

広く大きな可動範囲を持つ運動機構による 立体造形物への加飾印刷

従来の運動機構に比べ、極めて広い可動範囲の運動性能をコンパクトに実現できる、
新発想の平面運動形三脚平行メカニズムを用いた運動機構と、その機構を用いた
立体造形物への加飾印刷装置の技術の紹介

法政大学 デザイン工学部 システムデザイン学科

教授 田中 豊

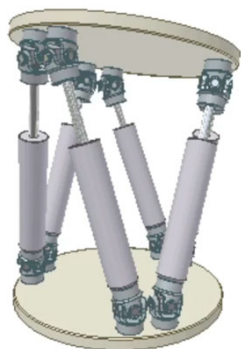
令和 2年 12月 24日

従来技術とその問題点 -1-

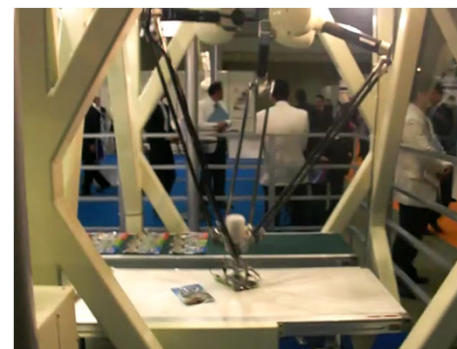
既に実用化されている運動機構には、スチュアートプラットフォーム形やHEXA形の平行メカニズムがあるが、

装置の大きさや設置面積に比較して、可動範囲が小さく、可動角度も ± 30 度程度にとどまっている。

スチュアートプラットフォーム形では可動部のリニアアクチュエータ(油圧シリンダあるいは電動モータとボールネジ)自身が台座を支える6本の支持脚を兼ねるため、構造上、大きくなりがちで、加減速性能も制約を受ける。HEXA形では高速駆動は可能であるが、可動負荷には制限がある。



スチュアートプラットフォーム形



HEXA形

従来技術とその問題点 -2-

平面印刷を実現するプリンタの多くは、印刷用ヘッドが可動式である。

立体造形物へ加飾印刷を行う場合、造形物の傾斜面に可動する印刷用ヘッドが接触する。

傾斜面に垂直に印刷用ヘッドを傾けて動かす必要がある。

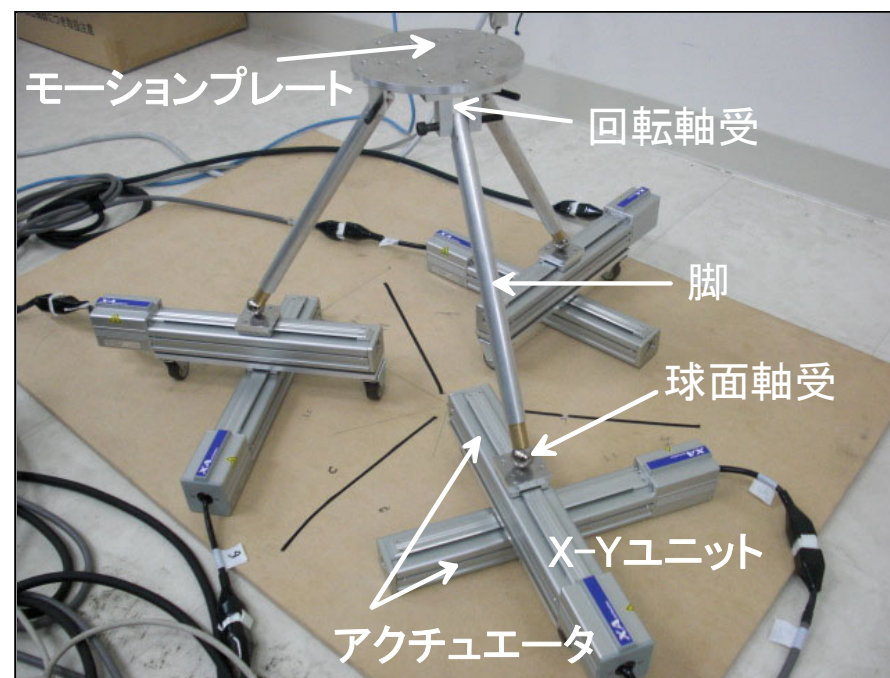
高精細な加飾印刷を行う場合、複数の印刷用ヘッドやインクタンクを広範囲で稼働させる必要があり、可動機構や負荷が大きくなる。



