U.D.C. 〔667.644.3.012-523.3:681.532.1'136〕:681.323-181.48

新形日立-パーカー塗装ロボット

New Hitachi-Parker Spray Painting Robot

永井基晴* *Motoharu Nagai*
中村光男** *Mitsuo Nakamura*
前田健次** *Kenji Maeda*

現在の塗装業界は各種の問題をかかえている。例えば，悪作業環境からの作業者の解放，熟練作業者不足への対応，塗装品質の向上安定化，塗装効率の向上などである。

近年，これらの問題を解決するために，塗装ロボットの導入が積極的に行なわれはじめている。塗装ロボットの機能への要求も，人間並みから，それ以上の能力が要求されるようになってきている。

このような機能拡大への要求に対処するために，ロボット本体，制御装置などの大幅な機能向上を図った新形日立-パーカー塗装ロボットを完成した。制御機能の拡大，小回りの利く手首などによって，従来の問題が解決できるようになった。

1 緒　言

塗装ロボットは，この数年の間に多くの用途拡大と使用実績をもつようになってきた。その理由として，悪環境下での作業，熟練作業者不足のほかに顧客の利用技術の向上，塗装装置，塗装周辺機器，その利用技術の向上が大きな役割を果たしている。

日本パーカライジング株式会社及び日立製作所は顧客の多岐にわたるニーズの拡大と，周辺機器の進歩を取り込んで，これらを基盤にして先進技術を駆使し，使いやすいロボットの開発に努力している。

昭和52年から日立製作所は塗装装置メーカーの日本パーカライジング株式会社とともに塗装ロボットを販売してきた[1]。これに対し今回開発した新形日立-パーカー塗装ロボットは，人間の手首に近似した動きをもつフレキシブル手首，磁気バブルメモリ，スピーディな操作の新ティーチングボックスなどを採用し，優れた操作性，制御・編集機能を実現した。

