

# XYθアライメントステージハンドブック システム構成編

— アライメントステージを導入する前に知っておきたい基礎知識 —



# はじめに

本ハンドブックは、「アライメント/位置決め」ステージを初めてご検討されているお客様を対象に製作しております。

アライメントシステム全体の構成とそれぞれの役割を把握頂いた上で、ヒーハイト製ステージの特長をご紹介することで微力ながらお客様のお役に立つことができれば幸いです。

## 目 次

1. アライメントとは？	3
2. アライメント動作の概要	3
3. アライメントの分類	4
4. 自動アライメントシステムの用途例	5
5. 自動アライメントシステムの構成	6
6. 各ユニットの役割	6
7. 各ユニットの選定ポイント	8
8. X Y θステージの基本方式の違いによる特徴	10

### <Information>

超薄型XYθ（アライメント）ステージ 「NAF3C」シリーズのご紹介説明	13
ヒーハイト(株) 会社情報	15

## 1. アライメントとは？

「アライメント」… 目標位置に対する誤差を認識し、目標位置に合うように移動調整すること。

アライメントシステムに対する要求性能としては、まずアライメントの「正確さ」が挙げられます。また、実際の生産工程で使用される場合にはアライメントにかかる「時間」も重要となります。一般にこの2項目は相反することが多く、いかに高いレベルで両立できるかが課題となります。さらに、近年では「大きさ」も重要視されることが多くなっています。

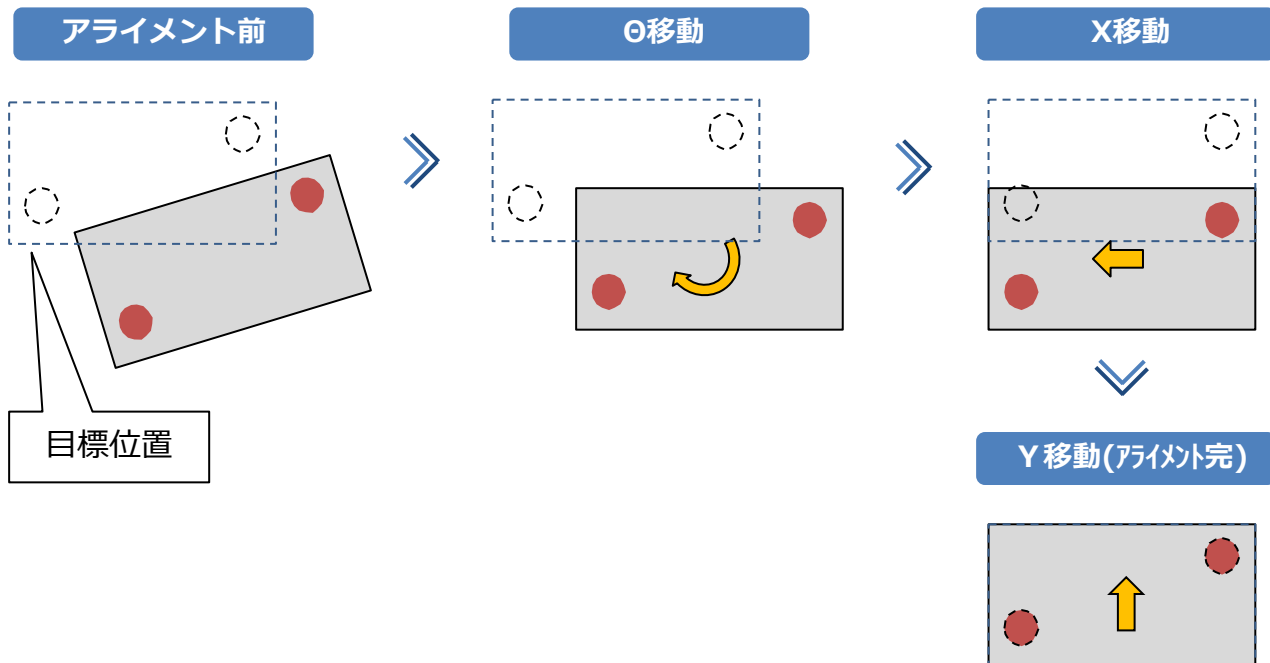
### 「アライメント」と「位置決め」は同じもの？

「位置決め」・・・ 任意に指示された移動指令値に従って、移動する事。

「アライメント」が「誤差を認識し移動すること」であるのに対し、「位置決め」は誤差を認識しているかどうかに関わらず単純に「移動すること」を指しているため、「アライメント」は「位置決め」の中の小分類と考えることができます。