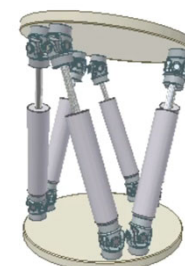
新技術の基となる研究成果・技術 -1-

6分の1スケールの試作モデルを設計製作し、従来の六脚スチュアートプラットフォーム形の運動機構により実現できる限界の可動角度(±30度程度)に比べ、固定長の三脚で支えた新しい運動機構により、十分大きな可動角度が実現できることを明らかにした。

- ①自由運動フライトシミュレータ装置(特許4942046号)
- ②自由運動シミュレータ装置(特許5477737号)



試作モデル

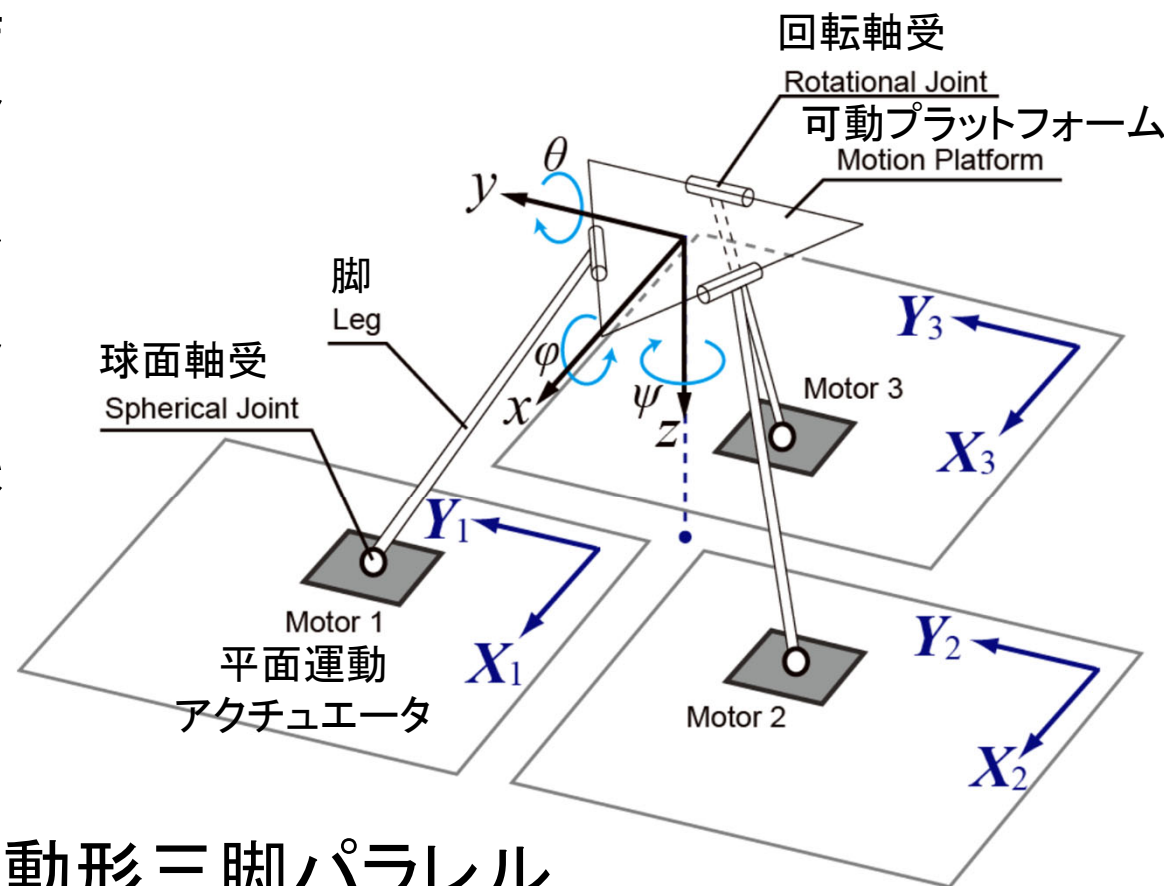


従来のスチュアートプラットフォーム形

自由を生き抜く実践知

新技術の基となる研究成果・技術 -2-

球面軸受継手と回転軸受継手を持つ3本の脚で支えられた可動プラットフォームの姿勢が、球面軸受継手側の平面に配置されたアクチュエータの独立した2自由度の平面運動により、並進運動(位置)と回転運動(角度)の6自由を持つ運動として実現される「平面運動形三脚平行メカニズム」の技術



