

# インターネット利用による連携設計の システム構築と応用実験

電気加工研究室

指導教員 小林和彦

知能機械システム工学科

1051003

飯田 祐助

# 目次

<b>第1章 緒言</b> .....	<b>3</b>
1.1 3次元CADの主流化	
1.2 連携設計の現状	
1.3 研究の目的	
<b>第2章 実験環境および使用機器</b> .....	<b>5</b>
2.1 実験環境	
2.2 使用機器	
2.3 使用ソフト	
<b>第3章 コンカレントエンジニアリングの構築</b> .....	<b>10</b>
3.1 コンカレントエンジニアリングとは	
3.2 システム構築	
3.3 XVLとは	
3.3.1 XVLの技術	
3.3.2 XVL / VRML / IGESとの比較	
3.4 WEBサーバの構築	
3.5 CADデータとXVLデータの比較	
3.5.1 データサイズの比較	
3.5.2 設計時間の比較	
3.6 結果	
3.7 考察	
<b>第4章 オーバーラップ型設計システムの提案</b> .....	<b>22</b>
4.1 目的	
4.2 オーバーラップ型設計システムの提案	
4.3 結果	
4.4 考察	
<b>第5章 産業用ロボットアームのCAD設計</b> .....	<b>28</b>
5.1 ロボットアームの情勢	
5.2 ロボットアームの種類	
5.3 基本仕様	

第6章 結言	28
6.1 まとめ	
6.2 今後の課題	
謝辞	27
参考文献	27

## 第1章 序章

### 1.1 3次元CADの主流化

現在、機械設計に用いられるCADは、2次元CADから3次元CADが主流となってきている。

その理由として、

- ・ 3次元自由曲面形状の製品の増加。
- ・ モデルを視覚的に捉えることが出来るため、形状の認識が容易に出来る。
- ・ 構想段階で立体的に形状や構造の把握が出来る。
- ・ モデルが完成すれば、平面図、立面図、断面図が自動で生成出来る。
- ・ データをCAE, CAMで利用出来る。
- ・ 構造解析、機構解析などのシミュレーションが可能。

などが挙げられる。

これにより、開発・設計から製造までのスムーズなデータ受け渡しが可能になり、総合的な効率の向上が可能となる。

### 1.2 連携設計の現状

近年、インターネットの急速な普及により、誰でも、WEBを通じ様々な情報を入手、または発信できるようになった。たとえば、今までテレビや新聞から得ていた情報なども、インターネットを利用すれば、簡単に、より新しい情報を、手に入れられるようになった。そして、電子メールなどを利用しての、遠く離れた場所に居る人とのコミュニケーションも手軽に行えるようになった。

一方で、機械設計の分野においては、ひとつの機械を製作する際、数人の設計者が、携わり、何度も設計会議を繰り返し、完成させていくという方法がとられている。しかし、それぞれの設計者が、同じ場所に居るかという点、必ずしも、そうではない。例えば、大阪と東京という場合も、ありうるのだ。その際、設計会議を行うため、各設計者が時間を合わせ、一箇所に集まるということは、時間も経費も掛かってしまう。そこで、注目されたのが、インターネットである。しかし、電子メールによるファイルのやり取りだけでは、実際に会って話し合うのとは、はるかに情報が少なくなってしまう。さらに、現在、設計で用いられている3次元CADデータというものは、容量が大きく、WEB上では非常に扱いにくい。

そこで、新たなコラボレーション設計ツールが必要とされている。

### 1.3 研究の目的

通常、複数人の設計者が共同で一つの製品の設計を行う場合、各部品の大きさやはめあいをどうするか、といった情報交換をするため、一箇所に集まり、設計会議を開くことが不可欠となってくる。しかし、現在、設計期間の短縮、コストの削減が必要とされる中、このような時間や移動費を必要とする設計方法には、問題があると思われる。

そこで、近年急速に発展したインターネットに注目し、WEB上でCADデータを共有化して、設計者がわざわざ一箇所に集まらなくても、設計会議を行った場合と同じように、しっかりと情報交換が出来る手法を提案する。

## 第2章 実験環境および使用機器

### 2.1 インターネット環境

研究室A（県有研究施設内）

回線種：NTTフレッツADSL 1.5Mbps

プロバイダ：ASAHI-NET

収容局からの線路長：4キロ

ホスト1WebArena：1.23Mbps（539kB，3.8秒）

ホスト2AT-LINK：1.22Mbps（333kB，2.4秒）

推定最大スループット：1.23Mbps

研究室B（大学内）

大学専用回線

### 2.2 使用機器

#### （1）CAD用PC



CPU	Pentium4 1.6[GHz]
メモリ	654[KB]
HDD	36.4 [GB]
ディスプレイ	17インチ
OS	Windows2000 Professional

#### （2）サーバ用PC



CPU	Celeron 1.8[GHz]
メモリ	1016[KB]
HDD	55.8[GB]
ディスプレイ	17インチ
OS	Windows2000 Professional

