

# 航空宇宙

SCHUNK エンジニアリング

Hand in hand for tomorrow



# SCHUNK Engineering

## 革新的なパートナーシップ



カスタマイズソリューションの開発にあたり、深い業界知識、数十年の実績により洗練されたエンジニアリングプロセス、そして豊富な高品質コンポーネントに対する完全な設計権限といった包括的なサービスを提供しています。

航空宇宙という変化の激しい分野で、妥協は許されません。

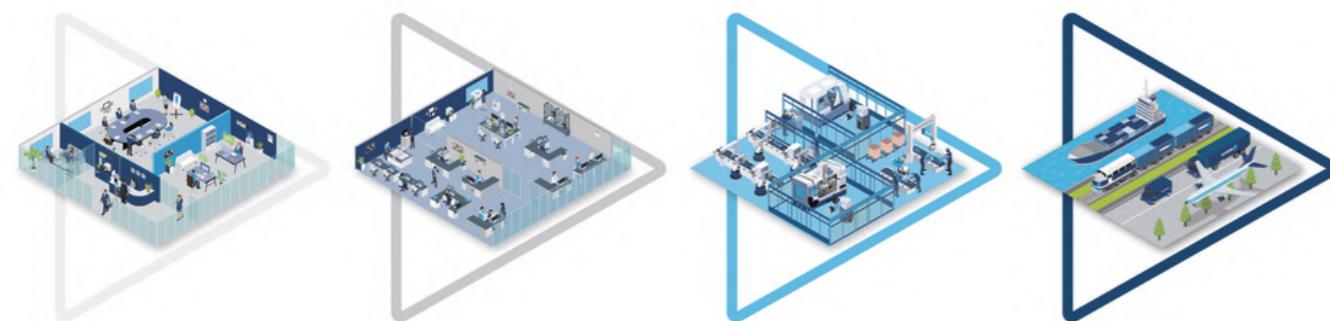
SCHUNKエンジニアリングは深い専門知識を活かし、業界の要求に精密に対応したオーダーメイドのエンジニアリングコンセプトを開発し、標準製品の枠を大きく超えるカスタマイズソリューションを提供します。

- ⊕ 高度なアプリケーションに求められる最高精度
- ⊕ 効率を最大化する革新技術
- ⊕ 人と環境への負荷を軽減する持続可能なコンセプト

## プロジェクト成功のための4ステップ

① 課題の把握      ② ソリューションの開発      ③ 製造・組立

④ 現地サポート



### 1. 課題を理解する — 要件定義

お客様との対話を通じた正確な要件定義から、確度の高い予算見積もりを含むコンセプト開発まで対応します。

### 2. ソリューション開発 — アイデアから設計まで

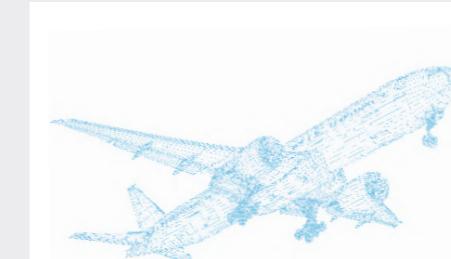
お客様と密接に協力し、カスタマイズソリューションを開発。お客様が本業に専念できる環境を提供します。

### 3. 製造・組立 — 生産と検証

高度な製造ノウハウとエンドツーエンドのデジタルプロセスチェーンで、世界中どこでも最高レベルの効率と精度を実現します。

### 4. 現地サポート — 納品から アフターサービスまで

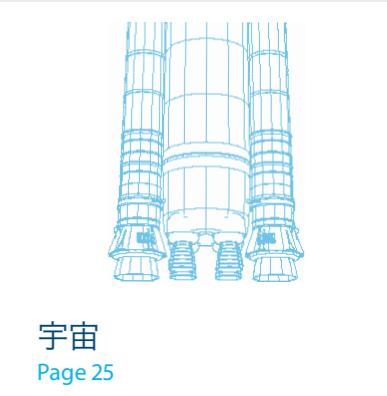
信頼されるパートナーとしてお客様の課題に寄り添い、すべてのステップでサポートします。



航空機  
Page 4



ヘリコプター  
Page 24



宇宙  
Page 25

## Content

ページ

SCHUNK エンジニアリング	2
航空機	4
エンジン	4
ランディングギア	8
構造部品	16
ヘリコプター	22
宇宙	23
ワーク位置決め	24
自動化によるプロセス最適化	26
シミュレーションサービス	27
プロセスの監視・記録	28

# エンジン

最高水準の要求に対応するパワフルで革新的な技術



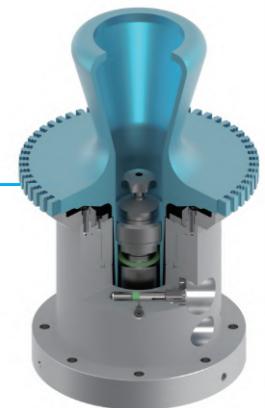
航空宇宙産業は、世界で最も厳しい要求が求められる産業の一つです。最高水準の安全性と品質基準を満たすには、精度、絶対的な信頼性、革新的な製造技術が不可欠です。エンジン部品は極限の応力に耐える必要があるため、特に重要な役割を担っています。さらに、燃費向上、排出ガス削減、総合性能の向上のためには、エンジン部品における継続的なイノベーションが極めて重要です。



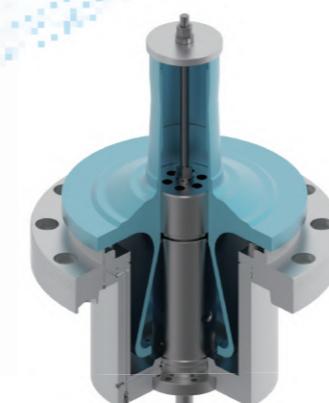
ブリスクのクランプ  
油圧拡張アーバー



タービンローターのクランプ  
内径クランプ用チャックジョー



タービンローターのクランプ  
油圧拡張ツールホルダー



タービンローターのクランプ  
油圧拡張アーバー

自動化によるプロセス最適化の  
ソリューションについては、  
26ページをご覧ください。

## ブレード付きディスクのクランプ

ブレード付きディスクは、精度、プロセス信頼性、部品保護において最高レベルの要求が求められます。SCHUNKは、高精度な振れ精度、均一な力配分、低振動加工を確保するカスタマイズクランピングソリューションを開発しています。

### 油圧拡張アーバーと油圧拡張ツールホルダー

- 振れ精度 0.01 mm以下
- 軸方向引き込み機構の内蔵により確実な面接触を実現（オプション）
- 計量ピストンで拡張率を調整可能、低変形加工を実現



油圧拡張ツールホルダー

- 密閉構造の油圧拡張技術により低メンテナンスを実現
- フローティングダンピングリングと油圧拡張技術の内蔵により振動を減衰



油圧拡張アーバー



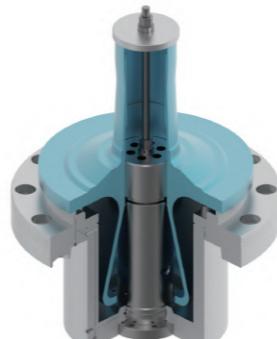
VERO-S モジュール

### クイックチェンジクランプシステム

- フレックスステー方式による位置決め
- 高速回転においても安定した引込み力を実現
- 一般的なミル・ターンセンター全てに互換性あり
- ゼロポイントクランピングステーションの採用により段取り時間を短縮