平面運動形三脚平行メカニズムの構成

新技術の基となる研究成果・技術 -3-

試作モデルの問題点を解決し、可動範囲をより広く取れる、回転軸を付加した新たな運動機構による試作モデルを製作

150mmの並進運動アクチュエータストロークと回転運動アクチュエータにより、

x 軸方向: $\pm 220\text{mm}$

y 軸方向: $\pm 150\text{mm}$

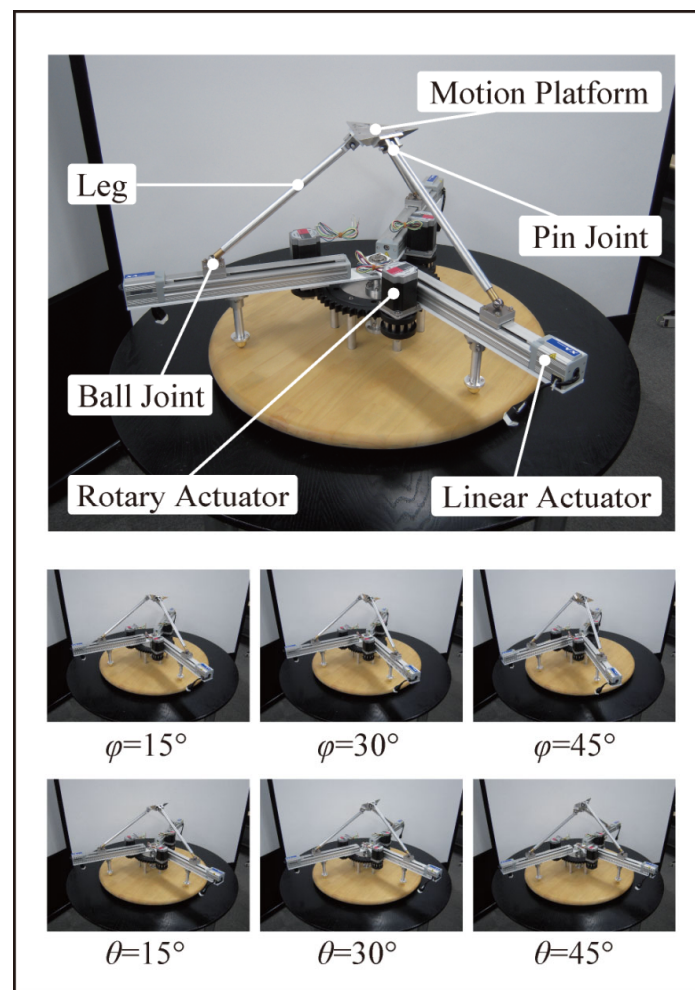
z 軸方向: $\pm 55\text{mm}$

x 軸回り(ロール角): $-90\text{度} \sim +65\text{度}$

y 軸回り(ピッチ角): $\pm 90\text{度}$

z 軸回り(ヨー角): $\pm 360\text{度}$