## 2. アライメント動作の概要

平面上のアライメントを行う場合、角度( $\theta$ )と位置(X,Y)を合わせる必要があります。



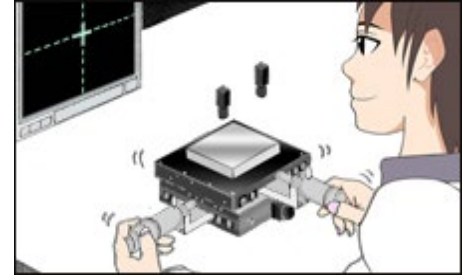
図では例として $\theta$ 移動→X移動→Y移動を順番に行っていますが、特に速さを求めたアライメントシステムでは、これらの動きを計算上で処理し、実際の移動は一度に行う場合が多く見られます。また、一度のアライメント動作で要求精度を満たせなかった場合は、複数回繰り返すことで収束させます。

### 3. アライメントの分類

アライメントの分類としては大きく3種類に分類することができます。

#### ■ 手動アライメント

目標との誤差を(カメラ等で拡大し)人間の目によって確認しながら、マイクロメータヘッド等により駆動することでアライメントを行います。



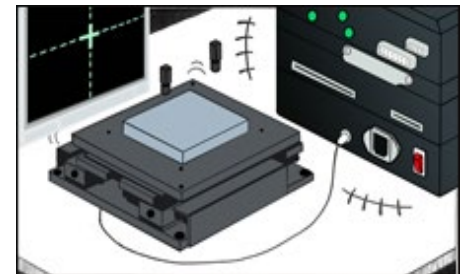
#### ■ 半自動アライメント

目標との位置誤差を人間の目で確認することは「手動アライメント」と同じですが、ステージの駆動をモータによって（遠隔で）行います。また、「手動アライメント」に対し、より高精度なアライメントが可能になります。



#### ■ 自動アライメント

目標との誤差の検出を画像処理装置等の視覚センサを用いて行うことで、アライメントシステムの自動化を図ることができます。また、高タクト化を図ることも可能です。



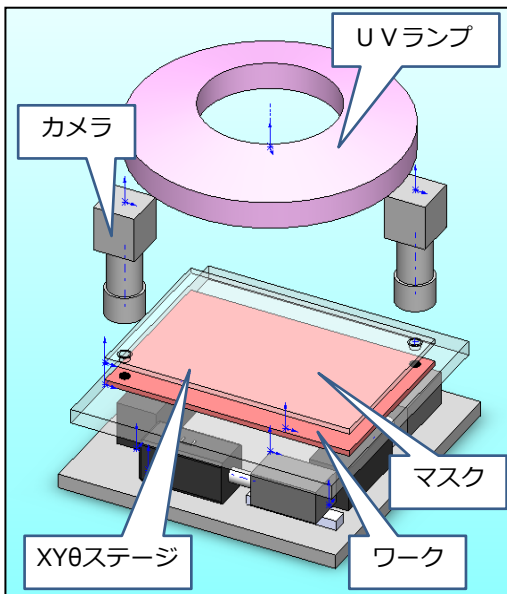
分類	位置ズレの検出	駆動源
手動アライメント	作業者	作業者
半自動アライメント	作業者	モータ
自動アライメント	画像処理装置	モータ

近年、生産工程におけるアライメントシステムには、省人化・高タクト化の観点から自動アライメントが必須になってきていると言えるでしょう。

以降の項では、その自動アライメントシステムに焦点を絞ってご紹介したいと思います。

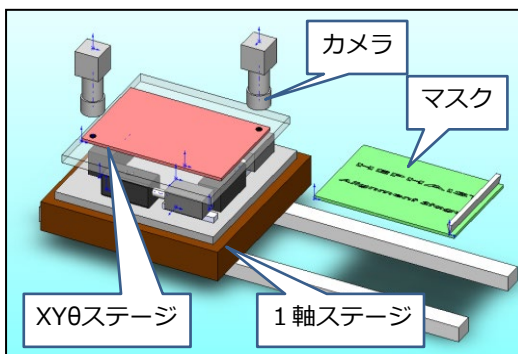
## 4. 自動アライメントシステムの用途例

## ◆ 露光装置



1. マスク上のアライメントマークを検出し、目標とする。
2. ステージ上のワークのアライメントマークを検出し目標に対してアライメントする。
3. カメラを退避させた後、UV照射して露光する。