これらにより，より複雑な塗装作業が，より簡単に行なえるようになり，現在，塗装現場がかかえている種々の問題が解決されるようになると考える。

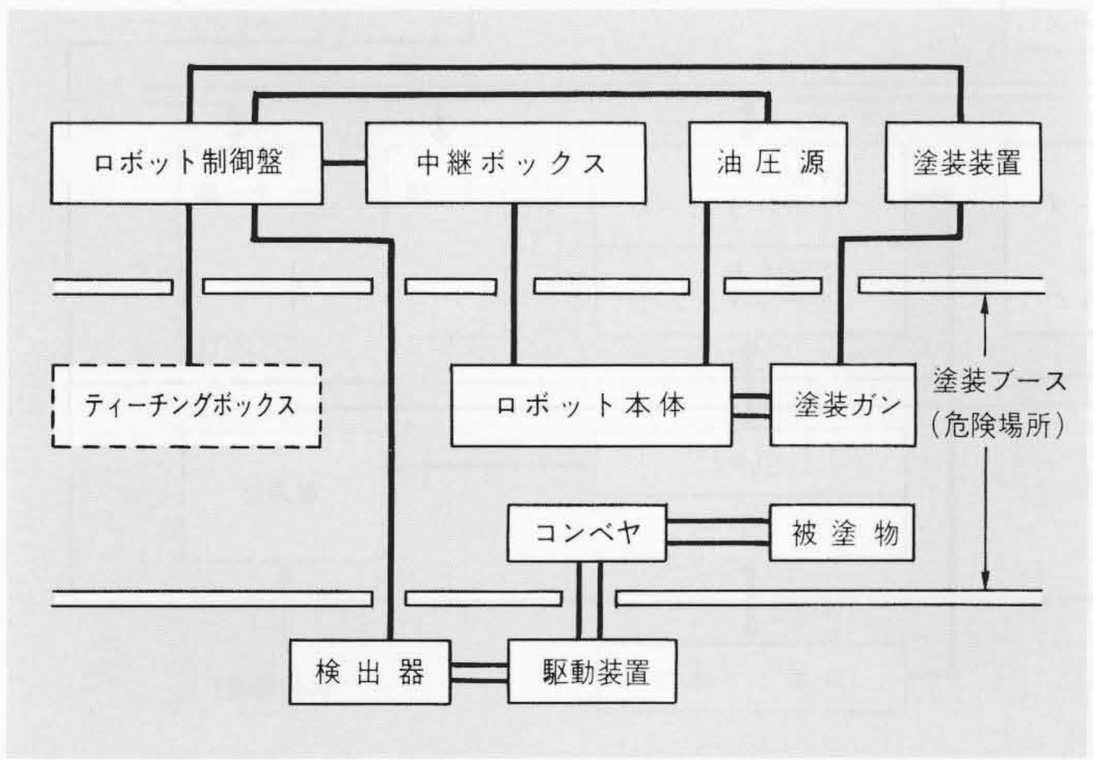

図1　塗装ロボットシステムの基本構成　危険場所には，本質安全防爆構造のものだけを設置する。

表1　標準仕様　手首をフレキシブルにし，動作角度を拡大した。記憶装置に容量の大きいバブルメモリを採用している。

	項目			仕様	
ロボット本体	構造			多関節形	
	動作自由度			6軸	
	駆動方式			電気－油圧ディジタルサーボ	
	作動範囲	形		立て形	横置形
		腕	旋回	150°	110°
			上下	3,128mm	1,320mm
			前後	1,320mm	3,128mm
		手首	ひねり	250°	250°
			曲げ	240°	240°
			パターン	250°	250°
	瞬時最大速度			1,750mm/s	
	塗装最大速度			1,000mm/s	
	最大許容可搬重量			5kg	
	可搬重量			3kg(パターン軸軸端から110mmの位置)	
	位置繰返し精度			±2mm(パターン軸軸端位置)	
	本体重量			約500kg	
油圧ユニット	タンク容量			100l	
	吐出し量			40l/min 50/60Hz	
	フィルタ			3μ絶対フィルタ	
	冷却方式			空冷(水冷は注文品扱い)	
	電動機			7.5kW 4P 200V 三相 50/60Hz	
	電源容量			12kVA	
制御装置	教示方式			ティーチングプレイバック	
	経路制御方式			ポイントティーチによるCP制御	
	制御軸数			同時 6軸(オプションで走行2軸追加)	
	順序記憶方式			磁気バブルメモリ	
	位置制御方式			ソフトウェアサーボ	
	速度制御方式			線速一定制御	
	表示方式	オペレーションパネル		9in CRT画面及びLED	
		ティーチングボックス		3桁×4数字表示器及びLED	
	運転モード			(1)プログラムティーチ (2)ジョブティーチ (3)編集 (4)プレイバック (5)診断 (6)管理 (7)テープ	
	プログラム分割数			最大 255	
	ジョブ分割数			最大 99	
	記憶容量			プログラムポイント数最大：1,000(位置及び制御条件を含めて1ポイント) ジョブステップ数：2,000	
	座標系選択機能			(1)直交，(2)円筒，(3)関節	
	手首補正機能			直交及び円筒座標系選択時有効	
	補間機能			(1)直線補間，(2)円弧補間(任意の3次元平面)	
	シフト機能			平行シフト方式	
	構造			デスク形密閉式	
	外形寸法			幅526×奥行650×高さ1,050(mm)	
	重量			約150kg	
	電源			1kVA(油圧ユニットから供給)	

注：略語説明　CPU(Central Processing Unit)，CRT(Cathode Ray Tube)，LED(Light Emitting Diode)

* 日本パーカライジング株式会社　** 日立製作所習志野工場

2 装置概要

2.1 全体の仕様

新形塗装ロボットシステムとしての基本構成を**図1**に示す。電気油圧サーボ駆動方式のロボット本体，油圧源，ロボット制御盤，ティーチングボックスなどから構成されている。ロボット本体及び制御装置の標準仕様を**表1**に示す。