広い可動範囲の運動をコンパクトに実現



自由を生き抜く実践知

新技術の基となる研究成果・技術 -4-

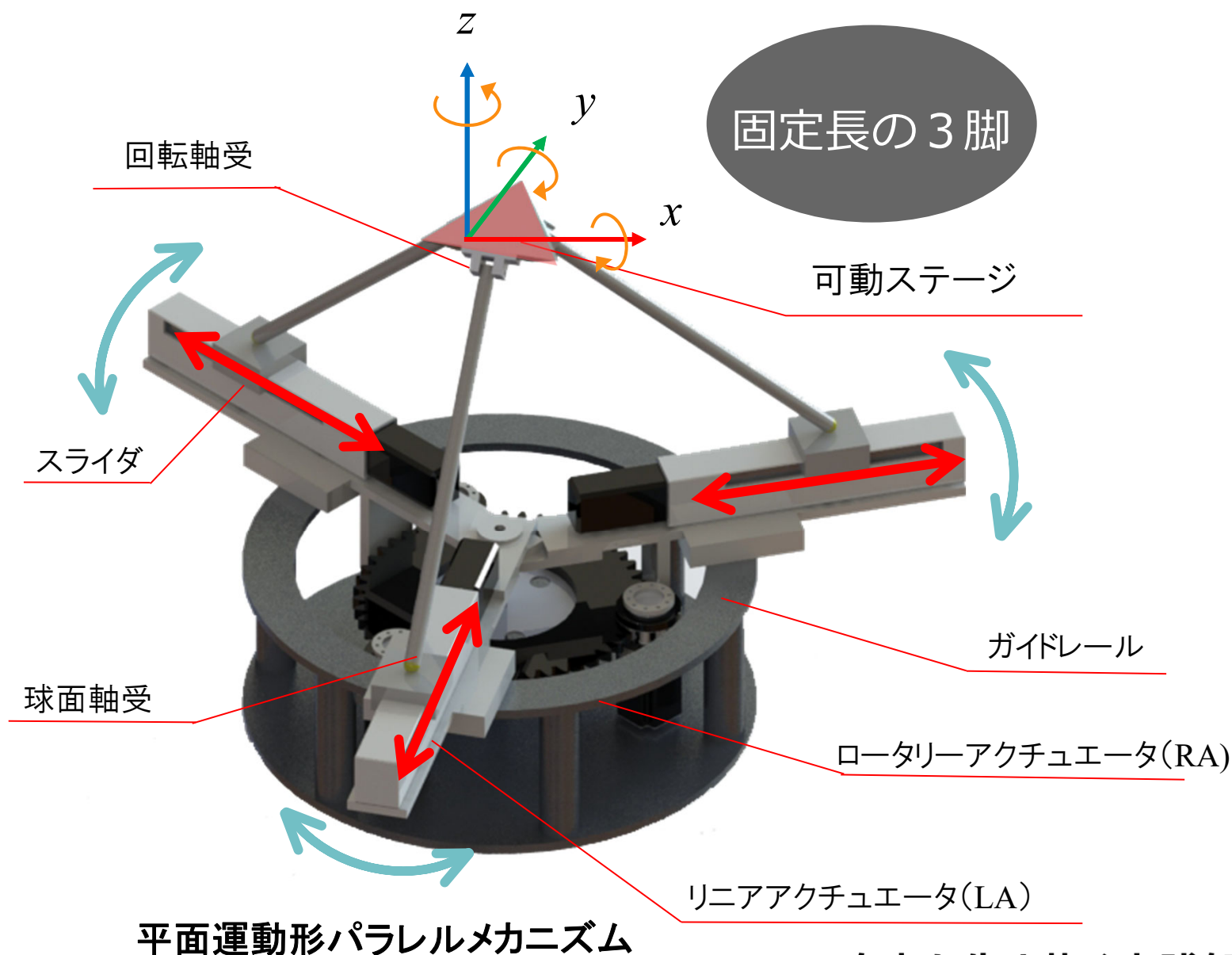
3つの独立した
直線運動

+

3つの独立した
回転運動

=

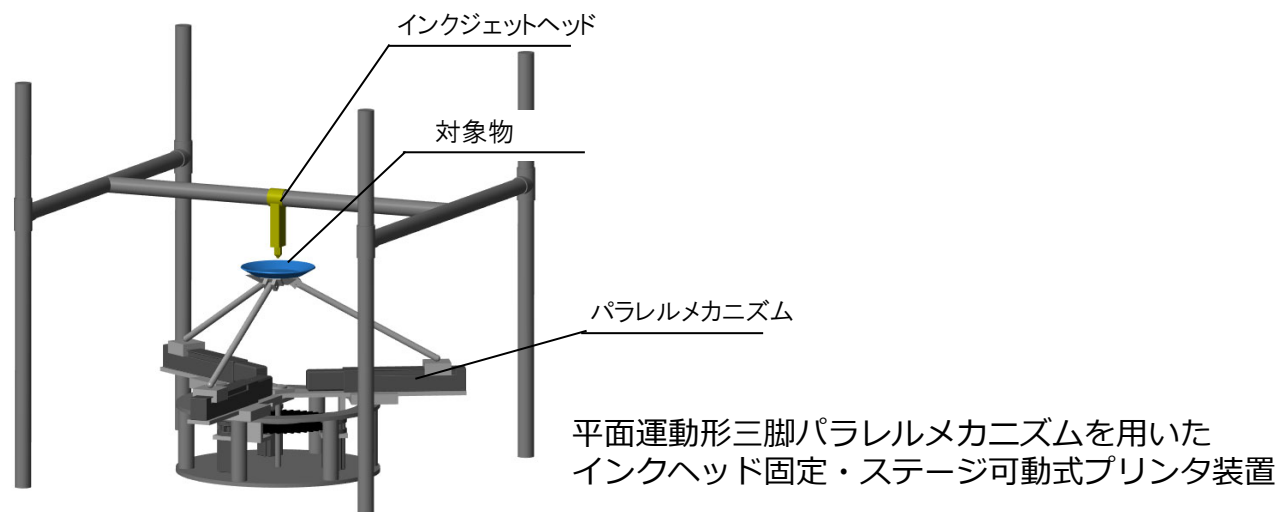
6自由度



自由を生き抜く実践知

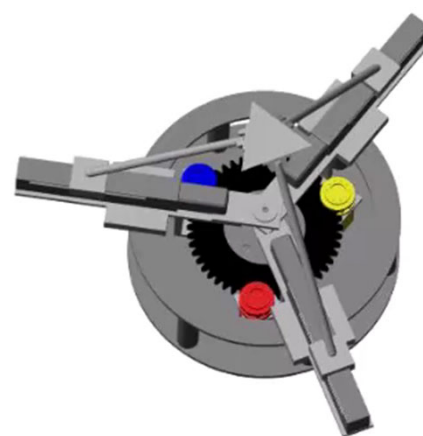
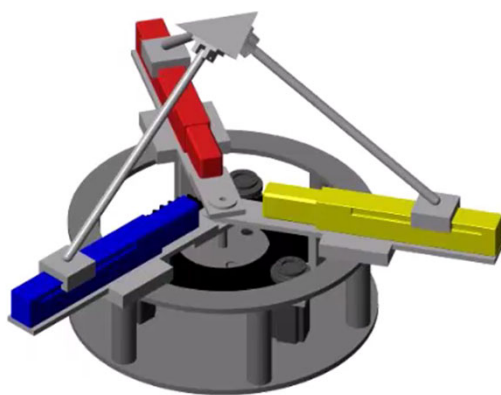
新技術の特徴・従来技術との比較 -1-

- 現在普及しているプリンタや塗装装置は可動式彩色用ヘッドが一般的である。
- しかし高品質な多色印刷は常に動くヘッド部分に複数のインクタンクやヘッドが必要で可動負荷が大きい。