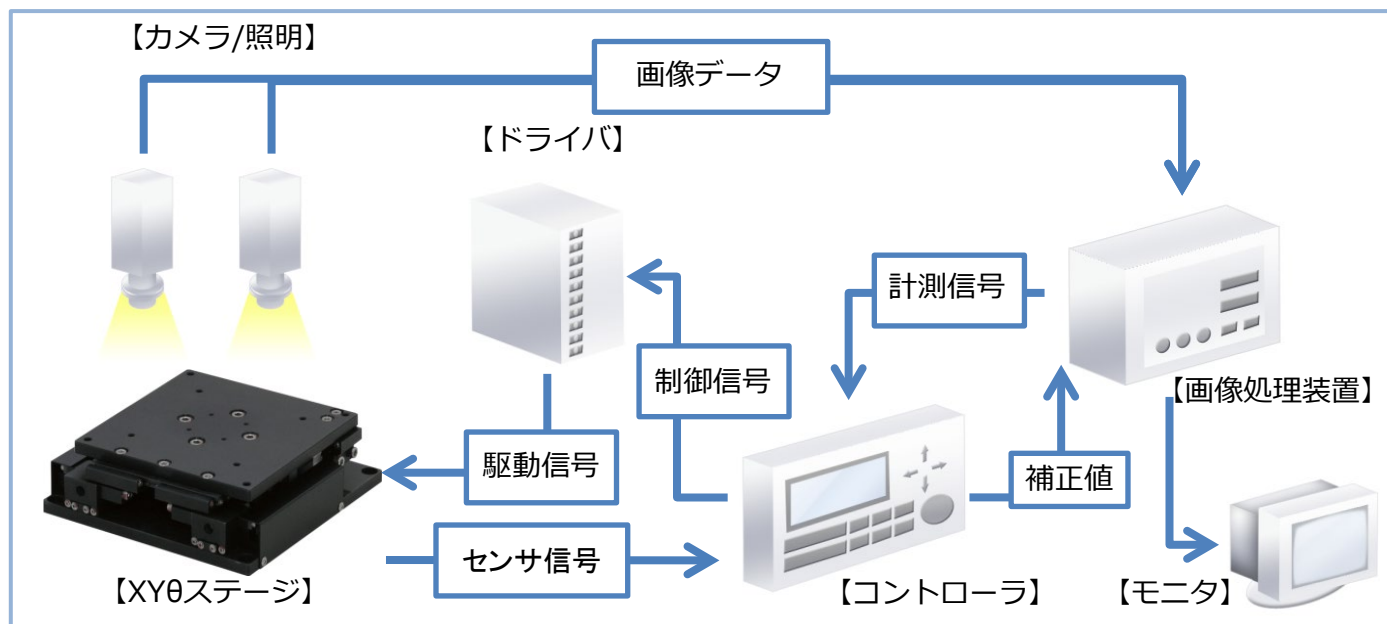
## ◆ スクリーン印刷機



1. ダミーワークを1枚印刷し、左図の位置で印刷マークを目標とする。
2. 本ワークを供給し、ワーク上のアライメントマークを検出して目標に対してアライメントする。
3. 1軸ステージをマスクの下に移動し印刷する。

## 5. 自動アライメントシステムの構成

### 各ユニットの相互関係



自動アライメントシステムの構築には上記6つのユニット(モニタ除く)が必要となります。

## 6. 各ユニットの役割

近年は各ユニットが進化し様々な機能を取り込んでいるため、役割の明確な線引きは難しくなってきましたが、ここでは基本的な例としてご説明致します。

### 照明

アライメントマークの認識精度を向上するために、通常、ワークやアライメントマークの形状・色・立体的条件などに合わせた照明を使用します。近年は光源としてLEDが使用される場合が多いようです。

