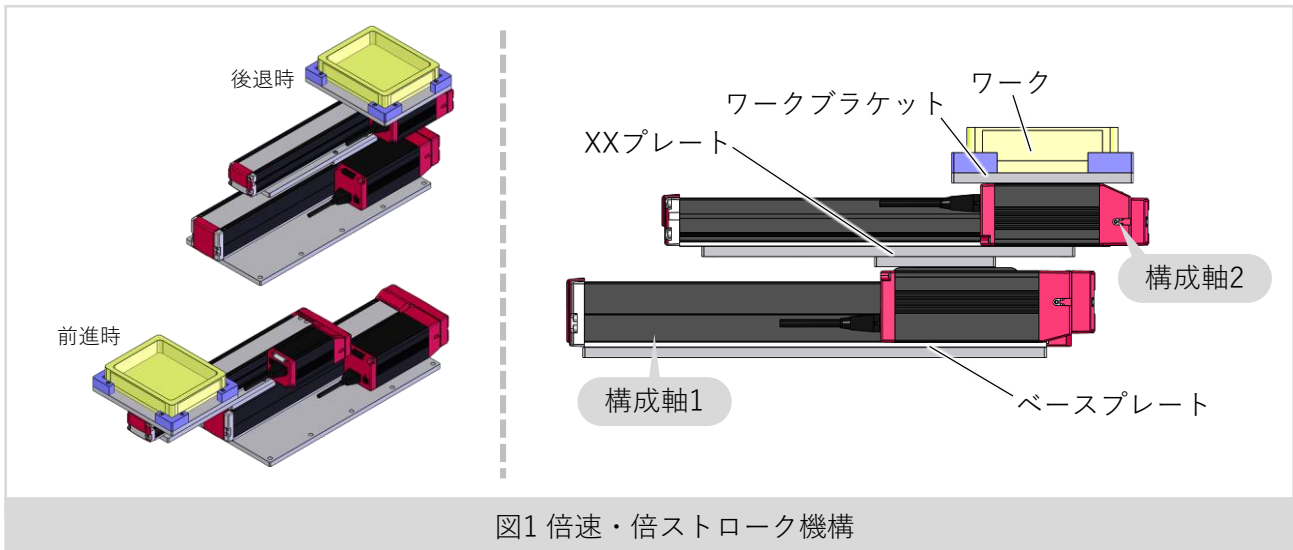
電動機構ライブラリー No.8

Electric Mechanism Library

1 機構名

倍速・倍ストローク機構(水平)

構成軸 1	EC-S7HAHR-300-**-ML
構成軸 2	EC-S6HAR-300-**-ML

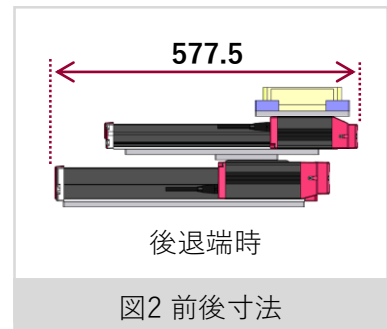


2 装置概要

アクチュエーター 2 軸を同時に動かして、倍速・倍ストロークを得る機構

3 要求仕様

用途	倍速・倍ストローク	
前後寸法制限	後退端時 650以下	mm
必要ストローク	600	mm
ワーク質量	5.5	kg
片道移動時間	0.9	秒
装置全体サイクルタイム	5	秒



4 確認フロー

- ① 必要推力の確認
- ② 速度別推力の確認
- ③ 張出し負荷長の確認
- ④ 静的許容モーメントの確認
- ⑤ サイクルタイムの確認
- ⑥ 寿命計算
- ⑦ デューティー比の確認
- ⑧ 消費電力量の計算