( 3 ) ADSL モデム内臓無線ルータ

MN7530



ADSL インタフェース	ポート数	1ポート
	コネクタ形状	6ピンモジュージャック
	準拠規格	ITU-TG.992.1 AnnexC 規格
		ITU-TG.992.2 AnnexC 規格
	カプセル化	11c、VCマルチプレクス
	伝送速度	
	ITU-TG.992.1 AnnexC	下り：最大8Mbps / 上り：最大1Mbps
	ITU-TG.992.2 AnnexC	下り：最大1.5Mbps / 上り：最大1Mbps
	コントローラチップ	Centillium製

WAN インタフェース	ポート数	1ポート
	コネクタ形状	8ピンモジュージャック
	物理インタフェース	IEEE802.3(10Base-T)
		IEEE802.3u(100Base-TX)
	通信速度	10/100Mbps(自動設定)
	全二重 / 半二重	全二重 / 半二重(自動判別)
	MDI / MDI - X	自動検知

LAN インタフェース	ポート数	4ポート
	コネクタ形状	8ピンモジュージャック
	物理インタフェース	IEEE802.3(10Base-T)
		IEEE802.3u(100Base-TX)
	通信速度	10/100Mbps(自動設定)
	全二重 / 半二重	全二重 / 半二重(自動判別)
	MDI / MDI - X	自動検知

ルータ機能	プロトコル	PPPoE、PPPoA、IPoA
	PPP認証	自動認識 / P A P / C H A P
	ppp接続 / 切断	手動接続 / 自動接続 / 不使用時の切断
	L A N型接続	あり
	モデムブリッジ	あり
	R I P	あり ( R I P v 1 / v 2 )
	D H C Pサーバ	あり ( 1 2 8 設定、スタティック可 )
	D N Sリレー	あり
	I Pパケットフィルタ リング	あり ( 6 4 設定 )
	I Pマスカレード	静的 / 動的
	アドレス変換機能	静的アドレス変換機能
無線機能	セキュリティ	WAN40(64)/128bit/SSID/ 無線端末限定機能/ (MAC アドレス登録方式)
アクセス制限		I D / P a s s w o r d
WWWブラウザ設定		あり
ファームウェアバージョンアップ		あり
設定バックアップ		あり

#### ( 4 ) P C - T Vコンバータ

P C a s t S C - 1 B U F F A L O 製



本機能	スキャンコンバータ
使用電源	AC100V 50/60Hz
入力端子	ミニD - s u b 1 5 ピン × 1

出力端子	RCA ( コンポジット ) × 1 ミニ DIN 4 ピン ( S 端子 ) × 1 ミニ D-sub 15 ピン ( スルーアウト ) × 1
対応解像度	640 × 480, 800 × 600, 832 × 624, 1024 × 768, 1152 × 864, 1152 × 870, 1280 × 1024, 1600 × 1200
対応テレビ方 式	N T S C ( 日本国内仕様 )
外形寸法	105(W) × 105(H) × 27(D) [mm]



## 2.3 使用ソフト

### (1) 3次元CADソフト

Pro/ENGINEER 2001 (Parametric Technology Corporation)