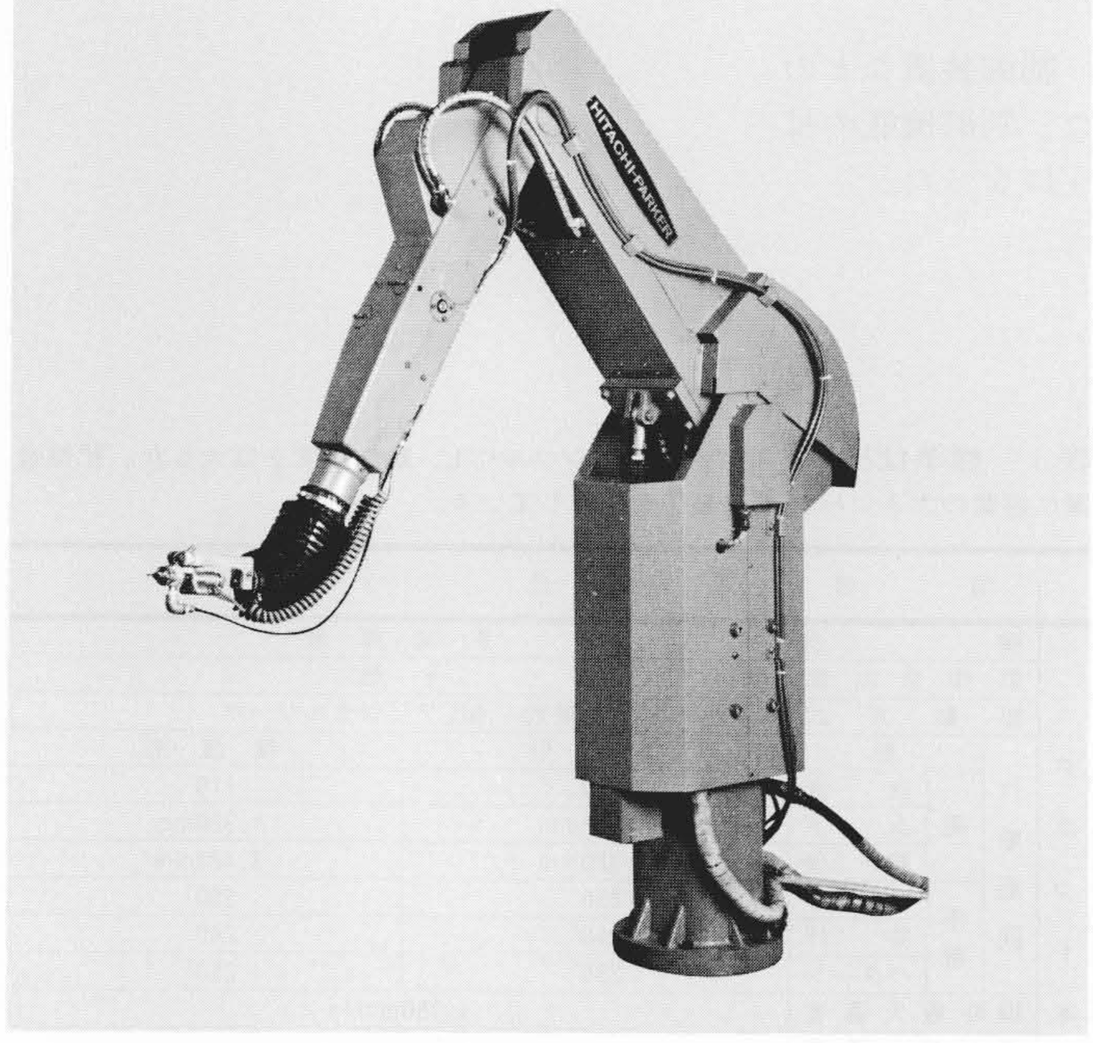

図2 新形日立-パーカー塗装ロボット本体の外観　据付面積が小さく，動きのスムーズなフレキシブル手首を採用している。

2.2 ロボット本体

ロボット本体は多関節形構造で，胴体旋回装置と二つの関節をもつ腕(上下腕，前後腕)から成り，第2腕先端に手首が取り付けられている。

手首は曲げ，ひねり，スプレーガンのパターン変更の3自由度をもつフレキシブル手首で，胴体，腕と合わせて6自由度で構成されている。

図2にロボット本体の外観を，**図3**にその動作範囲を示す。

ロボット本体の駆動源には油圧式を採用し，揺動モートル及び直動形シリンダを採用して，信頼性，保守性の向上及び小形化，構造の簡素化を図っている。

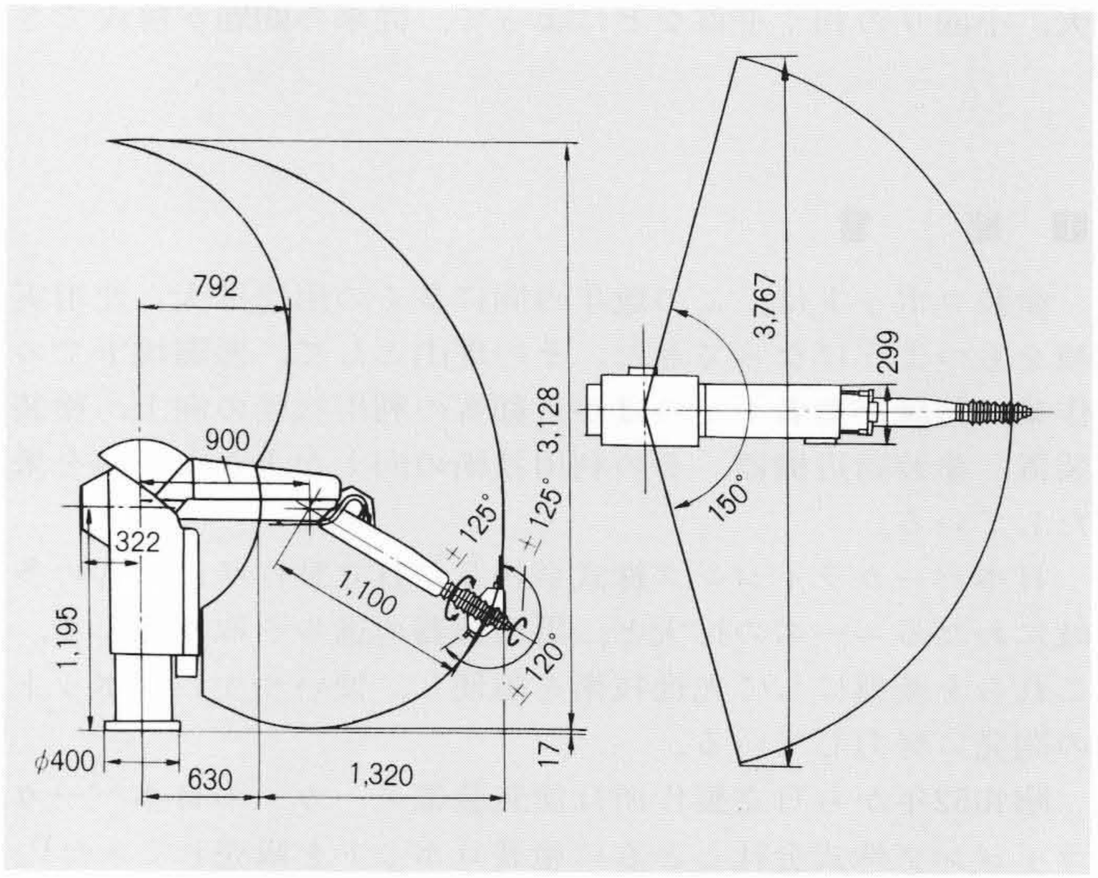

図3 動作範囲　据付面積に比べ，動作領域が広い。

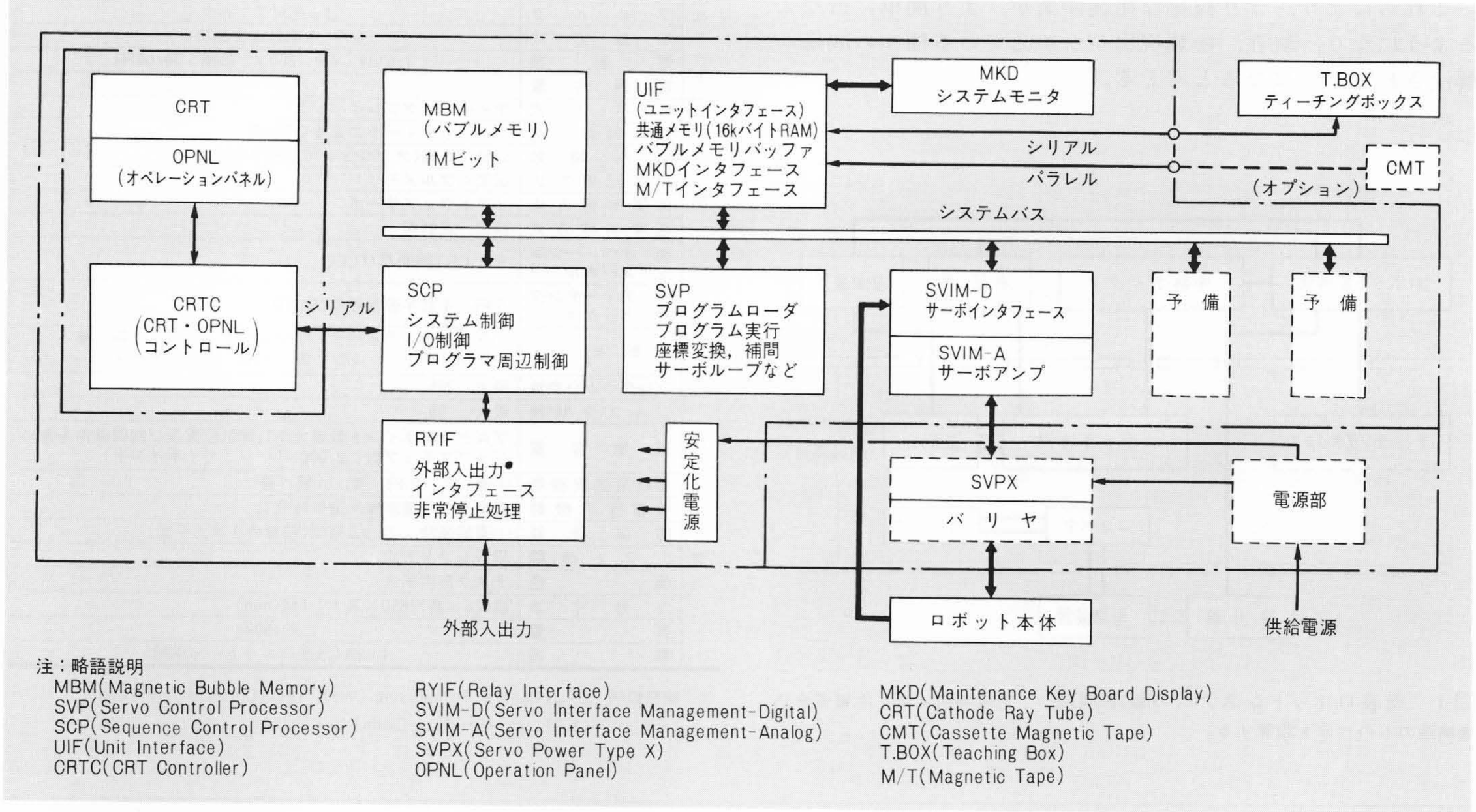

図4 制御装置の構成　SCP，SVP，CRTCなどにCPUを用い，マルチCPU構成としている。

図5　制御装置操作面　　この操作面からIF，WAITなど28の命令を入力して，シーケンスを組むことができる。

2.3　制御装置

制御装置は16ビット系MPU(マイクロプロセッサ)を複数個使用したマルチCPU(Central Processing Unit)構成とし，制御装置の小形・高集積化，高性能化を実現した。本体コンソール面には9 inのCRT(Cathode Ray Tube)を標準装備し，MPUコントロールによるインテリジェント化を図るとともに，ティーチング操作時に必要な機能は－塗装速度のように塗装作業中に変更する機能を含め－すべてティーチングボックスに収納することにより，システム全体の操作性が大幅に向上できた。信頼性，安全性に関してもハードウェア，ソフトウェア両面から数々の対策が施され大幅な向上が実現できた。**図4**にその構成を，**図5**に制御装置操作面を示す。