## タービンローターのクランプ

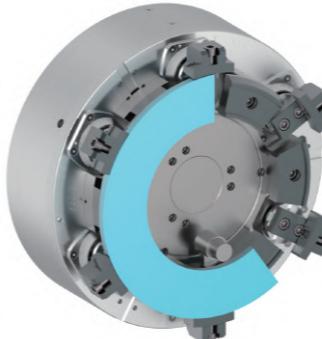
タービンローターの加工では、すべての工程において最高レベルの振れ精度と剛性が求められます。高剛性で精密に制御されるSCHUNKクランプソリューションにより、振動の低減、段取り時間の短縮、そしてプロセス信頼性の向上を実現します。



油圧拡張アーバー



油圧拡張ツールホルダー



外径把持用チャックジョー  
OP10



内径把持用チャックジョー  
OP20

### 油圧拡張アーバーと 油圧拡張ツールホルダー

- 軸方向引き込み機能を油圧拡張アーバーに内蔵
- 振れ精度 0.005 mm以下
- 軸方向カバーの追加により確実な面接触を実現
- プルスタッド内蔵型（オプション）
- 油圧拡張技術の内蔵により振動を減衰
- 密閉構造の油圧拡張技術により低メンテナンスを実現

### 内径・外径把握用チャックジョー

- 交換式クランプインサートを採用
- サポートジョーの研削仕上げ取付面により高い繰り返し精度を実現
- エアセンシング制御によるワークの位置決め機能
- プルダウン機構により確実な面接触を確保
- 対応旋盤用チャック：SCHUNK ROTA NCS 630/SCHUNK ROTA NCS 500

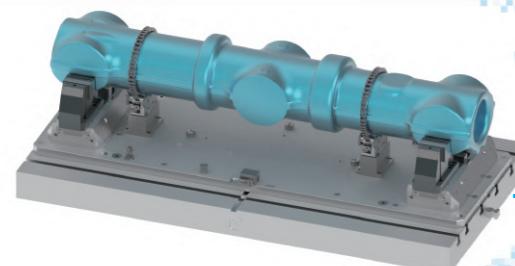
26ページで自動化による  
プロセス最適化ソリューションを  
ご紹介しています。

# ランディングギア

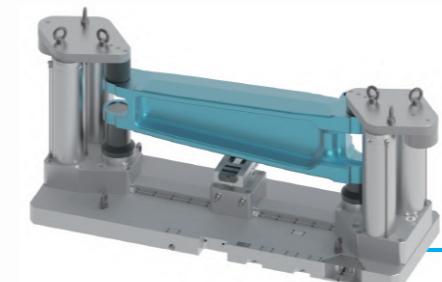
確実な面接触を実現する堅牢設計



ランディングギア部品には、極限環境下での確実な性能が求められます。  
軽量化、高耐久性、高効率化という進化し続ける要求に、SCHUNKは応え続けます。  
お客様の個別ニーズに合わせてカスタマイズし、複雑な部品を確実に保持、最高精度での効率的な製造を実現します。  
SCHUNKの技術力を、製造プロセスの革新と航空宇宙産業の未来創造にご活用ください。



ランディングギア部品のクランプ  
ブリッジビーム



ランディングギアアウトリガーのクランプ



ハウジングカバーのクランプ



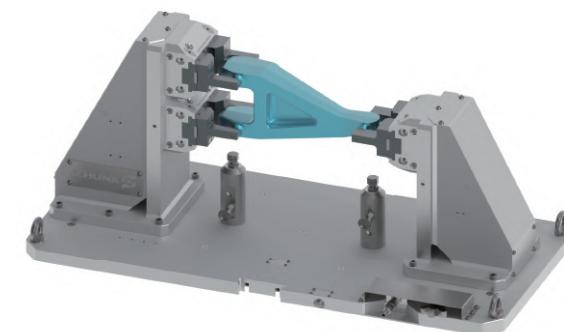
航空機用ホイールリムのクランプ



ランディングギア部品のクランプ  
シャックル

26ページで自動化による  
プロセス最適化ソリューションを  
ご紹介しています。

# ランディングギア部品のクランプ: トルクリンク



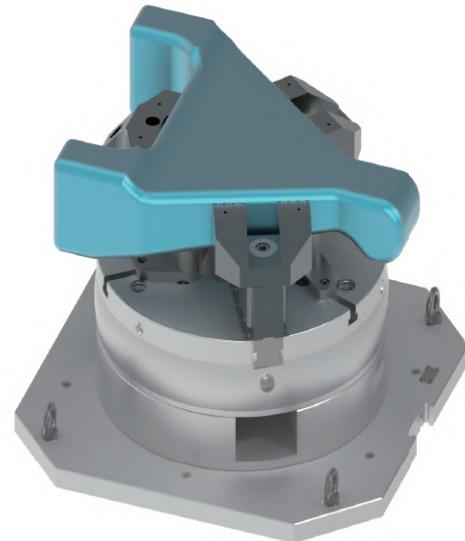
クランピングフォースブロック TANDEM KSP 160



クランピングフォースブロック TANDEM KSP 250

## 素材クランプ - トルクリンク(小)- OP10

- 補助ローディング装置付きで容易なハンドリングを実現
- 2方向からの優れたアクセス性
- 全クランプ装置の集中制御
- VERO-Sクイックチェンジパレットシステムをベースとし、治具交換時の段取り時間を短縮

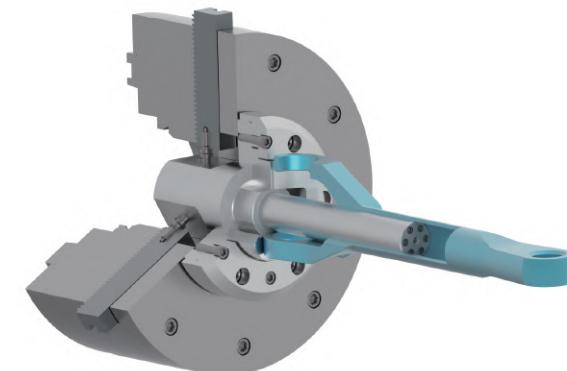


クイックチェンジジョー付き  
手動3爪チャック ROTA-S plus 630

## 仕上げ加工 - OP20

精密な仕上げ加工の配置と、側面アクセス性とチップ排出を最大化する外形設計:

- ワーク形状に最適に適応する振り子ジョーを搭載
- VERO-Sクイックチェンジパレットシステムをベースとし、治具交換時の段取り時間を短縮



油圧拡張アーバー

## 素材クランプ - トルクリンク(大)- OP10

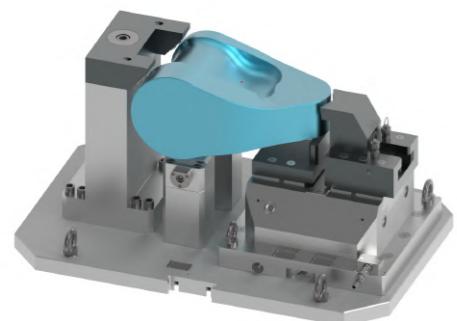
- 固定ジョー×1、振り子ジョー×2: 高い繰り返し精度とワーク形状への適応性
- VERO-Sクイックチェンジパレットシステム採用により段取り時間を短縮

## 内径把握

- ROTA THW旋盤チャックに対応した面側設計
- 中間フランジによるチャック面芯出しで振れ精度0.005 mm以下を実現
- SCHUNKチャックジョーで作動、モノブロック構造
- 油圧拡張技術の内蔵により振動を減衰
- 密閉構造の油圧拡張技術により低メンテナンスを実現