- 本技術は塗料吐出用ヘッド部を固定し、造形物を設置したステージが運動機構を用いて大きく可動することで、皿のような立体造形物の縁や表面などに加飾印刷するシステムに特徴がある。



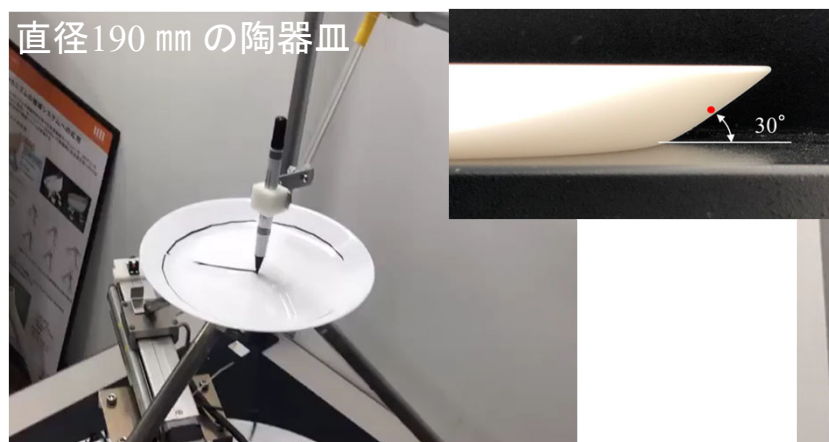
新技術の特徴・従来技術との比較 -2-

- 新技術の最大の特長は、平面に配置したアクチュエータの運動のみで、モーションプレートの大きな傾斜運動角度(最大 ± 90 度)と全周方向の回転角度(± 360 度)を実現できる点にある。
- アクチュエータを土台平面内に配置することにより、アクチュエータが固定長の脚とモーションプレートのみを支える構造となり、アクチュエータの駆動負荷が軽減され、高速な運動を高い剛性でコンパクトな構成で実現できる。