5 選定計算

① 必要推力の確認

- ・ 構成軸1、構成軸2それぞれの搬送質量を確認します。

【構成軸1】

ワーク	:	5.5kg
ワークブラケット	:	1kg
構成軸2	:	3.3kg (カタログより)
XXプレート	:	1.2kg
計	:	11kg

【構成軸2】

ワーク+ワークブラケット : 6.5kg

- ・ 必要な推力を計算します。

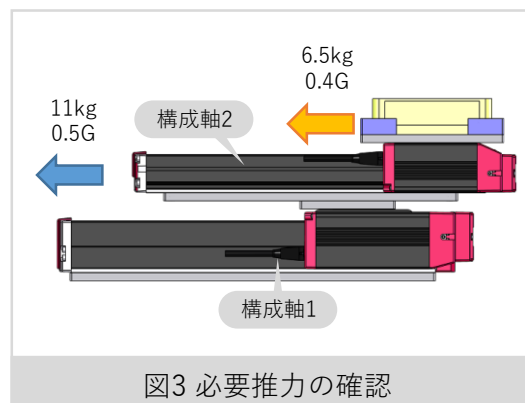
【構成軸1】

$$\begin{aligned} F_1 &= \text{構成軸1が受ける加速反力} + \text{構成軸2の加速反力} \\ &= 11\text{kg} \times 0.5 \times 9.8\text{m/s}^2 + 6.5\text{kg} \times 0.5 \times 9.8\text{m/s}^2 = 85.8\text{N} \end{aligned}$$

【構成軸2】

構成軸2自体が加速されるため、構成軸1の加速度が加算されます。

$$F_2 = 6.5\text{kg} \times (0.5+0.5) \times 9.8\text{m/s}^2 = 63.7\text{N}$$



機械装置の設計に際して必要推力を検討する場合、機械効率に起因する適切な余裕を見込んでください。例えば安全率を1.3とした場合の、各軸動作に必要な推力は

$$\text{構成軸1 } F_1 > 85.8 \times 1.3 = 111.5\text{N}$$

$$\text{構成軸2 } F_2 > 63.7 \times 1.3 = 82.8\text{N}$$

◆ 以上より、安全余裕を1.3倍とした場合、111.5N(構成軸1) / 82.8N(構成軸2)の推力が必要です。

速度別推力の確認

今回選定したEC-S7HAHR/S6HARはパルスモーター搭載機種のため、速度・加減速度に応じて可搬質量が変化します。
そのため、動作させたい速度における推力を概算する必要があります。

アクチュエーターのカatalogの速度別可搬質量表から、速度別推力は慣性力($F=ma$)で概算することができます。
※実際に動作させる加減速度条件によらず慣性力が最大の値を確認します。

【構成軸1】

リード16

姿勢 速度 (mm/s)	水平 加減速度 (G)				垂直	
	0.3	0.5	0.7	1	0.3	0.5
0	46	35	28	27	8	8
140	46	35	28	27	8	8
280	46	35	25	24	8	8
420	30	25	15	10	5	4.5
560	15	12	7	5	3	2.5
700	10	5	3	1	1.5	1
840	3					

2024年総合カタログ2-304より

[WEB版カタログはこちら](#)

速度420mm/s、0.5Gのとき、25kgの水平搬送が可能

$$F_{EC} = ma = 25\text{kg} \times 0.5 \times 9.8\text{m/s}^2 = 122.5\text{N}$$

速度560mm/s、0.5Gのとき、12kgの水平搬送が可能

$$F_{EC} = ma = 12\text{kg} \times 0.5 \times 9.8\text{m/s}^2 = 58.8\text{N}$$

- ◆ 構成軸1は420mm/s以下であれば必要推力を満たします。
構成軸1の速度・加減速度条件は420mm/s、0.5Gとします。

【構成軸2】

リード12

姿勢 速度 (mm/s)	水平 加減速度 (G)				垂直	
	0.3	0.5	0.7	1	0.3	0.5
0	26	18	16	14	2.5	2.5
80	26	18	16	14	2.5	2.5
200	26	18	16	14	2.5	2.5
320	26	18	14	12	2.5	2.5
440	26	18	12	9	2.5	2.5
560	18	12	7	5	2.5	2.5
700	10	5	4	3	1.5	1