# ランディングギア部品のクランプ: シャックル

シャックルは複雑な形状が多く、厳格な公差とプロセス信頼性の高い形状拘束による力伝達が求められます。SCHUNKのクランピングソリューションは、明確に定義された支持点とワーク輪郭に適合したクランプ面により変形を最小化し、段取り時間を短縮、再現性の高い加工プロセスを実現します。



クランピングフォースブロック TANDEM

## 素材クランプ - OP10

高品質要求に対応する精密ウェッジフックで、狭いスペースでも強力なクランプを実現：

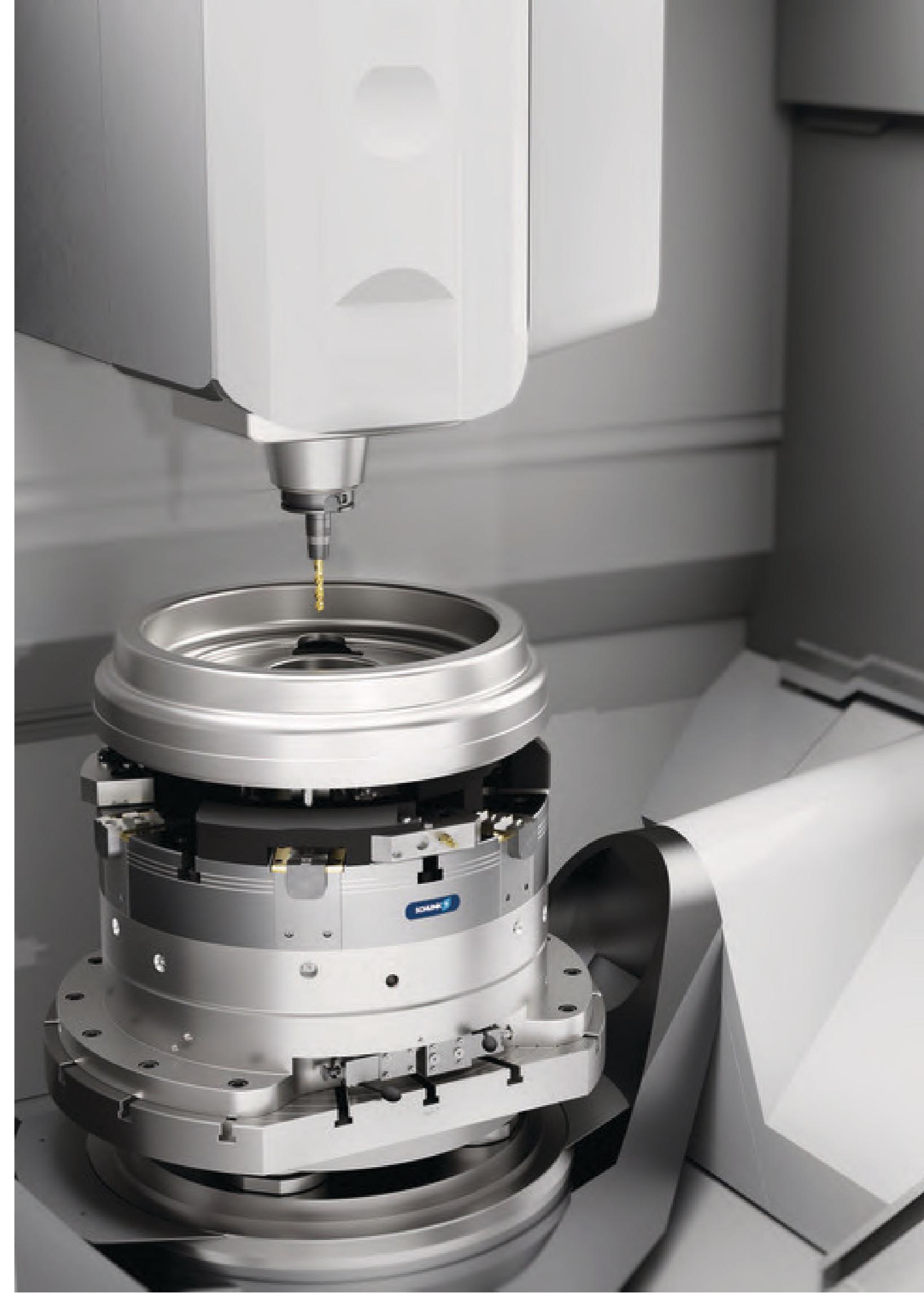
- 明確な基準面を提供する外部固定ジョー
- 素材寸法のばらつきを吸収する振り子ジョー式可動チャックジョー
- VERO-Sクイックチェンジパレットシステムをベースとし、治具交換時の段取り時間を短縮



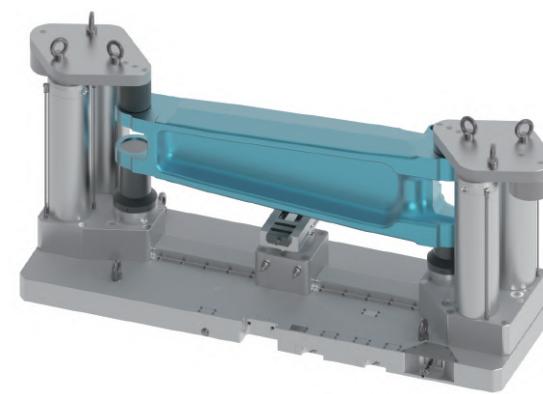
油圧拡張アーバー

## 仕上げ加工 - OP20

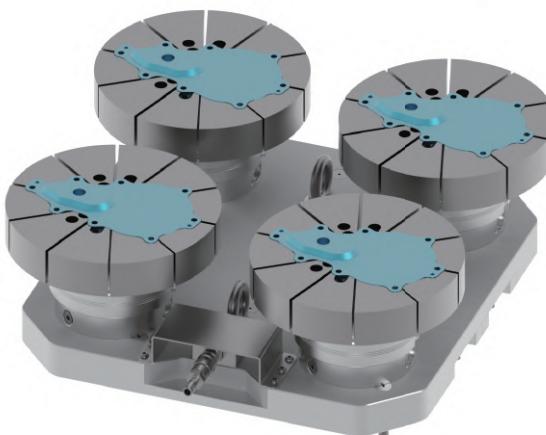
- 重切削に対応する高トルク伝達
- VERO-Sクイックチェンジシステムとの互換性
- ボールプランジャーによる位置決め機能
- 油圧拡張技術の内蔵により振動を減衰
- 密閉構造の油圧拡張技術により低メンテナンスを実現



## その他のランディングギア部品のクランプ



油圧拡張アーバーおよびVERO-S



アクティブプルダウン付きVERO-S治具メンブレン

### ランディングギアアウトリガーのクランプ

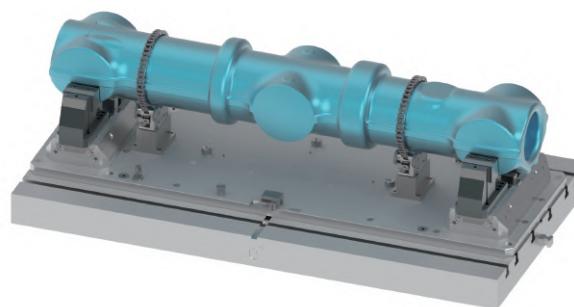
- OP20 5軸フライス盤での加工
- 2方向からの優れたアクセス性
- VERO-Sクイックチェンジパレットシステムで油圧拡張アーバーを迅速交換
- 補正クランプピンSPA-X・SPA-XYによる補正取付機構
- VERO-Sクイックチェンジパレットシステムをベースとし、治具交換時の段取り時間を短縮