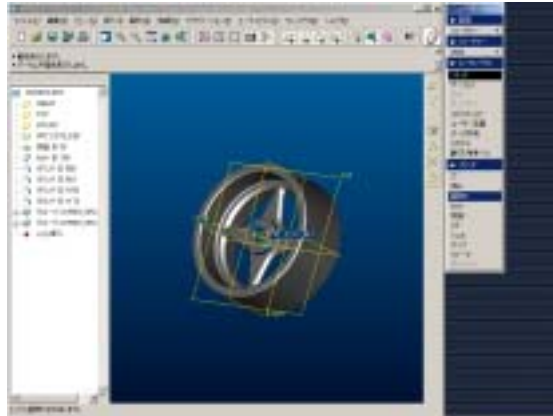


図. 2 - 1 Pro/E 起動画面

### (2) CADデータ圧縮ソフト\*第3章

XVL converter Plugin Pro/E

Pro/Eで作成した3次元データをXVL形式に変換する

XVL Studio アカデミック版

XVLデータの編集

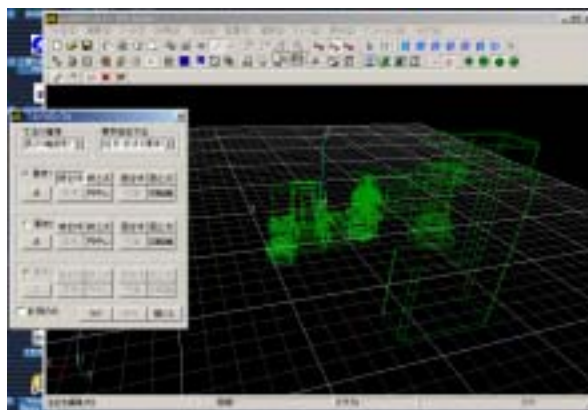


図. 2 - 2 XVLstudio画面

XVL Player Pro

XVLデータの簡易編集、WEB参照

### (3) WEBサーバ用ソフト\*第3章

Apache HTTPD Server 2.0.43

(4) データ転送用ソフト

FTPサーバ

war FTP Daemon WAR-FTPD 1.65



図. 2 - 3 FTPサーバ画面

FTPクライアント

FFFTP ver1.91



図. 2 - 4 FTPクライアント画面

(5) ホームページ作成ソフト

ホームページ・ビルダー ver6.5.0.0

(6) エンコード用ソフト

Windows Mediaエンコーダ ver9.00.00.2980

## 第3章 コンカレントエンジニアリングの構築

### 3.1 コンカレントエンジニアリングとは

コンカレントエンジニアリングは1980年代後半に米国で唱えられた理念先行の概念であり、その目的とするところは、図. 3 - 1にも示すように、設計あるいは製品開発におけるプロセスの構造をウォーターフォール型からオーバーラップ型に転換することを通じて、リードタイムの短縮などにより製品の競争力を向上させようとするものである。

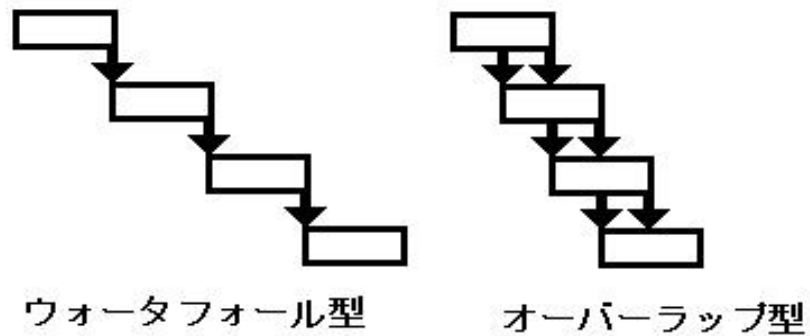


図. 3 - 1 コンカレントエンジニアリングの狙い

この、コンカレントエンジニアリングをWEB上で、実施することによって、遠距離間でのコラボレーション設計が可能となる。この時、重要となることは、製品形状が理解しやすいように、製品データを三次元で表示するということである。

それによって、設計、製造、営業、研究など様々な部門間での情報伝達がスムーズになり、製品完成までの時間が短縮に繋がる。

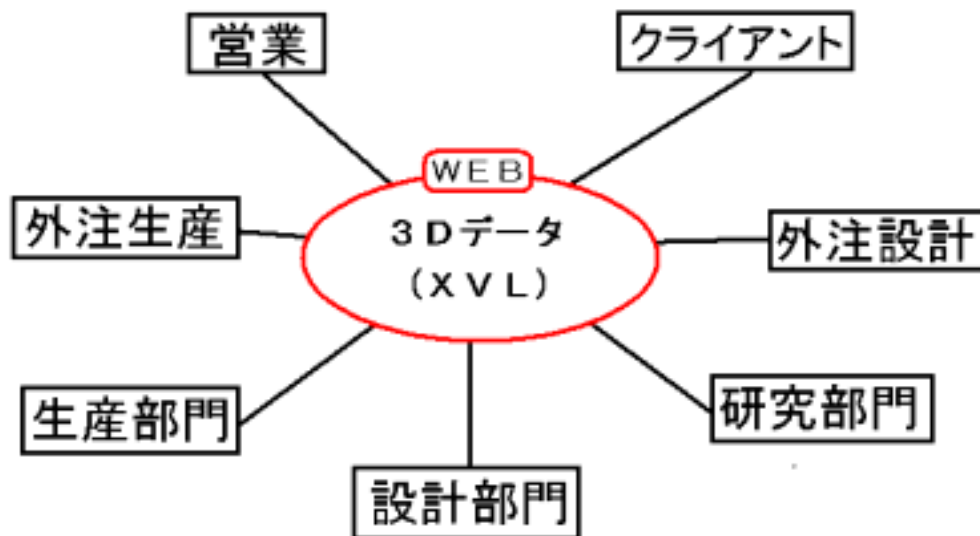


図. 3 - 2 WEB上でのCE概念図

## 3.2 システム構築

遠距離間で設計情報のやり取りが可能となるシステムの構築にあたり、まず注目したのは、近年急速に発達したインターネットである。

まず、WEBサーバを構築し、データを公開するためのホームページを作成する。そして、そのホームページに、CADで作成した3次元データを載せるという方法で実験を行う。しかし、第一章で述べたように3次元CADのデータは非常に大きく、WEBでは扱いにくいものである。そこで、3次元データの軽量化を行えるXVLを利用する。