2024年総合カタログ2-260より

[WEB版カタログはこちら](#)

速度440mm/s、0.5Gのとき、18kgの水平搬送が可能

$$F_{EC} = ma = 18\text{kg} \times 0.5 \times 9.8\text{m/s}^2 = 88.2\text{N}$$

速度560mm/s、0.5Gのとき、12gの水平搬送が可能

$$F_{EC} = ma = 12\text{kg} \times 0.5 \times 9.8\text{m/s}^2 = 58.8\text{N}$$

- ◆ 構成軸2は440mm/s以下であれば必要推力を満たします。
構成軸2の速度・加減速度条件は440mm/s、0.5Gとします。

張出し負荷長の目安は搬送物をアクチュエーターからオフセットして取付けた場合に、アクチュエーターが円滑に動作できるオフセット量の目安です。
構成軸2の取付け位置は構成軸1の張出し負荷長の目安を超えないように設計します。

選定上の注意

- (1) ストロークが長くなると、ボールねじの危険回転数の関係から最高速度が低下します。「ストロークと最高速度」にて希望するストロークの最高速度をご確認ください。
- (2) 「メインスベック」の可搬質量は最大値を表記しています。省電力設定を有効にする場合は、メインスベックが変わりますので、詳細は「速度・加速度別可搬質量表」をご参照ください。
- (3) 押付け動作を行う場合は「押付け力と電流制限値の相関図」をご参照ください。押付け力は目安の値です。注意点は 1-315 ページをご確認ください。
- (4) 使用周囲温度によって、デューティ比の制限が必要です。詳細は 1-326 ページをご参照ください。
- (5) 取付け姿勢によっては注意が必要です。詳細は 1-307 ページをご確認ください。
- (6) 張出し負荷長の目安は、 $M_a \cdot M_b \cdot M_c$ 方向に **300mm 以下**（ダブルスライダ仕様時は 600mm 以下）です。張出し負荷長については 2-109 ページの説明をご確認ください。
- (7) 取付け物体の重心位置は、張出し距離の 1/2 以下としてください。張出し距離や負荷モーメントが許容値内であっても、動作中に異常な振動や音などが発生する場合は、動作条件を緩めてご使用ください。
- (8) ダブルスライダ仕様選択時の手配型式、注意事項は 1-293 ページをご参照ください。

2024年総合カタログ2-303より

WEB版カタログはこちら

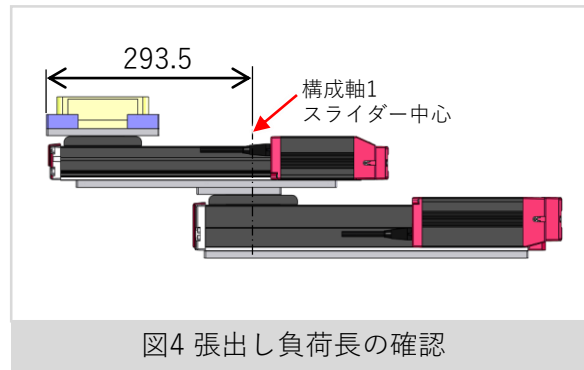


図4 張出し負荷長の確認

◆ 張出し負荷長293.5mmで、張出し負荷長の目安300mm以下を満たしています。

・ワーク重心位置
・構成軸2
スライダ中心

213.5

構成軸1
スライダ中心

構成軸1搬送質量による負荷

図5 静的負荷モーメントの計算

- ・構成軸1のスライダ中心～ワーク重心位置：213.5mm
- ・簡易的に安全側で計算するため搬送物の質量はワーク重心に集中するものとして計算します
< M_a 方向の静的負荷モーメント >

$$M_a = 11\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times 0.2135\text{m} \\ = 23.0\text{Nm}$$