3　特長的機能

新形塗装ロボットは，日立独自のユニークなロボット本体メカニズム，新エレクトロニクス技術及び多彩なソフトウェア技術を活用し，優れた操作性とより高度な制御機能をもっている。

(1)　設置スペース

人間並みの設置スペースで広い動作範囲をもつ。

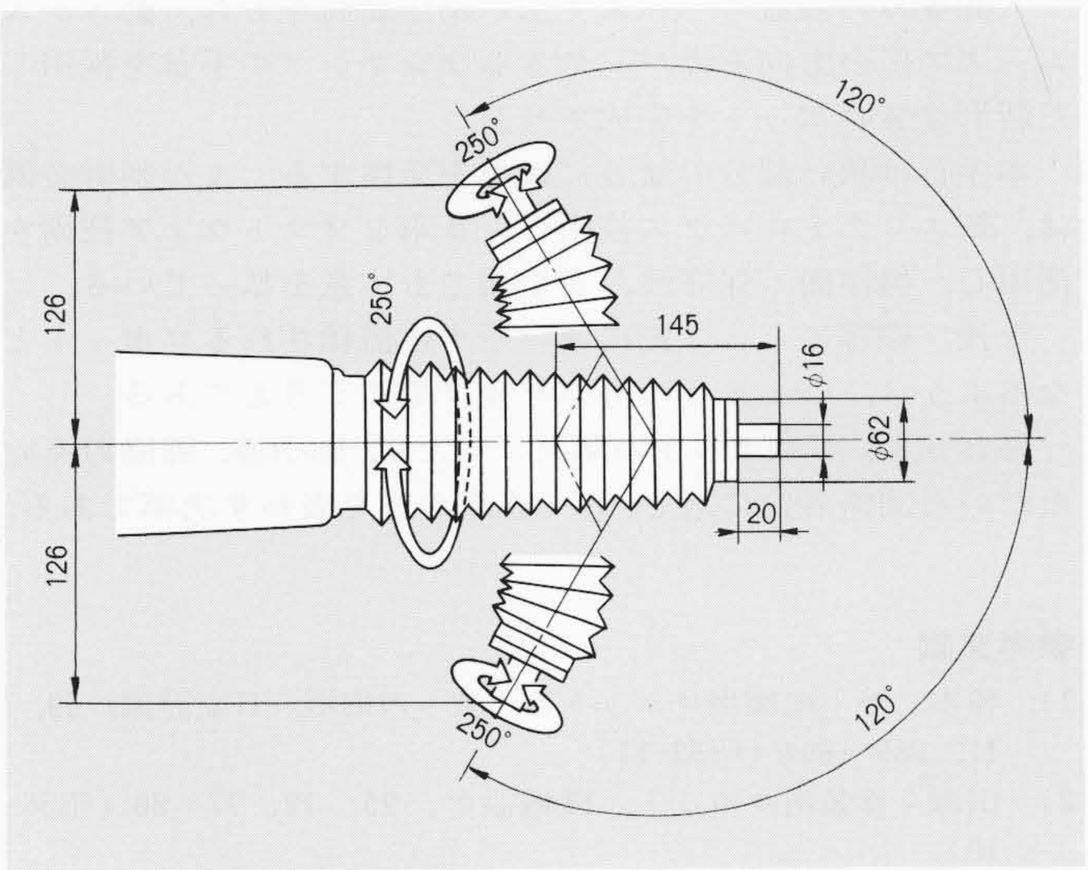

図6　フレキシブル手首部の概略図　　本フレキシブル手首は，小形で広い方向性をもっている。

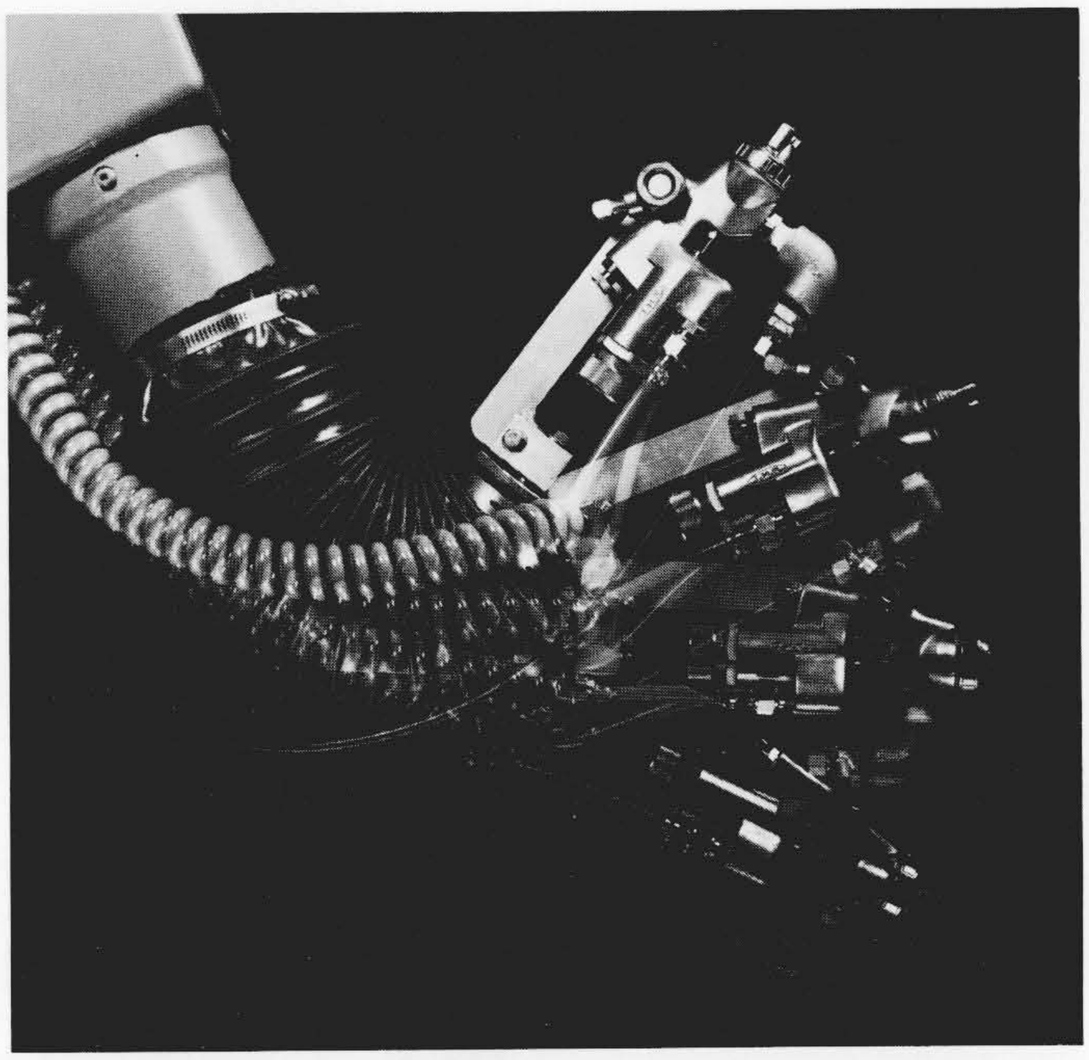

図7　フレキシブル手首　　スプレーガンを装着したフレキシブル手首の動作を示す。正面から±120度回ることができる。

(2)　フレキシブル手首(**図6**)

コンパクトなフレキシブル手首を採用したため，ティーチングが容易となり，しかも狭い部分の塗装や障害物を回り込んでの塗装に威力を発揮できる。

フレキシブル手首は，既に他社でも開発に成功しているが[2),3)]，本フレキシブル手首は，動作が極めてスムーズで，左右で動作域が変わらず，**図7**に示すように小形で広い方向をカバーできる特長がある。

(3)　記憶装置に日立磁気バブルメモリを採用