振り子ジョー付き旋盤チャック ROTA NCR-A 630

### リムのクランプ

- デリケートで変形しやすい部品に対応する振り子ジョー付き補正6爪チャック
- 密閉構造で低メンテナンスの旋盤チャック
- ワーク専用設計のチャックジョーとワークストッパー
- エアシステム監視機能により自動ワークハンドリングで最大限のプロセス信頼性を実現



クランピングフォースブロック TANDEM KSP3 315

### ハウジングカバーのクランプ

- 不規則外形に柔軟に対応
- デリケートな薄肉ワークも変形なくクランプ

### ランディングギア部品のクランプ: ブージービーム

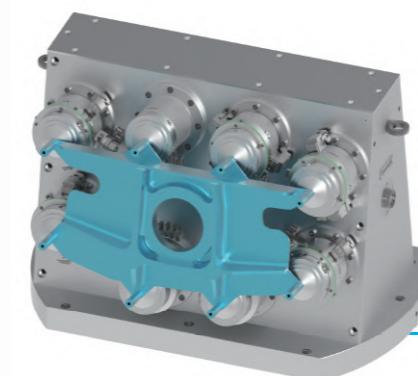
- OP10 5軸フライス盤での加工
- プルダウン効果により確実な基準支持を実現する5軸対応チャックジョー
- 硬化処理されたグリップインサート付きで素材を確実にクランプ

# 構造部品

スマートかつ効率的で、軽量ながら高強度を実現



構造部品には、相反する要素の両立が求められます。  
極限環境下での安定性と安全性を確保するには、軽量性と高強度を同時に実現しなければなりません。  
材料科学の飛躍的進歩により、従来よりも強力で、軽量、かつ効率的な革新的ソリューションが生まれています。



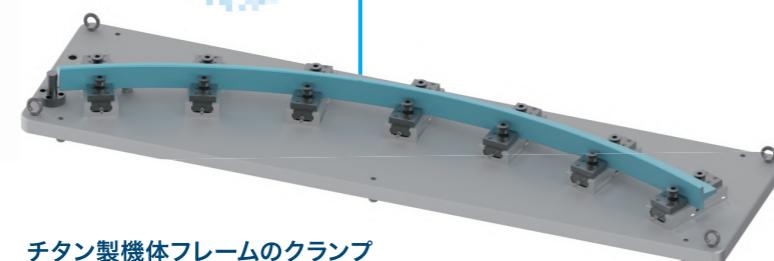
チタンピンテルプレートのクランプ  
VERO-S



ウイングパネルのクランプ  
VERO-S



ウイングパネルのクランプ  
KONTECバイスソリューション



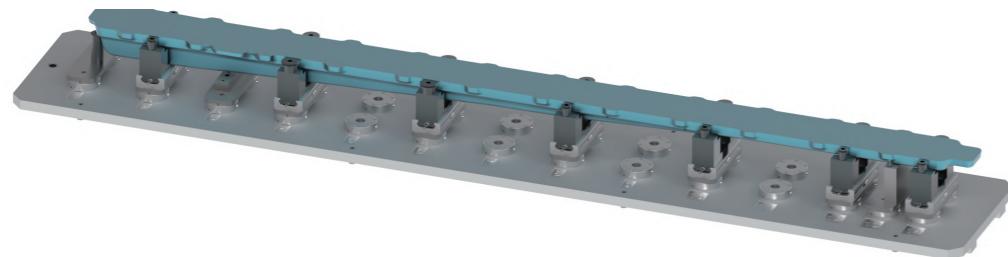
チタン製機体フレームのクランプ  
KONTECバイスソリューション

26ページで自動化による  
プロセス最適化ソリューションを  
ご紹介しています。

# 構造部品のクランプ

## KONTEC KSC3 125による変形のないクランプ

高精度・高クランプ力



KONTEC KSC3 125

- ワークの位置合わせと位置決めのためのセントリッククランプバイス KSC3
- 無変形クランプのためのフローティングKSC3バイス
- カプセル化スピンドルによる低メンテナンスで長寿命のクランプソリューション
- ブルダウン機能付きカスタムチャックジョーと、ワーク輪郭に容易に適応するラウンドグリップジョー付き
- 治具交換時の段取り時間短縮のためのVERO-Sクイックチェンジパレットシステムを採用

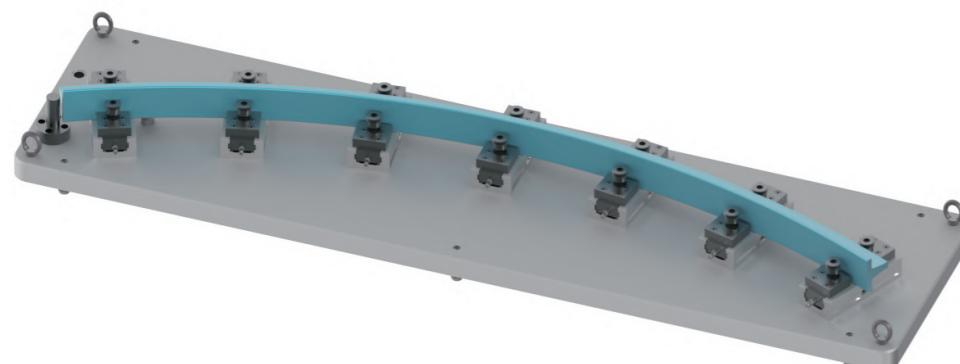
## VERO-S Aviation 2D + 3Dクランプユニットによる無変形 クランプ

98%の加工除去率により、ワーク側で大量の残留応力が解放されます

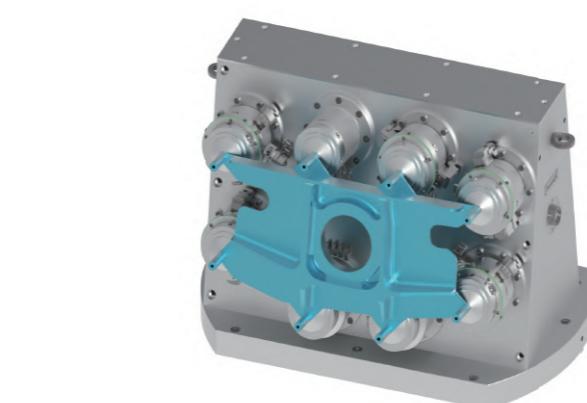


VERO-S Aviation

- 異なる機械で多様な部品に対応する柔軟なクランプシステム
- 工程数と段取り時間の削減によりリードタイムとコストを低減
- 加工中のワーク応力解放が可能
- 従来4工程を2工程に短縮
- 機械上で精密成形部品を直接製作、最終矯正コストを削減