静的許容モーメント	M_a : 115 N・m
	M_b : 115 N・m
	M_c : 229 N・m

2024年総合カタログ2-304より

WEB版カタログはこちら

- ◆ 静的負荷モーメントは23.0Nmで、許容値内になります。
- ◆ M_b 、 M_c 方向にはモーメントがほぼかからないため、検討不要です。
- ◆ 構成軸2は、ワーク重心とスライダ中心が一致しているため検討不要です。

選定した機種で要求仕様のサイクルタイムを満たすことができるか確認します。IAIホームページの「サイクルタイム計算ソフト」で確認します。片道移動時間の計算を行います。

こちらをクリック

◇動作条件

【構成軸1】速度：420mm/s 加減速度：0.5G

【構成軸2】速度：440mm/s 加減速度：0.5G

IAI Corporation

サイクルタイム計算 Ver1.5 EC-Series [High-Spec]

速度・加減速度・移動距離から単軸ロボットの位置決め時間（サイクルタイム）を自動で算出します。
以下の<a>～<e>で使用する製品を選択してください。<1>～<5>に使用する時の運転条件を入力してください。
「最速運転設定」ボタンを押すと、移動距離と搬送負荷から、速度と加減速度を設定します。

<a> シリーズ	EC
 型式	EC-S7HAHR
<c> リード	16 mm
<d> ストローク	300 mm
<e> 設置姿勢	水平
<1> 移動距離[mm]	300
<2> 搬送質量[kg]	11.000
<3> 速度[mm/s]	420
<4> 加減速度[G]	0.50 (1G=9806mm/s ²)
<5> 減速度[G]	0.50
<6> 位置決め幅[mm]	0.10

●計算結果
位置決め時間 [s] **0.885**

※位置決め幅に到達するまでの時間を表します。
※計算結果は参考値です。
負荷状況により実際の位置決め時間とは異なる場合があります。
※ゲイン調整により計算結果より早く位置決めできる場合があります。
詳しくは使用するコントローラーの取扱説明書をご確認ください。

IAI Corporation

サイクルタイム計算 Ver1.5 EC-Series [High-Spec]

速度・加減速度・移動距離から単軸ロボットの位置決め時間（サイクルタイム）を自動で算出します。
以下の<a>～<e>で使用する製品を選択してください。<1>～<5>に使用する時の運転条件を入力してください。
「最速運転設定」ボタンを押すと、移動距離と搬送負荷から、速度と加減速度を設定します。

<a> シリーズ	EC
 型式	EC-S6HAR
<c> リード	12 mm
<d> ストローク	300 mm
<e> 設置姿勢	水平
<1> 移動距離[mm]	300
<2> 搬送質量[kg]	6.500
<3> 速度[mm/s]	440
<4> 加減速度[G]	0.50 (1G=9806mm/s ²)
<5> 減速度[G]	0.50
<6> 位置決め幅[mm]	0.10

●計算結果
位置決め時間 [s] **0.856**

※位置決め幅に到達するまでの時間を表します。
※計算結果は参考値です。
負荷状況により実際の位置決め時間とは異なる場合があります。
※ゲイン調整により計算結果より早く位置決めできる場合があります。
詳しくは使用するコントローラーの取扱説明書をご確認ください。

図6 サイクルタイム計算ソフト

- ◆ 構成軸1と2を同時に動作開始する場合、遅いほうの軸のサイクルタイムが本機構の片道移動時間となります。
- ◆ 片道移動時間0.885秒となるため、要求仕様0.9秒を満たします。

6 寿命計算

エレシリンダー(スライダータイプ)の機械的寿命は、もっともモーメント荷重がかかるリニアガイドに代表されます。(以下のように取扱説明書に記載しています。)