### カメラ

アライメントマークなどの画像を読み取ります。

通常、画像処理装置に対応したカメラが使用されますが、カメラの基本的な構造は家庭用のデジタルカメラとほぼ同じと考えて良いでしょう。

人間の目の役割を果たします。

### 画像処理装置

外観検査などで使われることの多い画像処理装置ですが、アライメントシステムではカメラで撮影した画像からターゲットマークを認識し、事前に登録した基準との位置誤差を算出することに用いられます。また、マーク認識をより確実にするために、画像データを加工して特徴点をわかりやすくする各種フィルタ処理などを行うことができます。

## ■ コントローラ

アライメントシステムの司令塔となるユニットです。

画像処理装置から得られた各ターゲットマークの位置誤差情報から、ワーク全体の位置・姿勢(X,Y, $\theta$ )の補正量を演算し、さらに、モーションコントロールボード※1を介してステージ各軸のアクチュエータに対する移動量の指令、オーバートラベルI/O※2などを処理します。

また、上位システムとの連携を担う場合が多いです。

具体的にはパソコンや、PLC、あるいは専用(自作)のコントローラなどを使用します。

※1指定のパルス数や周波数でパルス列を出力する機能を搭載した基板のこと。

※2アクチュエータの物理的な衝突を防止するために設けるセンサの入出力信号のこと。

## ■ モータドライバ (アンプ)

一般的にX Y $\theta$ ステージの駆動源にはステッピングモータやサーボモータが用いられます。モータドライバはこれらのモータを駆動するための制御ユニットです。

モータに対する通訳の様な役割を果たします。

## ■ X Y $\theta$ ステージ

コントローラからの指令に合わせてテーブル上のワーク等をX Y $\theta$ 方向に移動します。

ステージの精度がアライメント精度に直結するため、もっとも重要なユニットの一つと言えるでしょう。

## 7. 各ユニットの選定ポイント

ここまで、自動アライメントシステムを構成する各ユニットについてご紹介してきました。しかし、いざシステムを構築しようとしたときに、様々なメーカーから多様な製品が販売されていてどれを使ったらいいのかわかりにくく、途方に暮れてしまうかもしれません。ここでは、ユニットごとに主な選定ポイントを簡単にご紹介いたします。

### 照明

照明方式：大きく分けると、正反射タイプ、拡散反射タイプ、透過タイプの3通りに分かれます。認識したい対象の材質や表面の状態(凹凸など)によって選定する必要があります。

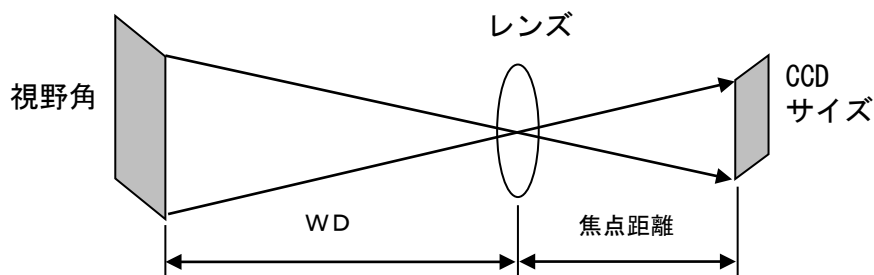
形状：照明方式、背景、周囲環境から選定します。一般的に同軸落射照明なら正反射、拡散反射ならローアングル照明、透過なら面照明が適しています。また、バー照明とリング照明はあらゆる用途で活用でき汎用的に使用されています。

照明色：カラーカメラの場合は通常は白色を選択しますが、白黒カメラを使うときは状況により補色や色による波長の特性(赤は波長が長いので、フィルム越しの撮影に適している)を活用しコントラストを得ます。

### カメラ

- 白黒orカラー：通常は白黒カメラを使用することが多いですが、光沢のある曲面の撮影など白黒カメラでは対応が難しい時にカラーカメラが必要になることがあります。
- CCDサイズ：WD(ワークディスタンス)と視野角に影響します。
- 焦点距離(レンズ)：レンズからCCDまでの距離のことです。WDと視野角、及び被写界深(ピントの合う高さ範囲)に影響します。

上記2項目は「WD：視野角 = 焦点距離：CCDサイズ」の関係があります。



- 画素数(解像度)：表示可能な最小単位。視野と測定分解能に影響し、基本的には「視野÷画素数 = 分解能」の関係を持っています。但し、画像の処理方法によっては1画素当たり以上の精度を得ることも可能です。