そして、大学内の研究室より、このホームページにアクセスし、3次元データをダウンロードする。そして、XVL Playerを用い、設計者Aが作成した3次元データの寸法確認を行う。そして、その寸法を参考に、部品の作成をする。そして、完成した部品をPro/EのデータのままFTPにて、サーバに転送するという手法を用いる。

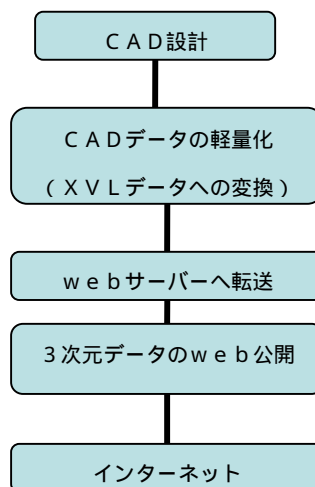


図. 3 - 3 (a) 設計の流れ (設計者A)

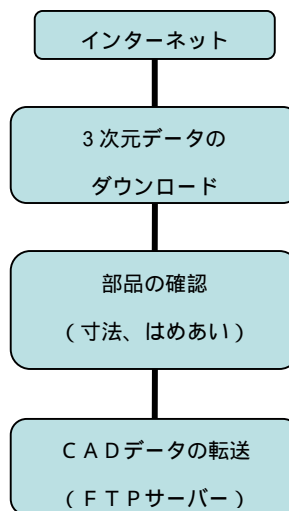


図. 3 - 3 (b) 設計の流れ (設計者B)

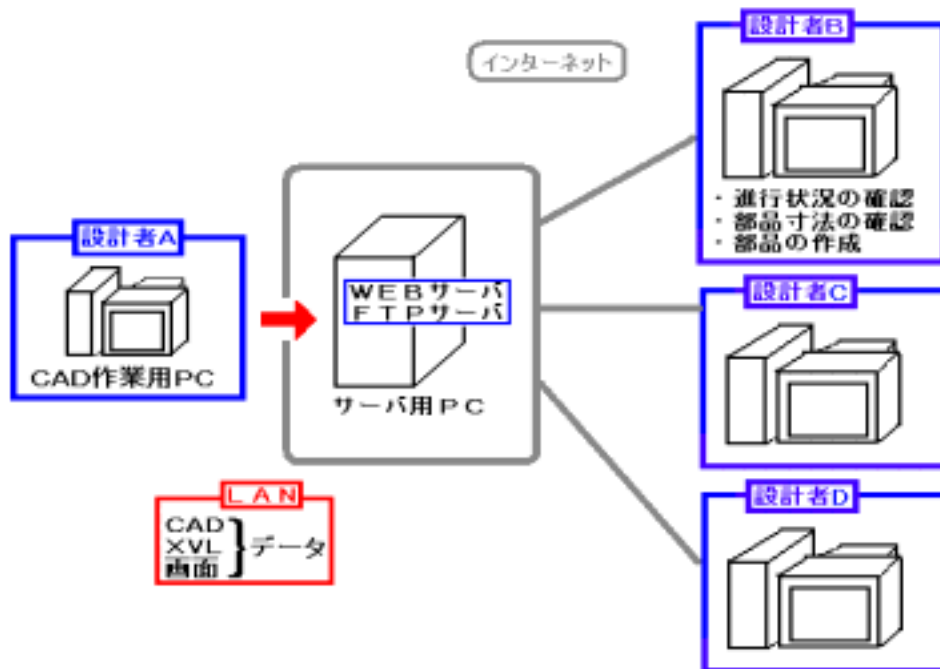


図. 3 - 4 コラボレーション設計システム図

### 3.3 X V L とは

#### 3.3.1 X V L の技術

現在、機械設計ではCAD / CAMの3次元化が浸透しており、これまで、特殊な技術者しか利用してこなかった、3次元データを誰でも気軽に利用が可能となるように考えられたのがXVLである。

3次元データを生成するあらゆるソフト、CAD / CAMや、CG、そして計測器から生成される3次元データ、これを軽量化して一つの形式に統一して表現すること。そしていかに安価に3次元データを生成するかということが重要である。これらを実現させるためには既存の3次元CADデータをXVL化 (=軽量化、ネットワークでの利便性を持った形式) が必要となる。それを可能にしたのが、Pro / Eで作成したソフトをXVLに変換させるために用いた「XVL Converter」である。

そして、ネット上で流通する3次元データは、たんに形状を表示するだけでなく、必要に応じて、断面の表示や、寸法の測定など、エンジニアリング目的で利用可能でなくてはならない。そのためには、データの表現の中軽量性と高い精度を同時に表現する必要がある。