6.1 スライダータイプの寿命の考え方

スライダータイプ、高刚性スライダータイプ、ワイドスライダータイプの機械的寿命は、もっともモーメント荷重がかかるリニアガイドに代表されます。

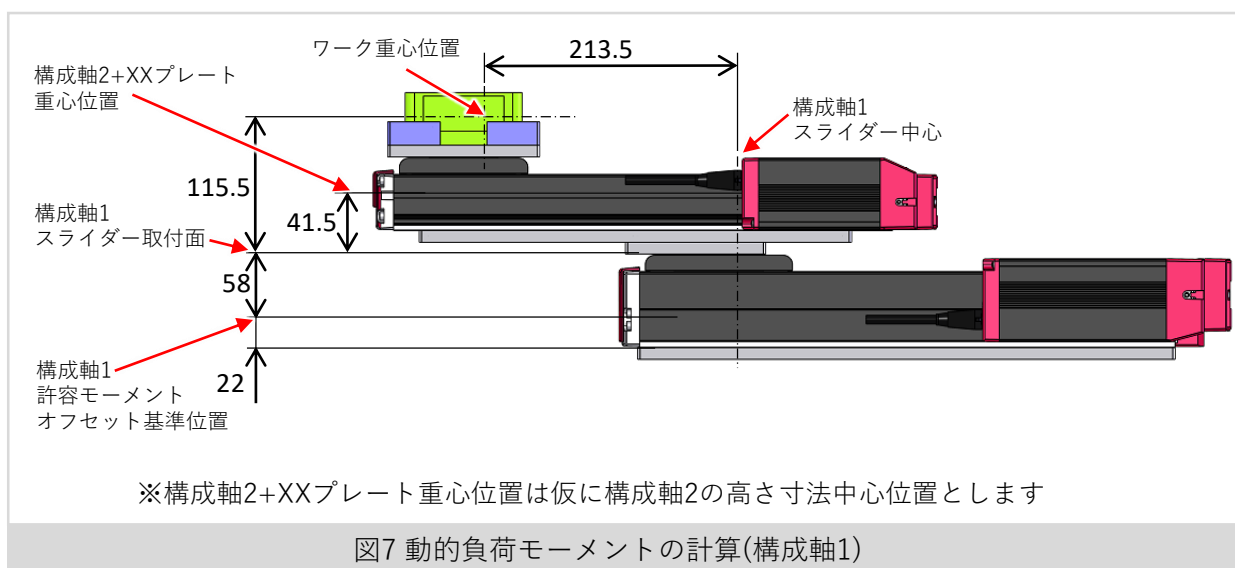
リニアガイドの走行寿命は、一群の製品を同じ条件で動作させたときに、90%がフレーキング(軌道面の剥離)を生じることなく到達できる総走行距離を表します。

取扱説明書より

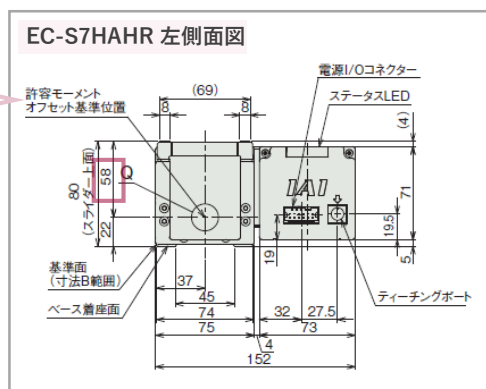
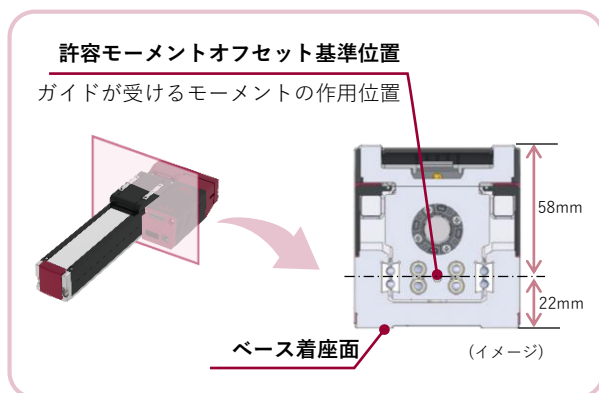
1 動的負荷モーメントの計算