### 画像処理装置

メーカー毎に様々な特徴を持った製品が販売されておりますが、メカトロリンクやCC-Link<sup>※3</sup>など接続方法による上位機種との接続性で選定されることが多いようです。

複数台のアライメントを1台の画像処理装置が担う場合は、内蔵されているプロセッサの処理速度が重要になる場合もあります。

また、近年ではオートキャリブレーション(カメラ位置の自動取得)機能やモーションコントロール機能などを搭載したアライメントに特化した画像処理装置も販売されています。

※3モータドライバやコントローラなどとの入出力をデータ通信で行うネットワークシステムのこと。省配線化などのメリットがある。



## ◆ コントローラ

前項でも述べたようにパソコンやP L Cなどの機器をコントローラとして用います。

一概には言えませんが、実験設備などの比較的短期的な設備はパソコン、通常の生産設備はP L C、より高度な制御が必要なら専用の(自作)コントローラを使用する傾向があります。

## ◆ モータドライバ (アンプ)

ステージに使用されるモータの種類によりステッピングモータ<sup>※4</sup>用か、サーボモータ<sup>※5</sup>用かで大きく分類されます。

様々なメーカーから販売されていますが、選定に迷った時は、モータメーカーが各モータ型式に対応したドライバを販売していますので、それらを採用すれば問題ないでしょう。

※4入力パルス信号に同期して、ステップ状に一定角度ずつ回転できるモータのこと。入力パルスに対して正確に回転するため、回転量の検出が必要の無い高精度な位置決めが可能。

※5回転角度を検出するエンコーダを備えたモータであり、検出した角度をフィードバックすることで高精度の位置決めを行なうことが可能。

## ◆ XYθステージ

- ・サイズ、重量：ワークサイズや設置場所の周辺条件により選定してください。
- ・ストローク：ワークを乗せるテーブルが移動可能な範囲を表しています。アライメント前のワーク位置のバラツキを考慮し選定してください。
- ・静止時負荷容量：ステージが静止している状態での積載可能重量です。値は等分布荷重を前提としている場合が多いので、ステージからはみ出した位置に積載物の重心がある場合は注意してください。
- ・移動時負荷容量：ステージが駆動している状態での積載可能重量です。静止時負荷容量と同様に等分布荷重を前提としている場合が多いです。
- ・繰返し位置決め精度：同指令値に同方向から位置決めした時のバラツキを表します。ステージのもっとも基本的な性能となります。
- ・ロスモーション：任意の位置に対して、ある方向とその反対方向から位置決めした時の誤差を表します。要求精度に対してこの値が大きい場合は常に一定の方向からアライメントを行うなど制御方法の工夫が必要になります。
- ・絶対位置決め精度：指令値に対する絶対的な誤差を表します。アライメント時間を重視して1回のアライメント動作で完了させたい場合は重要な値となります。但し、一般的なステージでは仕様に謳われていないことが多いようです。
- ・モータ種類：一般的にステージにはステッピングモータやサーボモータが用いられます。脱調<sup>※6</sup>を避けたい場合などにはサーボモータを用いますが、ステッピングモータより大きい、高価であるなどのデメリットもあります。

※6ステッピングモータにおいて、急激な速度変化(加減速)や過負荷時にパルスに同期してモータが回転できず、停止や位置ずれが発生すること。

詳しくはホームページをご覧ください。

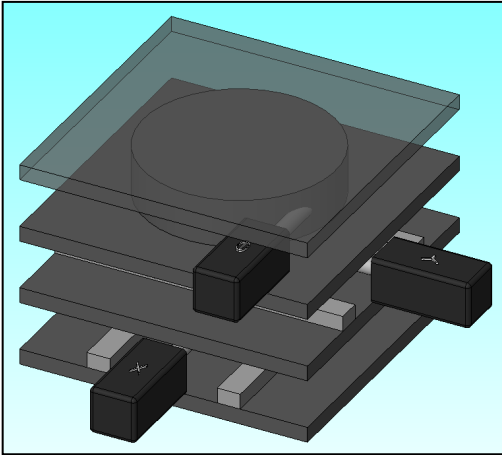
XYθステージ NAF3シリーズ [https://www.hephaist.co.jp/products/system\\_ali.html](https://www.hephaist.co.jp/products/system_ali.html)