そのために、利用されている技術が、ラティス構造というものだ。ラティス構造とは、多数のポリゴンから構成されるポリゴンメッシュに比べ、大まかな形状をラティス格子として定義し、Gregoryパッチ（曲面間の接平面連続 [G-1 連続]の表現に優れた曲面表現）と呼ばれる自由曲面を内挿することによって、滑らかな曲面表現を行う手法である。滑らかな曲面形状を高精度のままポリゴンメッシュで表現する場合、非常に多くのポリゴンを必要とするためデータサイズが膨大になる。しかし、ラティス構造では、曲面データをラティス構造として単純化して扱うため、データはとても軽量化される。また、形状を単純化して扱っているために大量のポリゴンを操作するモデラーでは実現できなかった、直感的な形状操作が可能になっている。

多くの汎用的な3次元データ表示ソフトウェアでは、CADデータであっても、VRMLやSTLなどのポリゴン化したデータ形式に変換して活用されているのが一般的である。VRMLやSTLのように、曲面からポリゴンへの変換を行うと、精度を保つためにはデータ容量が大きくなってしまい、逆にデータサイズを小さくすると精度が損なわれてしまう。しかし、XVLのCADデータの軽量化の手法は、精密な製造データをより多くのシミュレーションで活用するといった目的での開発が行われたので、曲面のまま軽量化するという、まったく違ったアプローチ方法で軽量化されている。通常のCADモデルは $10^{-5} \sim 10^{-6}$ という精度をもっているが、設計ではなく、ビューイングを目的とした場合これほどの厳密な数値は必要ではない。XVLでは曲線・曲面の次数の引下げや、不要な制御点の削減を行う、それに加えトリム曲面をラティス構造の内挿曲面へと変換することによって、大幅な軽量化を実現している。このように非常にCADデータに近い曲面形式のデータでありながら $10^{-1} \sim 10^{-3}\text{mm}$ という高い精度をもったまま軽量化を行うことで、3次元データを設計だけではなく、製造・検査など幅広いフィールドでの3次元データの利用を可能にしている。

また、XVLは形状表現だけではなく、形状に対して組立の工程や、製品の動作などのアニメーションをXVLファイルの一部として定義でき、さらに分かり易い情報の提供が可能となっている。これを利用して、より詳しい機械設計における、部品の情報交換が可能となる。

### 3.3.2 XVL / VRML / IGESとの比較

#### (1) IGES (Initial Graphics Exchange Specification)

一般的に設計製造用の汎用3Dデータとして利用されている。多くのCADで標準的に入出力が可能であり、主に異種CAD間のデータ交換用データとして利用されているので、曲面構造を厳密に表現できるという特徴がある。しかし、IGESは汎用に利用する事を重視したために、データの冗長性が大きく、データ量が大きいという問題点があると言える。また、この冗長性が異種のシステムからのデータを受け取ったときなどに、「面落ち」

や「データ欠落」といったCADごとに癖を持つという欠点になっている。また、データ配信・ビューイングを目的としたフォーマットではないために、WEB公開するといったような利用には適しているとは言えない。

(2) VRML (Virtual Reality Modeling Language)

VRMLは主にWEBでの三次元形状の表示に特化した、ファイルフォーマットである。基本的にはポリゴンという三角形や四角形の平面の集まりによって形状を表現している。このフォーマットもまた、多くのCADやCGソフトから出力することが可能だが、ポリゴンで形状を近似して表現しているため、精度を要求される製造分野での利用は難しく、また、詳細なモデルを表現しようとする、大量のポリゴンが必要となりデータ量が膨大になってしまう。エンジニアリング用途かつITでの利用に必須とされている「軽量」と「精度」という矛盾する条件は、今までのフォーマットで同時に満足していなければ、活用範囲は限られてしまうのだ。

現在、市場で利用されている一般的な3DデータであるIGES、VRMLをXVLと比較を図.3-5に示す。

表.3-5 3Dデータの比較

	XVL	IGES	VRML
開発元	ラティステクノロジー	ANSI/ISO 標準	ISO 標準
用途		設計製造データ交換	WEB 3D
データ構造	サーフェイス、ソリッド	サーフェイス、ソリッド	ポリゴン
データサイズ (転送速度)		×	
既存データ変換 (CAD)			
アニメーション		×	
XMLベース		×	×
ブラウザでの表示		×	

### 3.4 WEBサーバの構築

まず、本実験では、設計したCADのデータの転送などを行う時の、拠点となるWEBサーバを学外に立てる。

WEBサーバを立てる理由としては、Web制作に一切の制限がなくなるということが挙げられる。プロバイダでは、ホームページ領域は、数MB～数十MBの容量にされていることが普通である。今回は、ホームページに3次元データを公開することがキーポイントとなっている。いくらXVLでデータ容量が小さくなったといっても、制限があっては、公開するデータの数が限られてくる。しかし、WEBサーバは、パソコンに搭載されているハードディスクの空き容量がそのままホームページの領域にすることが出来る。