新技術の特徴・従来技術との比較 -3-

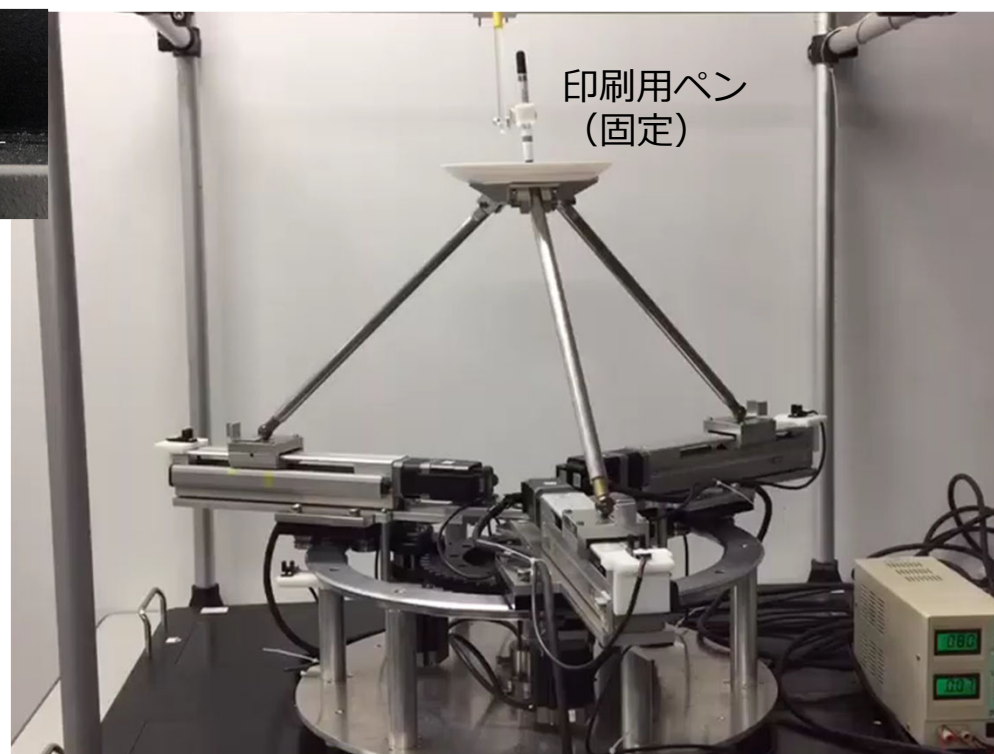
- 加飾印刷用ヘッドを固定し、ステージ上の加飾対象物を動かすことにより、印刷用ヘッドと加飾対象物の接触を回避しながら、立体造形物表面への印刷が可能となる。



上面

加飾印刷動作

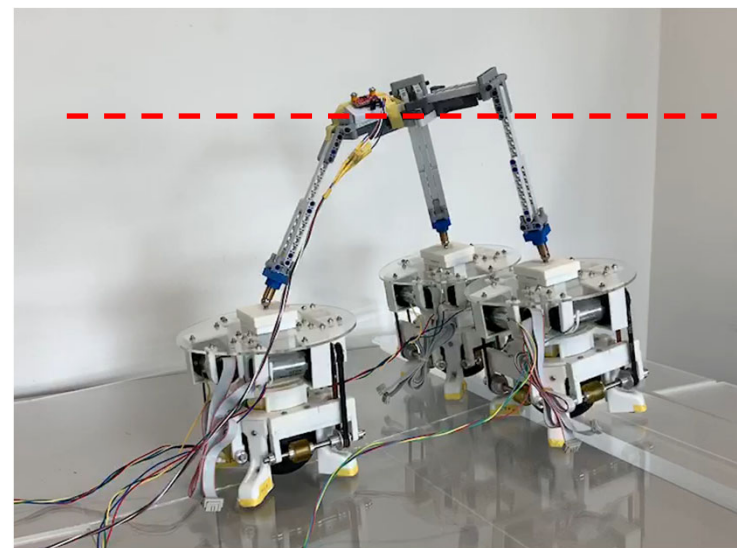
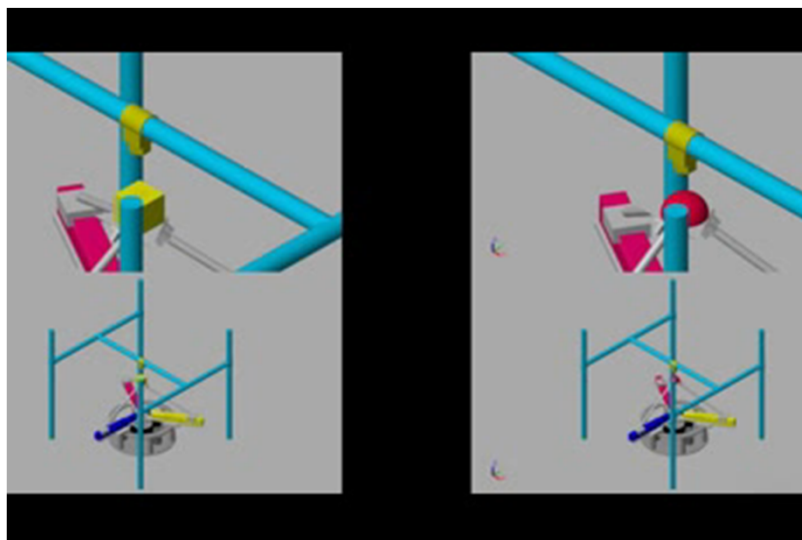
1. 自動原点復帰
2. 皿の縁に円を描く