記憶装置には技術の先端をゆく日立磁気バブルメモリを採用し，記憶容量を大容量化した。これにより，プログラムポイント数最大1,000，ジョブステップ数2,000が登録できる。

(4)　制御装置に16ビットマイクロプロセッサを採用

制御装置には，頭脳部に16ビットマイクロプロセッサを採用し，高集積化とコンパクト化した上に，高機能化を図った。

この結果，制御装置は重量比$\frac{1}{2}$以下，容積比も$\frac{1}{2}$(当社比)と大幅に小形化され，作業スペースの高能率化を実現した。

(5)　制御装置操作面にCRT画面を設置

制御装置の操作面にCRT(9 in，キャラクタディスプレイ)画面を設け，豊富なデータを表示可能とし，随時，画面と対話しながらミスのない作業ができる。

(6)　新ティーチングボックスの採用

新しいティーチングボックスの採用によって，大部分のデータはティーチングボックスだけで入力でき，作業者がワークと制御装置の間を何回も往復する無駄が省け，効率的なティーチング操作ができる。

(7)　制御機能の充実

機能面では，座標変換機能(関節・直交・円筒)，補間機能(直線・円弧)，平行シフト機能を標準装備した。更に，編集機能(コピー・削除・結合)，日立独自のロボット言語を採用したジョブ機能などによって，周辺装置の制御を含めた高度なプログラミングを可能とした。