WEBサーバを立てる、もう一つの理由として、アップロードが、楽に出来るといったことが挙げられる。プロバイダのWEBサーバを借りた場合、FTPを使ってホームページをアップロードする必要がある。データ量が少量であればアップロードは数秒で終わるが、データ量が増えるに従って、アップロードの時間は数十秒～数分と長くなってしまう。しかし、WEBサーバを立ててしまえば、他のパソコンとLANで接続してしまえば、Windowsの「共有フォルダ」を利用して、コンテンツをドラッグ&ドロップするだけで、そのまま公開できる。LANの通信速度は10Mbps～100Mbpsと高速のため、転送にも時間がかからないという利点がありWEBサーバを立てるに至った。

#### WEBサーバソフト

WEBサーバを構築するには、WEBサーバソフトをインストールする必要がある。WEBサーバソフトは、様々な種類があり、多くのソフトがフリーで配布されている。その、数多くある中で、どれを選択するかも重要となってくる。

以下に、代表的な2つのソフトの特徴を記す。

#### (1) Apache

UNIX用として開発され、現在はWindowsにも移植されているHTTPサーバである。

HTTPサーバのシェアはトップで、大半のプロバイダはApacheを採用している。よって、プロバイダの環境とほとんど同じ条件でCGIのテストなどが出来る。

#### 利点

- ・Perlスクリプトは、ネットで配布されているものの多くがそのまま動作する
- ・動作が軽く、安定している。
- ・セキュリティ面も比較的強い。
- ・httpd.confにより細かい設定が可能で、ディレクトリごとに、さらに細か



く設定可能。

## (2) AN HTTPD

このソフトは、初期設定や操作などが簡単に出来、比較的導入しやすい。細かい設定なども全てGUIベースで可能となっている。一般に出回っているCGIスクリプトが、ほとんど修正しなくても動くのが最大の魅力と言える。

### 利点

- ・UNIXのWEBサーバと動作環境が似ている。
- ・アクセス制限をする時には、GUIにより簡単に行える。
- ・htaccessは使えないものの、ディレクトリ単位でパスワード設定可能。
- ・ディレクトリの閲覧を許可したい場合、特定のファイル名のファイルを置くことにより閲覧許可できる。

## Dynamic DNS

DNS(Domain Name Server)というのは、IPアドレス URL の関連付けを行うためのデータベースを持っているサーバのことで、本来ならホームページを自分のパソコンから公開することを考えると、このDNSに加えて、固定的なIPアドレスと正式なドメイン名を事前

通常ダイヤルアップやフレッツ回線でインターネットへ接続する場合にはその都度、契約しているプロバイダから動的にIPアドレスが割り当てられるため、基本的にはIPアドレスは固定に保持させることはできない。そこで、IPアドレスが固定にできないのなら逆にDNSに対して動的にIPアドレスの更新さえ可能にできれば、見かけ上は「IPアドレスが固定」となりホームページを公開できるのではないのか？ という、考え方が『Dynamic DNS』という技術である。

この考えは、急激に普及していて、その証明として『Dynamic DNS』サービスを提供しているサイトが豊富にあり、ほとんどのサイトが、無料で利用出来る。この『Dynamic DNS』は、「登録とIPアドレスの動的更新」をするだけで利用出来る。

以下に各サイトの比較を表.3-6に示す。

に取得しておく必要がある。

しかし、ホームページを公開するだけなのにそこまでの費用はかけられない。そこで、そんな手間や費用を削減するために利用したのが『Dynamic DNS』というサービスである。

表. 3 - 6 Dynamic DNS サービスサイトの比較

提供サイト	IP更新	A	NS	MX	CNAME	ワイルドカート	Offline
Dynamic Do!							
ZIVE							
instant							
ieServer							
JPN.ch							
SteticCling							

IP更新	メイン機能
Aレコード	DMとIPアドレスの関連付けの設定
NS	別途ネームサーバについての設定
MX	メール配送の優先度設定
CNAME	別名の設定
ワイルドカート	「WWW」なしでアクセスできる
OFF	OFFLINEの時に指定のURLに転送

## D I C E

Dynamic DNS サービスは、とても便利なサービスだが、IPアドレスが変わるたびに、わざわざ登録サイトに行って更新するという作業をしないといけない。このDICEは、そんなIPアドレスの更新を自動でしてくれる。

## D I C E で出来ること

- サービスの Web サイトへ行かなくても更新作業を行える。
- 指定日時、または定期的にIPアドレスなどの情報を更新出来る。
- IPアドレスの変化を検知して自動で更新することが出来る。
- 設定が簡単。
- 数多くのサービスサイトに対応している。
- プログラムスケジューラーとしても使える。

## ホームページの作成

ホームページを作成し、CADによって作成したデータを公開する。



図. 3 - 7 ホームページ画面

IPマスカレードとは

IPマスカレードとは1つのグローバルIPを利用して、プライベートアドレスを持った複数のPCをインターネットに接続することができる機能である。ADSLやダイヤルアップ環境などでは通常割り当てられるグローバルIPアドレスは1つである。また、常時接続回線の環境でも十分な数のIPアドレスを入手することは困難になりつつある。このような状況の時、グローバルIPの数よりも多くのPCをインターネットに接続するために利用されている。プライベートアドレスを持ったPCをインターネットに接続する場合、利用されるのがproxyで、WEBページを参照するために使用するhttp-proxyは、よく利用されている。しかしメールサーバが外部にあるときや外部のPCへのFTP、TELNETを使用するためにproxyを利用した場合、ユーザーは通常とは違う操作を行うことを要求される。