KONTEC KSC3 125



VERO-S Aviation

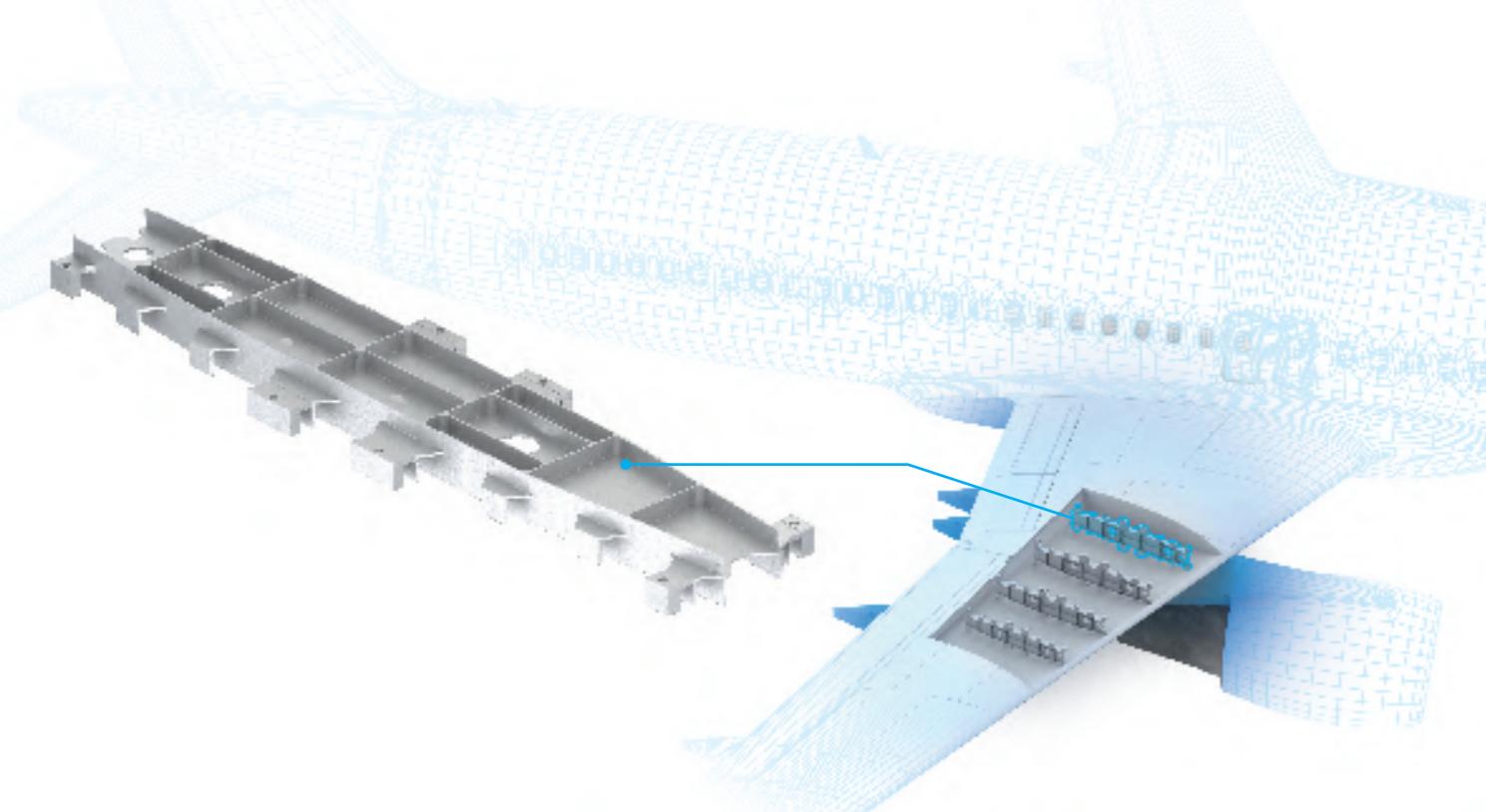
VERO-S Aviationについての  
詳しい情報は20ページを  
ご参照ください。

# VERO-S Aviation

## 構造部品を効率的に直接クランプする モジュール式システム

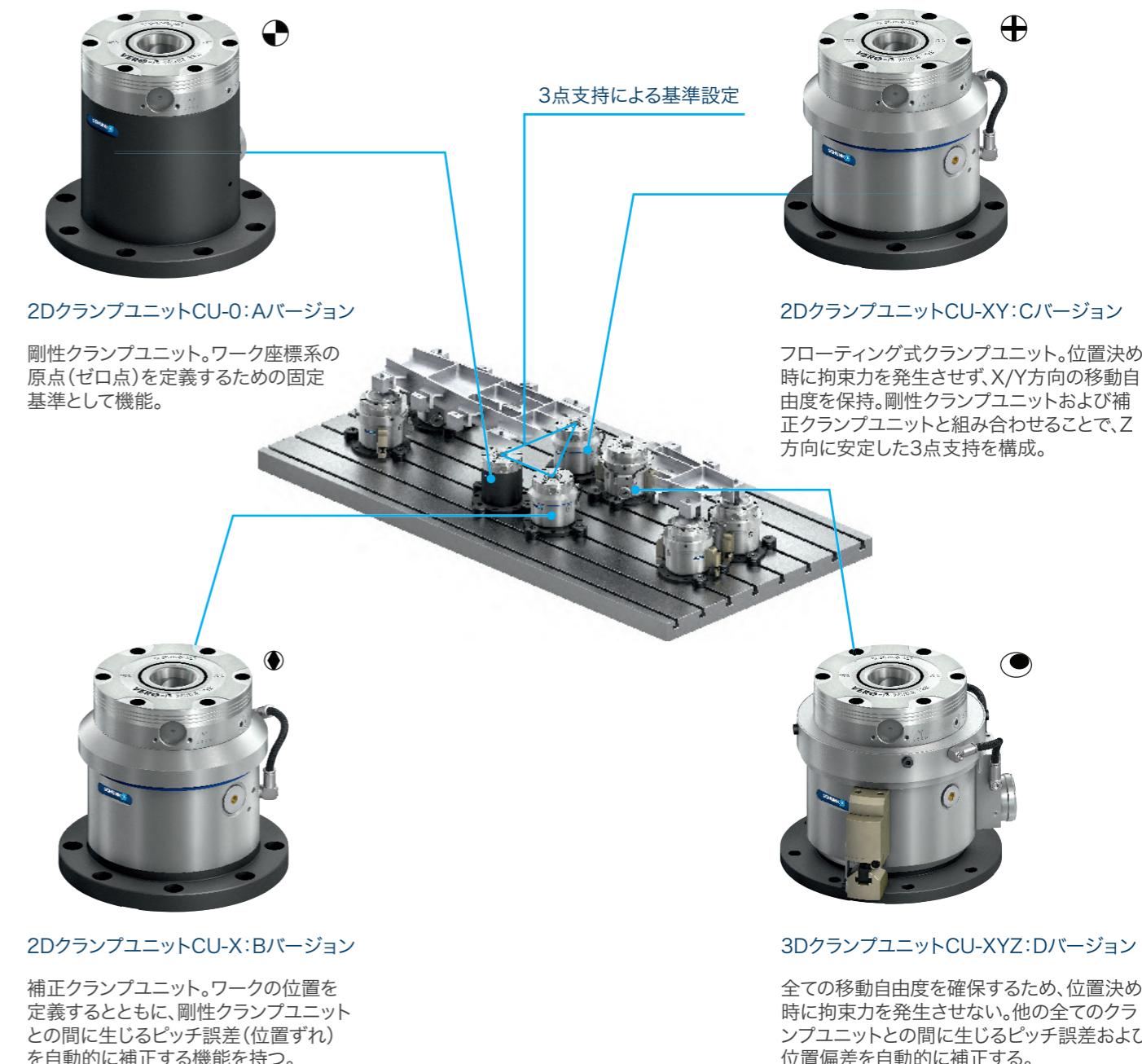
航空宇宙産業は成長を続けており、加工分野も例外ではありません。  
構造部品は特にコストと段取りの負担が大きく、クランプに高度な要求が課されます。その理由は、加工中に解放される残留応力です。  
部品の応力を繰り返し解放するため、クランプの頻繁な調整、修正、さらには完全な再セットアップが必要になります。