超精密ステージ HWシリーズ [https://www.hephaist.co.jp/products/system\\_hw.html](https://www.hephaist.co.jp/products/system_hw.html)

## 8. XYθステージの基本方式の違いによる特徴

XYθステージは基本構造から大きく2種類に分類することができます。

### ✦ 積み重ね方式



直交する2つの直動ステージと回転ステージを組み合わせたステージです。

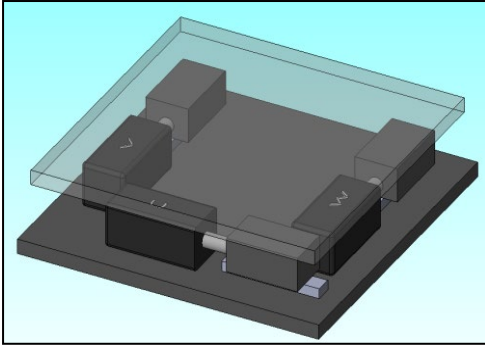
#### ◆ メリット

- ① ストロークを長くとることが容易。
- ② XYθをそれぞれ単独のアクチュエータが担っているため、制御が比較的容易。

#### ◆ デメリット

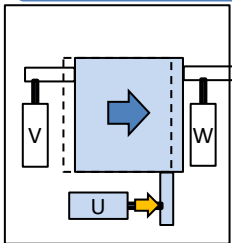
- ① 全高が高い。(従って、重量増が否めない)
- ② 上層のモータが移動するため、配線が煩雑になりやすい。

## UVW(平行リンク)方式

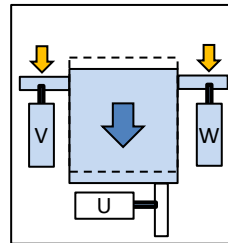


一般にUVWステージと呼ばれるXYθステージは平行リンクにより、3つの直動アクチュエータによってXYθ運動を実現したステージです。

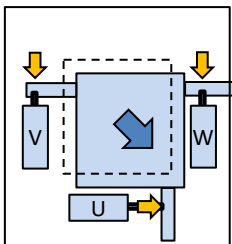
### 動作パターン



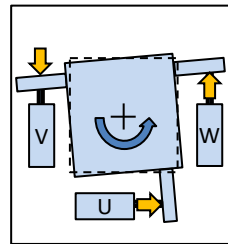
U軸を動作させると、テーブルはX軸方向へ移動します。



V、W軸を同一方向に同じ量を動作させると、テーブルはY軸方向へ移動します。



V,W軸を同一方向に同じ量を、そして同時にU軸を動作させると、テーブルは斜め方向へ移動します。



テーブル中心を旋回中心としてテーブルが回転(θ軸)している例です。

### ◆メリット

- ① 3つのアクチュエータが同一平面上に配置されているため、全高が低い。(低重心)
- ② 重量が軽いため、低慣性である。
- ③ モータが移動しないため、配線が容易。(断線の恐れが少ない)

### ◆デメリット

- ① ストロークを長く取るのに不向き。
- ② 回転時には3軸複合動作が必要なため、制御の構築が複雑。

但し、アライメント用途に限った場合、下記の理由によりデメリットは少なくなります。

- ・アライメントの場合、ロングストロークを必要とする場合が少ない。
- ・画像処理装置に3軸複合動作の演算式が盛り込まれた製品が発売されてきており、ユーザでの制御構築が容易になってきている。

それぞれの方式ごとに特徴を持っており、位置決め用途や要求精度により選定することが必要です。アライメントシステムで使用されるステージにおける近年の傾向としては、省スペースなどの需要が多く、UVWステージの割合が増加してきています。

## 終わりに

本書では、「システム構成編」としてアライメントシステム全体についての概要を簡単にご紹介致しました。

現在続編となる「**UVWステージ活用編**」を準備しております。

「**UVWステージ活用編**」ではアライメントに有効な方式であるUVWステージに焦点を絞り、その特徴や具体的な使用方法をご紹介したいと思います。

# 超薄型XYθ（アライメント）ステージ 「NAF3C」シリーズ

電動アクチュエータを同一平面上に配置した超薄型ステージ



スライド部分には中間プレートを上下2枚のプレートで挟み込み「予圧型ダブルスライド」構造を採用。各プレート間に多数のボールが配置され、スムーズな平面転がり運動を可能にしています。また3つのアクチュエータを同一平面上に配置した為、超薄型シンプル構造を実現。装置の小型化・低重心化に貢献します。