(8)　管理機能を標準装備

ロボットの稼動状況を集計する管理機能を標準装備した。

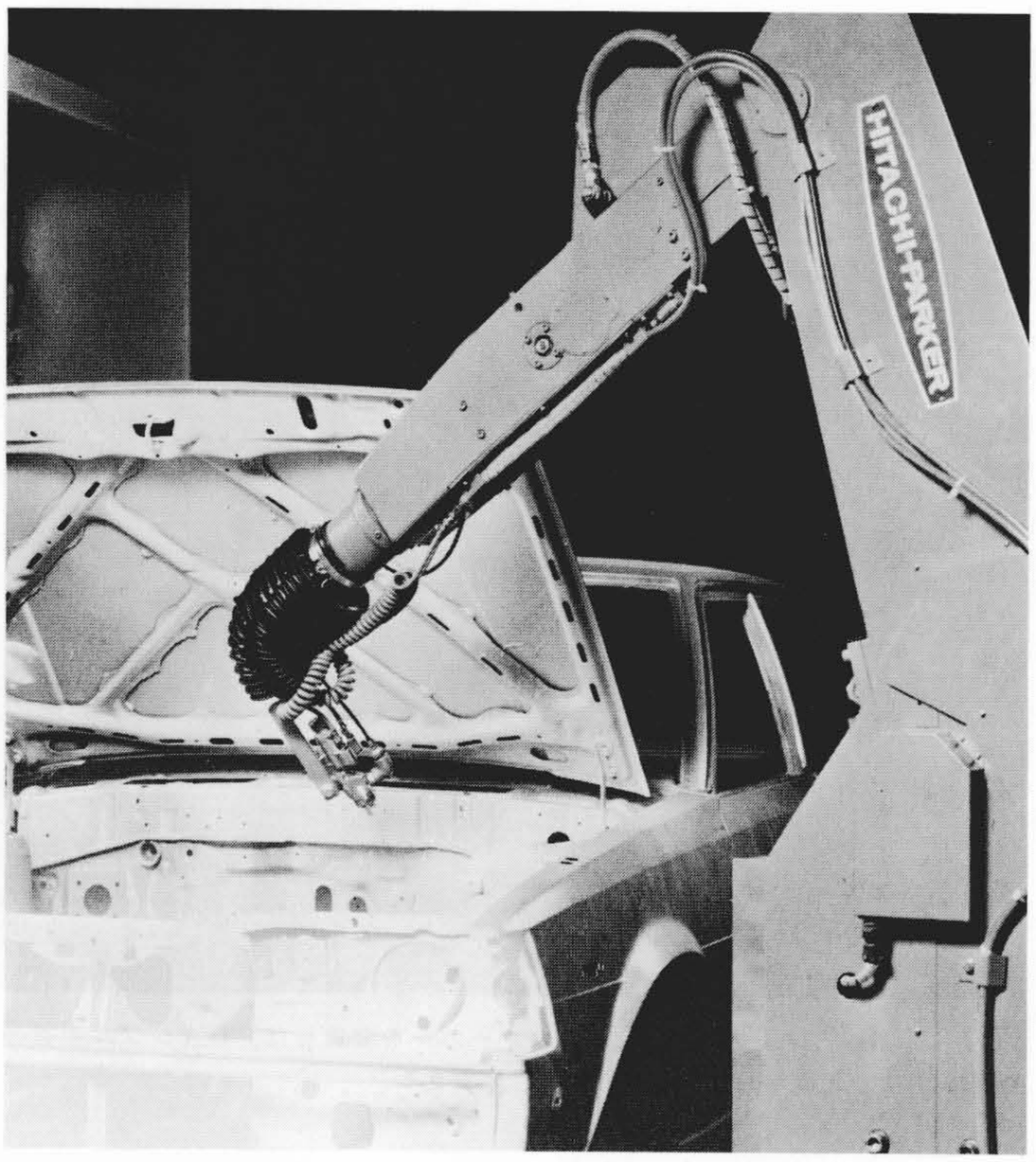

図8 塗装中のロボット(1) 自動車のエンジンルームを塗装中のロボットを示すもので，フレキシブル手首が狭い部分の塗装に威力を発揮する。

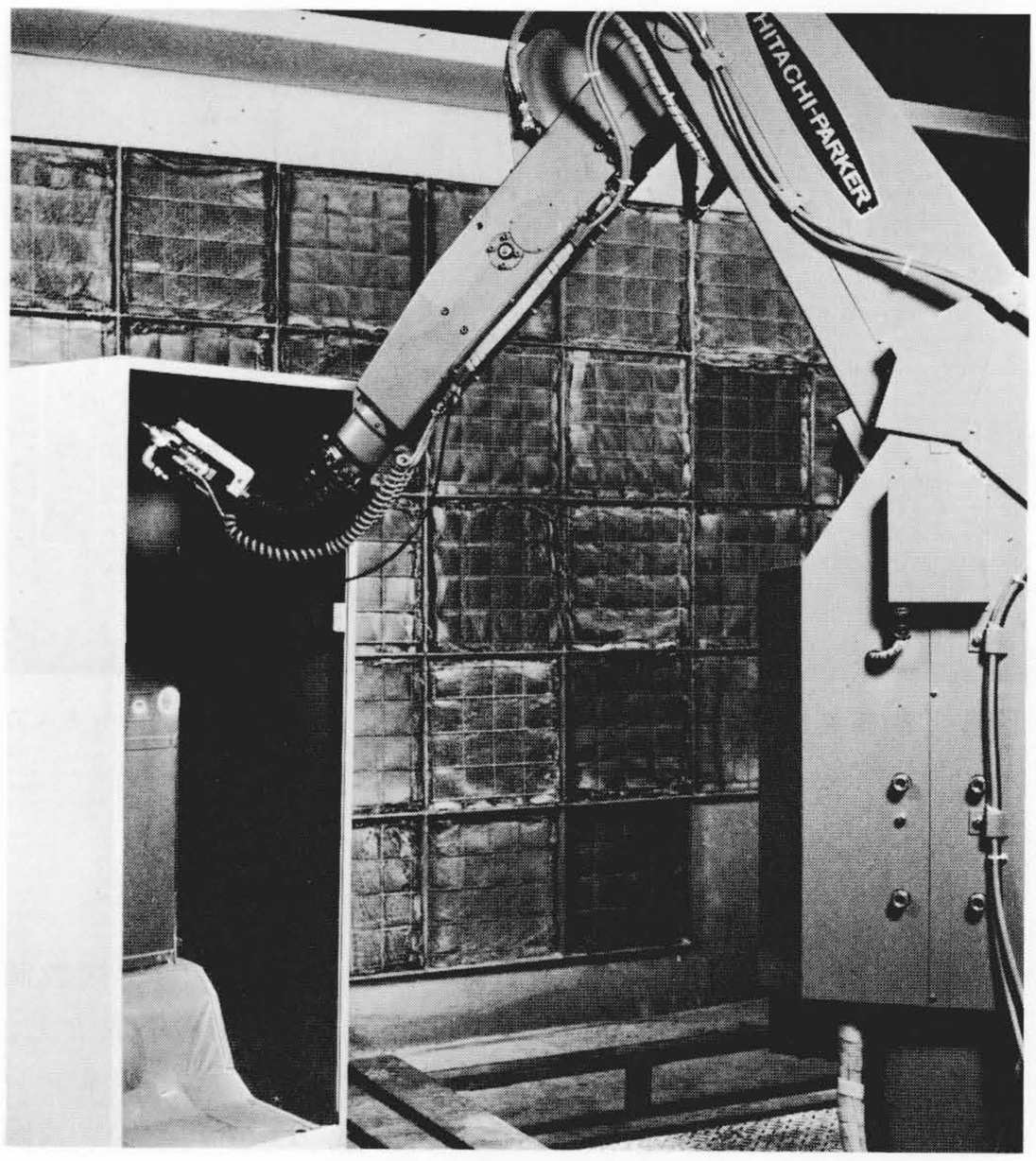

図9 塗装中のロボット(2) フレキシブル手首によって，箱体の隅まで良好な塗装ができる。

例えば，稼動時間(塗装オン時間・プレイバック時間)，塗装オン回数，実行回数(プログラム・ジョブ)などを確認して効率的な作業管理ができる。

(9) 自己診断機能

誤操作，異常などが発生した場合は，自己診断機能が働いて自動的にロボットが停止する。これらの診断内容がCRT画面に表示され，診断内容の確認と対応が容易に行なえる。

4 安全対策

本ロボットが採用しているプレイバック制御方式では，作業をティーチする際，本ロボットが採用しているリモートティーチング方式であっても，オペレータはロボットの動作領域に入り込まざるを得ない。したがって，安全に対しては細心の注意が必要である。

そのため，本ロボットシステムでは従来以上に安全性を重視し，モード切換インターロック，プログラムティーチ時の速度制限及びマシンロックを新たに装備した。

(1) モード切換インターロック

プログラムティーチモードから他のモードに切り換えるときは，ティーチングボックスの[A]ボタンを押しながら，制御装置操作面上のモード切換ボタンを押さないとモードは変更できない。

(2) プログラムティーチ時の速度制限

プログラムティーチ時は，ロボットに供給される作動油の流量をハードウェアによって制限し，プログラムティーチ時の安全性の向上を図っている。