SCHUNKのVERO-Sクイックチェンジパレットシステムは、効率的ワーククランプの最高峰として評価されています。  
この卓越した段取り効率を構造部品加工でも実現するため、革新的なSCHUNK VERO-S Aviationクランプシステムが誕生しました。  
精密に制御された柔軟性により、段取り作業を劇的に削減します。

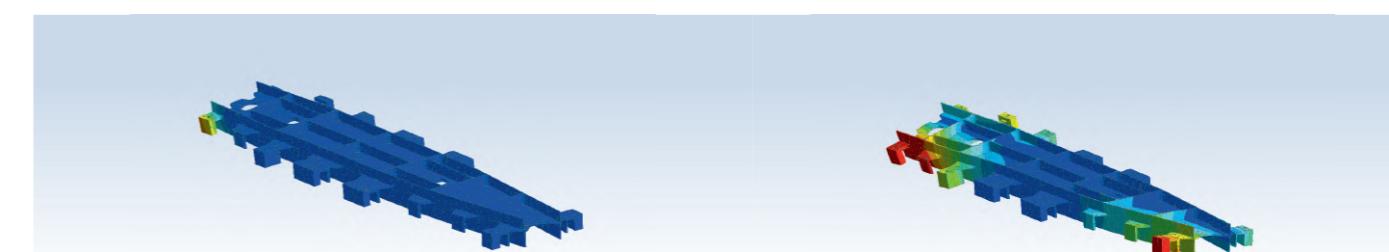


### SCHUNK VERO-S Aviationクランプシステムの特長

- 優れたワークアクセス性により、段取り回数を大幅に削減しながら最大98%の加工除去率を実現
- 加工からバリ取り、測定、組立まで一貫して繰り返しクランプ可能
- 工程数と段取り時間の削減により、リードタイムとコストを低減
- 機械テーブルから直接、形状精度の高い部品を製作し、最終矯正コストを最小化
- 異なる機械で多様な部品に対応する柔軟なクランプシステム



### 比較: VERO-S Aviation有無による部品の残留応力

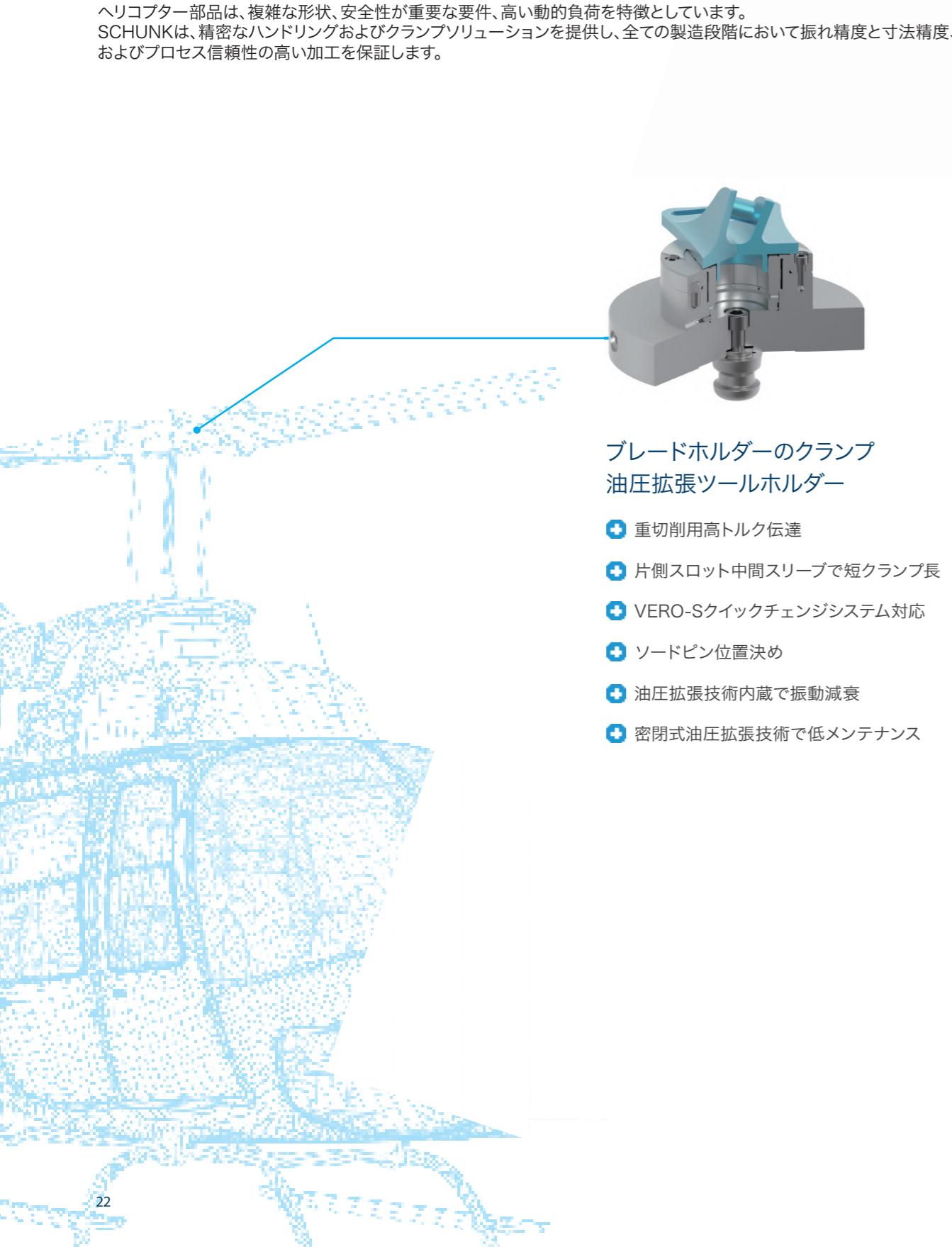


VERO-S Aviationを使用することで、追加の段取り作業やワーク原点のずれを生じることなく、部品内の応力を低減できます。

VERO-S Aviationを使用しない場合、クランプ解放時に部品が変形し、通常はコストのかかる再加工が発生します。

# ヘリコプター

最高の安全基準を満たす高精度・高信頼性



ブレードホルダーのクランプ  
油圧拡張ツールホルダー

- 重切削用高トルク伝達
- 片側スロット中間スリーブで短クランプ長
- VERO-Sクイックチェンジシステム対応
- ソードピン位置決め
- 油圧拡張技術内蔵で振動減衰
- 密閉式油圧拡張技術で低メンテナンス