このような状況の時は、ルータマシンでIPマスカレードを使用すればユーザーはプライベートアドレスの利用を全く意識することなく操作を行うことができる。



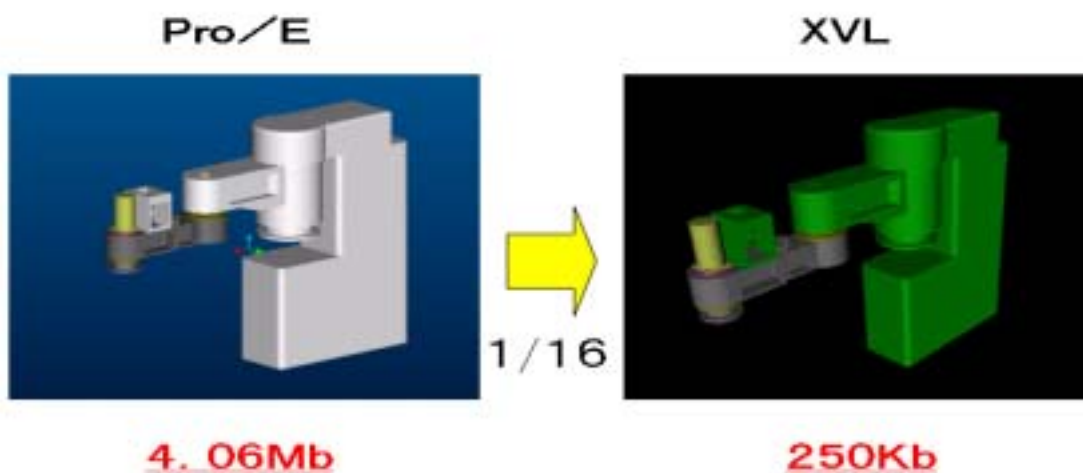
図.3 - 8 IPマスカレード設定画面

### 3.5 CADデータとXVLデータの比較

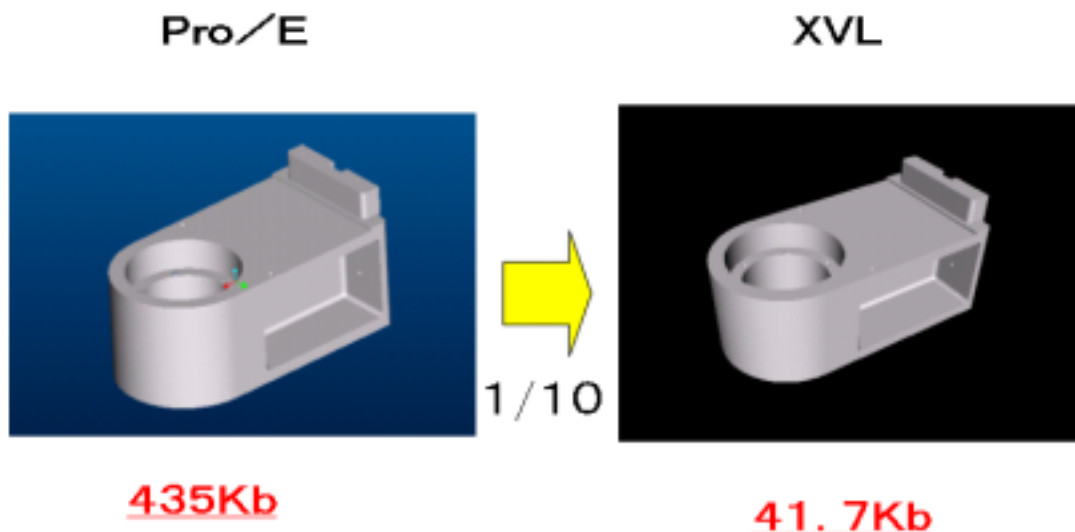
#### 3.5.1 データサイズの比較

XVLを用いてデータを軽量化したときのデータ容量の変化を比較した。以下に、比較結果を示す。なお、XVLへの変換時の軽量化許容誤差は0.01mmとする。

(1) アセンブリデータ



( 2 ) 部品データ



3.5.2 設計時間の比較

構築したWEBサーバを利用し、産業用ロボットアーム<sup>\*第5章</sup>の連携設計が可能であるかを実験した。

今回の実験では、産業用ロボットアームの部品でもあるハーモニックドライブと、それに対応したモーターの作成をした。

ホームページで公開した3次元データのファイルをダウンロードし、部品寸法の測定、対応する部品の作成、作成したデータのFTP転送までの時間を計測した。なお、ホームページに公開するデータは、Pro/EデータとXVL形式の2種類のファイルで実験をし、XVLの有効性を調査した。以下に、2種類のファイルの各計測タイムの比較表を示す。