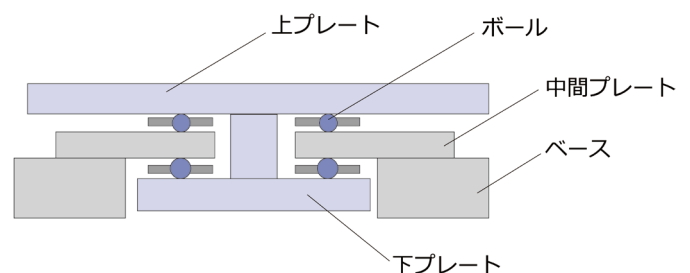
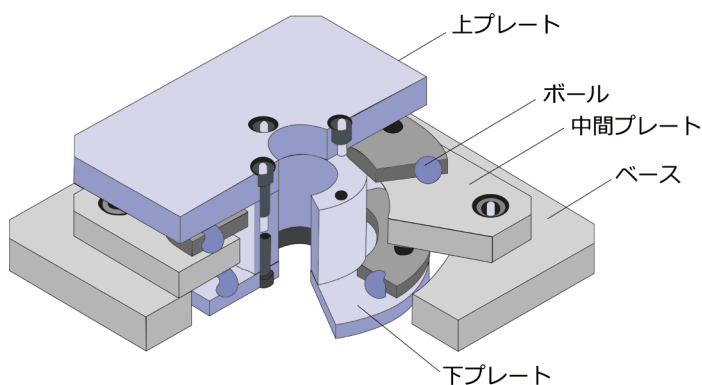
## 特長

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1   超薄型シンプル構造 | 4   省スペース     |
| 2   高精度な位置決め  | 5   旋回中心の任意設定 |
| 3   高剛性       |               |

## 特殊用途

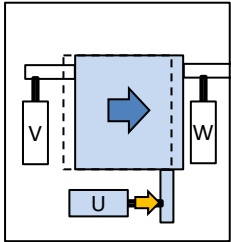
- |              |          |
|--------------|----------|
| 1   高速ステージ搬送 | 2   天吊使用 |
|--------------|----------|

## 予圧型ダブルスライド構造

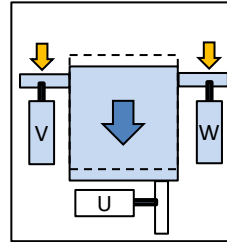


## 動作パターン

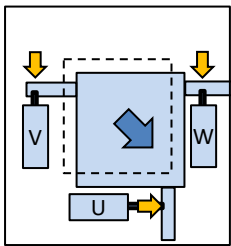
同一平面上に配置した3つのアクチュエータを各々動作させることにより、様々なテーブル動作が可能になります。



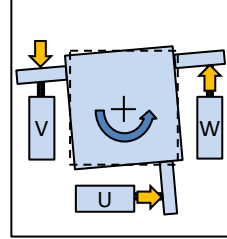
U軸を動作させると、  
テーブルはX軸方向へ  
移動します。



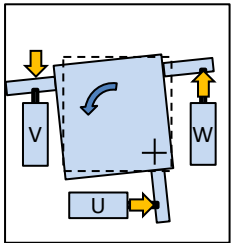
V、W軸を同一方向に同じ量を動作  
させると、テーブルはY軸方向へ  
移動します。