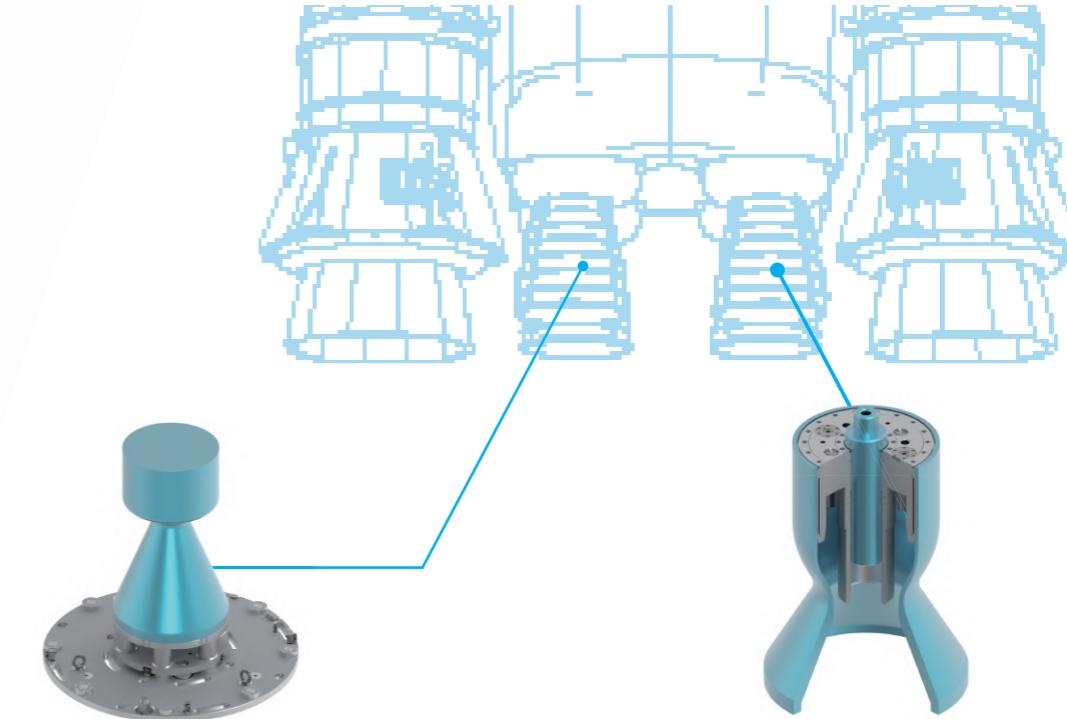
# 宇宙

最大強度と最小重量を実現するスマートで効率的なソリューション



宇宙部品には、最も厳格な基準のもと、極限の精度、絶対的な信頼性、完全に文書化されたプロセス安定性が不可欠です。SCHUNKの宇宙産業向けハンドリング・クランピングソリューションは、デリケートな表面を完全保護し、厳しい公差要求に応え、全製造段階で確実な品質再現性を保証。構造部品から推進システムまで、あらゆるミッションに対応できる部品製造を実現します。

ノズルレベルのクランプ



素材加工: VERO-Sによるクランプ

- 段取り時間を短縮する、VERO-Sクイックチェンジパレットシステムをベースとした設計
- 特許取得済みのフレキシブルテーパーによる位置決めで、0.01mmの振れ精度を実現
- 最高回転数: 200 RPM
- 視認可能な安全装置により、最大限の操作安全性を確保
- 確実な形状補完 (フォームフィット) とセルフロック機構  
圧力低下時でも、最大引込み力を維持

仕上げ加工: 油圧拡張ツールホルダー

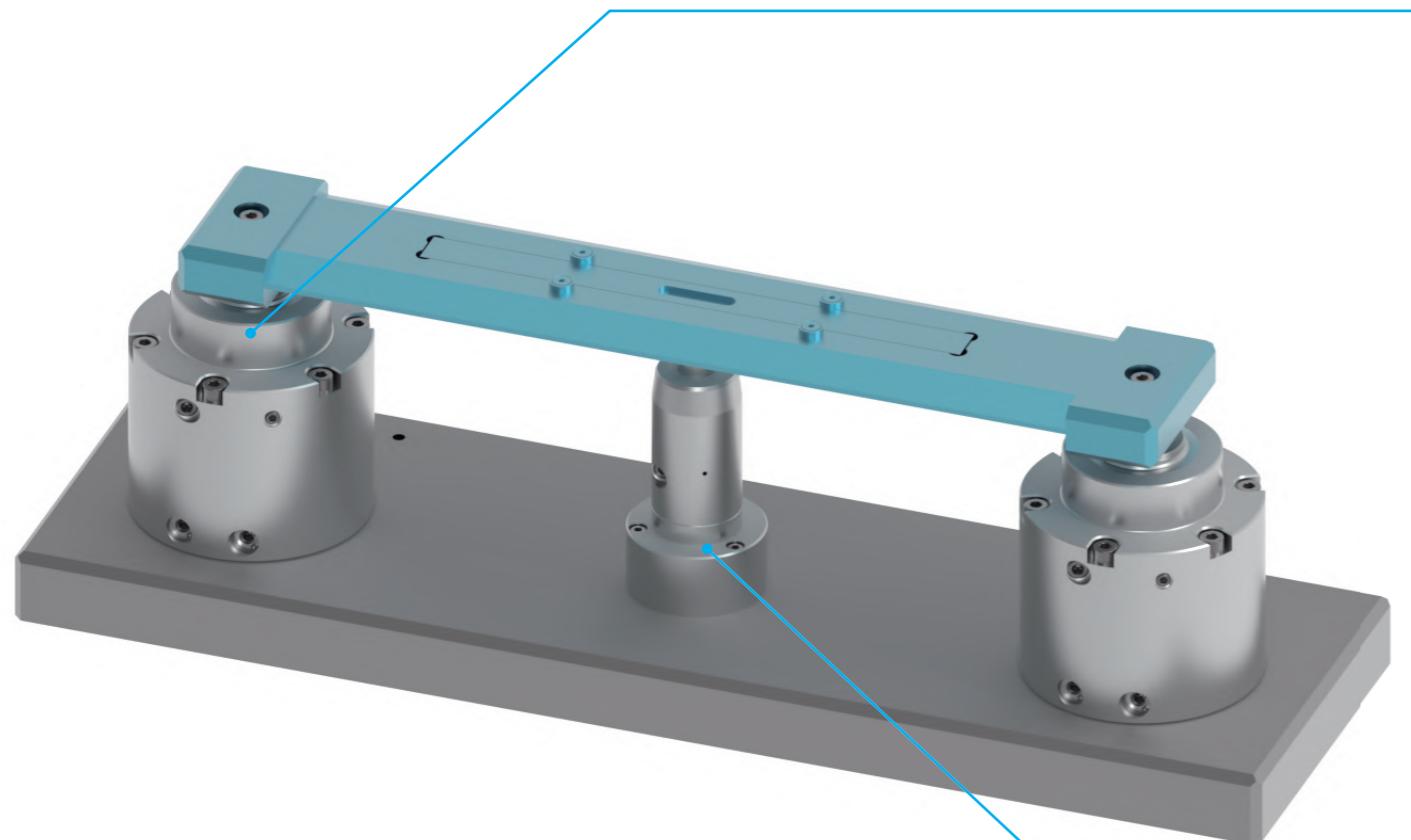
- 油圧拡張アーバーとツールホルダーを組み合わせたハイブリッド構造
- 振れ精度: 0.005 mm以下
- 一つのクランピング装置で内径 (I.D.) および外径 (O.D.) のクランプが可能 (ハイドロツールホルダーによるシャフトクランピング、およびハイドロアーバによるワーククランピング)
- クランプ制御によりワークの歪みを抑えた低変形クランプを実現
- 内蔵されたハイドロ技術 (油圧拡張方式) による優れた防振効果
- 密閉されたハイドロ技術によりワークへの歪みを最小限に抑制

# ワーク位置決め

## 高精度なモーション制御



ワークの位置決めにより、精密な軸方向の調整が可能です。  
正確な位置制御や振動の抑制から、ワークの変形防止に至るまで、当社の位置決めソリューションは  
微細チューニングの新たな基準を確立します。