【構成軸1】

Ma方向については重力による負荷モーメントと加速による負荷モーメントが作用します。ワーク(ブラケット込み)の加速による負荷モーメントの計算では構成軸1と2の加減速度を合算します。



■許容モーメントオフセット基準位置について



2024年総合カタログ2-305より

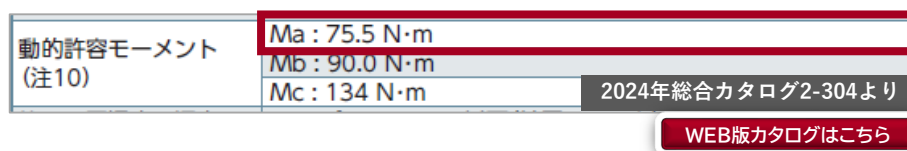
WEB版カタログはこちら

※構成軸2(EC-S6HAR)についても同様に確認

2024年総合カタログ2-261掲載

WEB版カタログはこちら

Mb、Mc方向にはモーメントがかからないため、検討は不要です。



【構成軸2】

ワーク重心位置

構成軸2
スライダー取付面

32.5

22

構成軸2
許容モーメント
オフセット基準位置

41

図8 動的負荷モーメントの計算(構成軸2)

Mb、Mc方向にはモーメントがかからないため、検討は不要です。

走行寿命の計算方法

リニアガイドの走行寿命は、機種ごとに定められた動的許容モーメントを用いて、次式によって計算することができます。

$$L = \left(\frac{C_M}{M} \right)^3 \cdot URL$$

L: 走行寿命(km), C_M : 動的許容モーメント(N・m),
M: 作用するモーメント(N・m), URL: 基準定格寿命(km)

2024年総合カタログ1-276より

[WEB版カタログはこちら](#)

【構成軸1】

$$\text{寿命計算} = \left(\frac{75.5 \text{ Nm}}{36.3 \text{ Nm}} \right)^3 \times 5,000 \text{ km} = 44,987 \text{ km}$$

以下の仮定条件で走行寿命を概算します。

装置全体サイクルタイム：5秒

1日平均稼働時間：16時間(=57,600秒)

年間稼働日数：250日

要求寿命：10年以上

1日の生産数[個]は、57,600秒/5秒=11,520個

1個生産するにあたり、アクチュエーターは往復で300mm×2=600mm移動するので、
1日の走行距離は、11,520回×600mm=6,912,000mm=6.912km

よって、1年の走行距離は、6.912km×250日=1,728km

アクチュエーターの走行寿命目安が44,987kmのため、
年数に換算すると、44,987km/1,728km/年≒26年 が構成軸1の走行寿命の目安となります。

【構成軸2】

構成軸1と同様に構成軸2の寿命を計算します。

$$\text{寿命計算} = \left(\frac{11.6 \text{ Nm}}{3.5 \text{ Nm}} \right)^3 \times 5,000 \text{ km} = 182,028 \text{ km}$$

182,028km/1,728km/年≒105年

◆ 以上より、アクチュエーターの走行寿命は要求寿命10年以上を満たします。

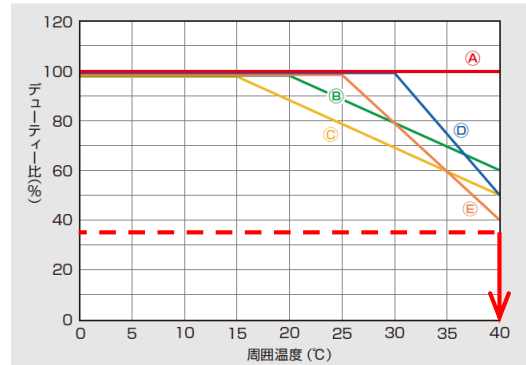
選定した機種で、周囲温度とデューティー比の関係を確認します。

ECの場合

周囲温度とデューティー比の関係は形状別の以下6つのグラフからご確認ください。

■ スライダー：モーター折返しタイプ

パターン	型式
(A)	S2□R、(D)S3□(A)R、(D)WS10□R
(B)	(D)S4□R、(D)S6□(AH)R、 <u>(D)S7□(AH)R</u> 、(D)WS12□R
(C)	(D)S6□AR、(D)S7□AR、 (D)S6X□AHR、(D)S7X□AHR
(D)	S8□(A)R
(E)	S8X□AR