V,W軸を同一方向に同じ量  
を、そして同時にU軸を動作  
させると、テーブルは斜め  
方向へ移動します。



テーブル中心を旋回中心として  
テーブルが回転(θ軸)している例です。



任意の点を旋回中心として  
テーブルが回転(θ軸)して  
いる例です。

## 仕様

項目	NAF3C-10K01	NAF3C-16K00	NAF3C-20K01	NAF3C-30K00	NAF3C-40K00
ストローク	X軸:±2mm	X軸:±5mm	X軸:±5mm	X軸:±5mm	X軸:±5mm
	Y軸:±2mm	Y軸:±5mm	Y軸:±5mm	Y軸:±5mm	Y軸:±5mm
	θ軸:±2mm	θ軸:±3mm	θ軸:±3mm	θ軸:±3mm	θ軸:±3mm
テーブルサイズ	100mm×100mm	160mm×160mm	200mm×200mm	300mm×300mm	400mm×400mm
ベースサイズ	120mm×120mm	170mm×170mm	220mm×220mm	320mm×320mm	400mm×400mm
高さ	35mm	45mm	65mm	75mm	80mm
モータ	ステッピングのみ	ステッピング/サーボ	ステッピング/サーボ	ステッピング/サーボ	ステッピング/サーボ
ステージ素材	鉄・低温黒色クロム処理		アルミ・黒アルマイト処理		
質量	2.2kg	6kg	14kg	44kg	60kg
分解能	ステッピング:0.2μm/pluse    サーボ:0.1μm/pluse				
繰り返し位置決め精度	±1μm以内	±0.7μm以内	±1μm以内	±1μm以内	±1μm以内
ロストモーション	3μm以内	2μm以内	2μm以内	2μm以内	2μm以内
静止時負荷重量 (垂直方向等分布荷重)	200N	1000N	2000N	4000N	6000N
移動時負荷重量 (垂直方向等分布荷重)	100N	300N	600N	1000N	1000N
平行度	30μm				

詳しくはホームページをご覧ください。

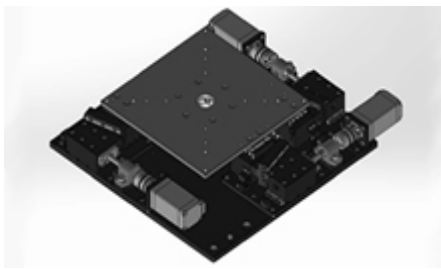
[https://www.hephaist.co.jp/products/system\\_ali.html](https://www.hephaist.co.jp/products/system_ali.html)

# 高精度位置決めステージ



## XYθステージ(アライメントステージ)

電動アクチュエータを同一平面上に配置した超薄型ステージであり装置全体の低重心化が実現可能



## 超精密ステージ HWシリーズ

送り機構に「ボールネジ+クサビ式減速機構」を搭載。

また、直動ガイドに「クロスローラガイド」を搭載することで高追従・高精度・高剛性を実現した超精密なステージです。



## Zチルトステージ

クサビ型Z軸モジュールを3ヶ所配置したチルトステージ。

角度調整する対象物の下面にステージを配置し、各アクチュエータの上下動作により高さや水平レベルの調整が可能。

テーブルとアクチュエータとのジョイント部は、当社製の球面軸受(SRJ)が使われています。



## Z軸ステージ

狭いスペース内で重量物のZ軸方向への位置決め、アライメントに最適な高負荷、高剛性、高分解能、省電力アクチュエータ

高精度位置決めステージ CADダウンロードページ

<https://www.hephaist.co.jp/cad/>

## 会社概要

- ・社名：ヒーハイト株式会社
- ・資本金：732,552,000円（2022年3月）
- ・代表者：代表取締役社長 尾崎 浩太
- ・設立：昭和37年7月19日



## 事業内容

- ・直動機器：円筒直動軸受製品、直動軸受応用製品及びユニット、球面軸受
- ・精密部品加工：エンジン部品、精密部品の受託加工
- ・ユニット製品：XYθステージ、Zチルトステージ、XYθステージ他軸ステージ  
その他のシステム製品

## 事業所

### 本社/埼玉工場

〒350-1151 埼玉県川越市今福580番地1  
 [敷地面積16,677㎡ 建物面積7,589㎡]  
 TEL 049-273-7000 (代表)  
 FAX 049-273-7001

### 秋田工場

〒010-1653 秋田県秋田市豊岩小山字下田454番地  
 (豊岩工業団地内)  
 [敷地面積36,292㎡ 建物面積4,525㎡]  
 TEL 018-828-0111  
 FAX 018-828-2231

詳しくはホームページをご覧ください。  
<https://www.hephaist.co.jp/>

ヒーハイト ▶

検索

## ヒーハイト株式会社

〒350-1151 埼玉県川越市今福580番地1  
 代表 TEL:049(273)7000 FAX:049(273)7001  
 ユニット製品Gr TEL:049(273)7008 FAX:049(273)7001  
 E-mail: info1@hephaist.co.jp