正面

想定される用途

- 滑らかな自由曲面に対応した印刷や塗装・付加造形(3Dプリンタ)・加工用ヘッドや3次元研磨用ステージへの展開
- 広い可動範囲や運動性能に着目した、遊戯施設やゲーム機等の体感運動装置への展開も可能
- ロボットマニピュレータやパーソナルモビリティビークルなどへの応用も期待できる。



実用化に向けた課題

- 従来の運動機構に比べ、極めて広い可動範囲の運動性能をコンパクトに実現できる点については実現可能なことをシミュレーションや試作機で確認した。
- この運動機構を立体造形物の加飾印刷装置への展開を想定し、試作機を使って検討している。
- 今後、試作モデルでアクチュエータの制御実験を行い、印刷用ヘッドとの同期や速度等の運動性能データを取得し、装置に適用する場合の可能性を検討する。
- 実用化に向けて、3本脚システムの機械構造や継手構造の強度等を実機レベルまで向上できるような材料の選定、ヘッドと同期させた運動制御等の技術を確立する必要がある。

企業への期待

- 実機に対応した未解決の課題については、材料・設計・制御技術により克服できると考えている。
- メカニズム設計やモーション制御技術を持つ企業との共同研究を希望する。
- 運動シミュレータ(フライトシミュレータ, 遊戯機器など)を開発中の企業, 次世代モビリティ開発分野, 三次元プリンタ開発分野への展開を考えている企業には, 本技術の導入が有効である。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 自由運動フライトシミュレータ装置
- 出願番号 : 特願2008-93111
- 公開番号 : 特開2009-243631
- 登録番号 : 特許4942046号
- 出願人 : 学校法人法政大学
- 発明者 : 田中豊

- 発明の名称 : 自由運動シミュレータ装置
- 出願番号 : 特願2009-167012
- 公開番号 : 特開2011-21681
- 登録番号 : 特許5477737号
- 出願人 : 学校法人法政大学
- 発明者 : 田中豊

産学連携の経歴

- 2003年-2005年 大学発事業創出実用化開発事業 (NEDO 分担者)
「パラレルメカニズムを用いた3次元曲げ加工機の開発」
- 2004年 大学発事業創出実用化開発事業 FS (NEDO 代表者)
「ハプテック技術を活用した微細複合成形加工機の開発」
- 2009年 大学院・先端モーションシミュレータ技術研究所設置 (所長)
- 2010年-2013年 戦略的基盤技術高度化支援事業(関東経済産業局)
「油圧動力伝達システムに使用する油中気泡除去技術の開発」(研究代表者)
- 2013年 研究成果最適展開支援プログラムA-Step (JST 代表者)
「高出力密度を有するマイクロ液圧アクチュエータの開発」
- 2015年-2018年 戦略的基盤技術高度化支援事業(関東経済産業局)
「工業製品製造に適した革新的な多次元制御方式による3Dプリンタの技術開発」(研究代表者)

お問い合わせ先

法政大学

研究開発センター小金井事務課

産学連携コーディネーター

TEL 042-387-6501

FAX 042-387-6335

e-mail liaison@ml.hosei.ac.jp