2024年総合カタログ（WEB版）1-457

[WEB版カタログはこちら](#)

◆ デューティー比は以下のように計算します。

$$\text{デューティー比 } D [\%] = \frac{T_M}{T_M + T_R} \times 100$$

T_M ：動作時間
 T_R ：停止時間

< 今回の要求仕様より >

要求サイクルタイム：5 秒

片側移動時間：0.885 秒

$$T_M = \text{片側移動時間} \times 2 = 0.885 \times 2 = 1.77 \text{ 秒}$$

$$T_M + T_R = \text{要求サイクルタイム} = 5 \text{ 秒}$$

よって、 $D = 1.77 \text{ 秒} \div 5 \text{ 秒} = 35.4 \%$

◆ 選定した機種はグループ®Bとなり、周囲温度 40℃ 以下で要求仕様の動作可能です。

消費電力量は、IAIホームページの「カリキュレーターソフト」で確認可能です。サイクルタイムや電源容量の計算も可能です。

[こちらをクリック](#)

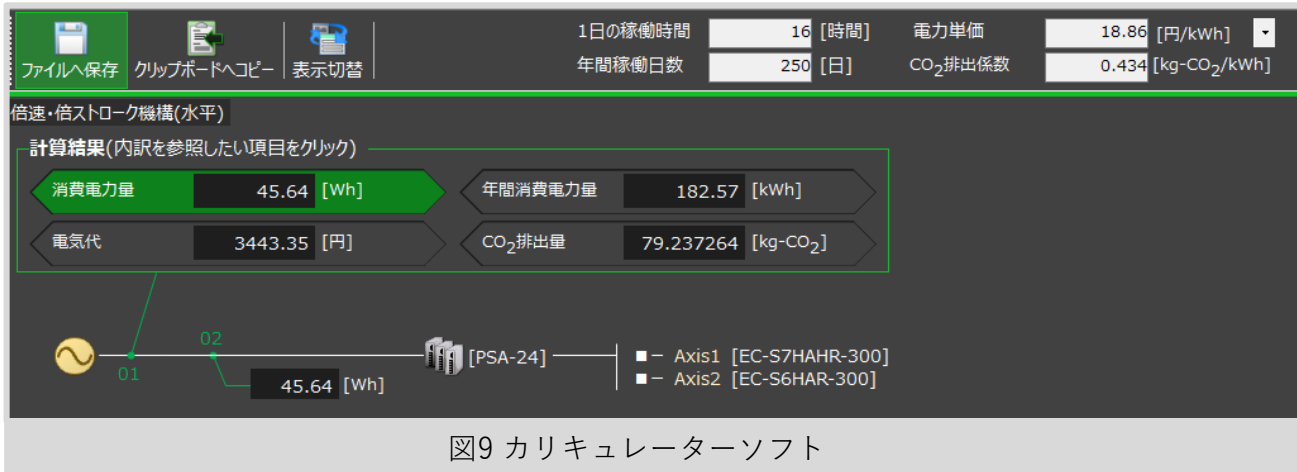


図9 カリキュレーターソフト

※CO₂排出係数：0.434kg-CO₂（環境省・経済産業省 令和3年度実績 電気事業者別排出係数より（全国平均係数））

※電力単価：18.86円/kwh（2024年中部電力ミライズ 電気料金 高圧電力 第2種プランB（夏季）より）

◆ 以上より、消費電力量は 45.64Whになります。