マイクロアジャスターとスプリングアジャスターの併用が可能



## マイクロアジャスター

### ミクロン単位の精密な位置決めを実現

マイクロアジャスターにより、ワークの精密な位置調整が可能になります。

2つのクランプねじを締め込むことで、内部のメンブレン（隔壁）が油圧拡張技術によってスムーズに作動。これによりプランジャーが伸長し、ワークを正確な位置に移動させます。最終的に、別のクランプねじを用いてプランジャーを油圧で確実に固定します。

## 技術情報

- 0.001mm単位のミクロン精密調整
- ヒステリシスのない（バックラッシレス）システム
- 完全密閉型の油圧拡張技術
- 手動操作



## スプリングアジャスター

### 確実なサポート

SCHUNKのスプリングアジャスターは、長尺ワークのクランプ時に発生する歪みを防ぎ、振動を最小限に抑えます。

内蔵スプリングにより、ピンをワークに対してスムーズかつ精密に調整可能です。位置決め後、クランプねじを締め込むことで、ピンを油圧によって確実に固定します

## 技術情報

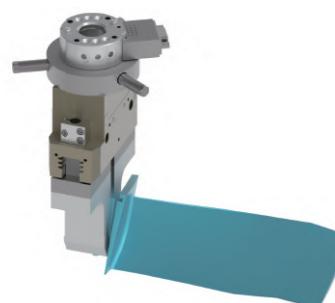
- 既存システムへの統合
- 低全高（薄型設計）
- 手動操作

# 自動化による プロセスの最適化

航空宇宙分野において、自動化は安全性に関わる重要部品を高い信頼性と経済性を両立させながら量産するための鍵となります。自動化の導入により、認証可能な品質の確保とサイクルタイムの短縮を実現し多品種少量生産であっても生産能力の予測を可能にします。

SCHUNKは精密なハンドリング、プロセス信頼性の高い機械加工、そしてシームレスなデータ収集を拡張可能な生産フローへと統合します。これにより、法令順守を確実に遂行しながら、競争力を持続的に強化することが可能です。

## タービンブレードのハンドリング



### 工作機械の ワークローディング・アンローディング

- ワークの形状に合わせた、お客様専用のグリッパー・フィンガーを設計
- 活用例：プラスチック製グリッパー・フィンガー  
ワークを把持したまま、X線による品質検査が可能



### バリ取り工程

- ワークを確実に把持し、素材と加工ツールの間の寸法公差を自動的に補正
- 素材の公差を補正することで、加工時間の短縮と品質向上を同時に実現



### 焼入れ工程における タービンブレードの再位置決め

- ワークを高温の焼入れ炉 (1,000°C以上) からの取り出し、あるいは投入
- 主な課題：超高温下でのプロセスに対応するための確実な断熱対策

## シミュレーションサービス

お客様の個別アプリケーションに最高の精度を

お客様の加工・ハンドリングプロセスを最適化するため、SCHUNKではツール、ワーク、そしてグリッパーによる工程間の自動受け渡しの検証などのクランピングシミュレーションを提供しています。

お客様の自動化計画に基づき、生産プロセスに最適な把握・固定システムを精密に設計。さらに、技術的な検討を経て、高度な個別シミュレーションにも対応いたします。

### 期待される成果

- デリケートなワークや超精密ワークにおける、加工変形の抑制
- ワークへの意図的な変位 (プリロード) の付与
- 切削抵抗によるクランピングシステムの変位解析
- モード解析

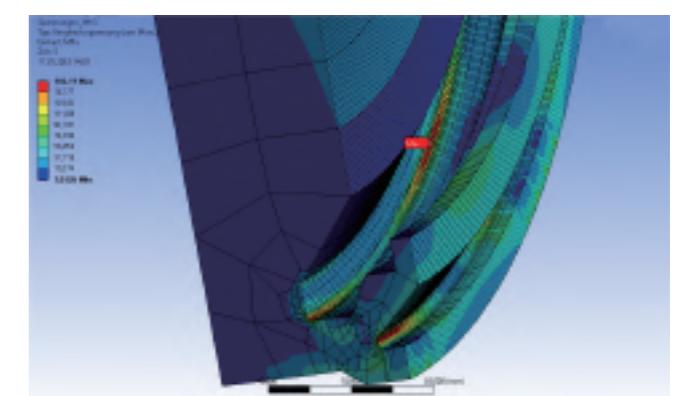
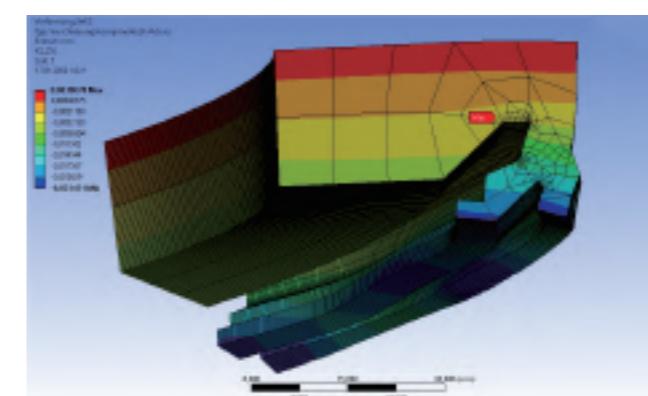
### サービス提供範囲

キーパラメータの洞察に基づく実現可能性の検討：

- 機械構成部品への負荷
- クランプ力 / 把持力
- クランピングツールの耐用年数 (寿命予測)

### 導入のメリット

- 高いプロセス信頼性
- お客様のアプリケーションに最適化されたクランプ設計
- クランピング装置の長寿命化
- タイム・トゥ・マーケットの短縮



# プロセスの監視・記録

iTENDO<sup>2</sup> および iTENDO<sup>2</sup> seismo:  
ツールと機械のリアルタイムデータを可視化



航空宇宙分野の製造現場では、チタン、超合金、CFRP(炭素繊維強化プラスチック)といった難削材に対しても、検証可能で極めて安定した加工プロセスが求められます。厳格な公差の遵守、品質のドキュメント化(記録)、そして最大限のプロセス信頼性は、認証の取得や量産化において不可欠な要素です。

iTENDO<sup>2</sup> および iTENDO<sup>2</sup> seismo は、これらに必要なプロセスの透明性をリアルタイムで提供します。両システムを組み合わせることで、プロセス監視、記録、そしてデータに基づくインターフェースの最適化を実現する、シームレスなデータベースを構築できます。

## iTENDO<sup>2</sup>



### 最適プロセスへのスマートなアプローチ

iTENDO<sup>2</sup> は、ツールホルダー内部の振動をリアルタイムで直接測定し、加工品質の安定した再現を可能にします。これにより、自動化のメリットを最大限に引き出すことができます。

### 導入のメリット

- 生産性の向上
- コスト削減の実現
- 品質の安定化
- 柔軟な対応力(フレキシビリティ)
- 競争力の強化

## iTENDO<sup>2</sup> seismo



### 導入のメリット

### インテリジェントなリアルタイムセンサー監視により、柔軟な製造体制を実現

iTENDO<sup>2</sup> seismo は、迅速なテストや検証に最適なソリューションです。機械や構成部品に後付け可能な外部センサーで、測定の幅をさらに広げます。

### 導入のメリット

- プロセス検証の迅速化
- 柔軟な設置方式(マグネットまたはネジ止め)
- 100%の互換性:すべての iTENDO<sup>2</sup> パッケージに対応



シュンク・ジャパン株式会社

〒140-0004

東京都品川区南品川2-2-13

南品川JNビル1階

TEL: 03-6451-4321

FAX: 03-6451-4327

[toiawase@schunkjapan.jp](mailto:toiawase@schunkjapan.jp)

<http://www.schunkjapan.jp/>