(3) マシンロック

ロボットを動かさずに，プレイバックを行なうことができる機能である。本機能によって，動作範囲，設定速度のチェックのほかに，ティーチデータの合理性チェックなどが高速で実行できる。

5 応用例

従来の塗装ロボットの手首は，スプレーガンを人間の腕が操作する場合に比べて大形であり，しかもオフセットがあった。このため，狭い部分の塗装や障害物を回り込んでの塗装には不向きな面もあった。

新形塗装ロボットは，オフセットのないコンパクトなフレキシブル手首を採用したため，このような問題を解決できるようになり，しかもティーチ点が定めやすくなった。その応用例を**図8**，**9**に示す。

図8は，狭い自動車のエンジンルームを塗装中の，**図9**は箱物の隅の塗装作業を実施中の新形塗装ロボットである。

6 結 言

人間並みの設置スペースで広い動作範囲をもち，動きがスムーズで広い方向をカバーできるフレキシブル手首を採用した新形塗装ロボットを完成させた。

本手首は狭い部分の塗装に威力を発揮する。また制御装置は，新エレクトロニクス技術と，多彩なソフトウェア技術を活用し，操作面，保守性，安全面でも注意を払っている。

今後，顧客にとって更に使いやすい信頼されるロボットとなるように，いっそうの努力を続けてゆく考えである。

終わりに，本ロボットの開発に当たり，御指導，御協力をいただいた関係各位に対し，深く感謝の意を表わす次第である。

参考文献

1) 榎本，外：産業用ロボットの塗装への応用，日立評論，**59**，11，889～894（昭52-11）
2) 広瀬：塗装用ロボット，機械設計，**25**，12，77～80（昭56-10）
3) 小野田：塗装用ロボットとその実施例，ロボット，No. 34，40～46（昭57-4）