表. 3 - 9 ファイルの各計測タイムの比較

	Pro/E			XVL		
	一回目	二回目	三回目	一回目	二回目	三回目
ダウンロード	30 秒	33 秒	28 秒	5 秒	8 秒	9 秒
計測	1 分 50 秒	1 分 55 秒	1 分 41 秒	1 分 32 秒	1 分 37 秒	1 分 30 秒
完成	4 分 4 秒	4 分 8 秒	4 分 15 秒	4 分 12 秒	4 分 5 秒	4 分 15 秒
転送	5 分 59 秒	5 分 59 秒	5 分 45 秒	6 分 2 秒	5 分 46 秒	6 分 45 秒

### 3.6 結果

まず、Pro/EデータとXVLに変換した時のデータの容量の比較の結果、XVLへ変換することにより、データ容量は、格段に小さくなりWEBで扱うには、適している形式だといえる。また、従来の3D変換では、データを軽くすると、精度が落ちてしまうという点においても、XVLは、高い精を保ったままでの変換が出来るということ結果がでた。さらに、XVLに変換することによって、高価なCADソフトがなくても、製品形状、寸法などの確認が出来るため、コンカレントエンジニアリングで利用するデータとしては非常に適しているといえる。

次に、各データを利用しての設計時間の計測結果を見てみると、XVLファイルの方はデータ容量が小さいため、ダウンロード時間は短い。しかし、部品の寸法の確認にはCADを使った方が容易に出来る。

設計の際には、部品データだけでなく、全体図である、アセンブリのデータも、必要となる。今回の、実験で作成した、産業用ロボットアームは、すべてのデータ容量が4MB程度と、それほど大きなデータではなかったため、ダウンロード時間の差は数秒で、最終的なデータ転送までの時間は双方ともに、差は見られなかった。単に、一つの部品を転送するだけなら、XVLに変換して転送をするよりも、CADデータをそのまま転送した方が設計時間は短縮される。しかし、設計をするには、全体図であるアセンブリデータが、必要となってくる。つまり、組立図など多くの部品が必要となるものなどの、やり取りにはXVLに変換した方が、寸法の確認などにかかる時間を考えても、時間短縮に繋がるだろう。

### 3.7 問題点、課題

遠距離間でコラボレーション設計を行う場合、ホームページに3次元データを公開するという手法だと、CADで作成したデータをWEBサーバに転送して、それを一つずつ、リンクを張るという作業を必要としている。それでは、サーバ側の設計者の作業が増え、設計の効率向上に支障が出てしまう。そこで、ホームページにCGIによるデータベースを設置し、設計したデータを、WEBサーバに転送するだけで、WEBに公開が出来るというシステムが必要となる。また、現システムでは、相手の進行状況を確認するには、定期的にホームページに行きデータをチェックするひつようがある。この方法での確認では、いつデータが更新されたかが分からず、データに変化がない場合もチェックに行く必要がある。もしくは、電話、メールなどの通信ツールで相手にデータの更新を知らせるという方法をとる必要がある。

そこで、それらの手間を省くためにも、相手の進行状況を随時チェック出来るシステム

(オーバーラップ型)が必要となってくる。「実際に隣で設計しているような状況」というものを、どのように再現出来るかが課題となる。

また、今回のシステムでは、一方からのデータ転送にF T Pサーバを利用している。F T Pはパケットが暗号化されず平文でネットワークを流れてしまうという欠点のほか、様々な問題があるその為、最終的にはF T Pを利用しないW E Bのみでのやり取りが可能なシステムの構築が必要とされる。

## 第4章 オーバーラップ型設計システムの提案

### 4.1 目的

第3章で提案した方法では3.5で述べたように、作成したデータをサーバに送り、ホームページを書き換えて、という作業が必要となり、データが更新されたということが共同設計者に伝わらない。そのため、共同設計者が定期的にホームページを参照し、データをダウンロードして、変更があるか確認しなければいけなくなる。もしくは、サーバ側が、データを更新したということ、メールなどを使い相手に伝えるなど、ワンクッション置いた作業が必要となってくる。それでは設計するにあたって、無駄な作業が入り、効率が悪くなり、完成までの時間が大きくなってしまう。

そこで、重要となってくるのが、「相手が今何をしているかを、リアルタイムで確認できる」ということだ。それが可能となれば、実際に隣で設計している状況を、遠距離でも再現でき、設計の効率アップに繋がることになる。そこで、コラボレーション設計におけるオーバーラップ型設計が可能となるシステムの提案および構築をする。

### 4.2 オーバーラップ型設計システムの提案

第3章で構築したシステムに、C A D作業用P Cの画面をW E Bで公開するという、システムを追加する。相手の進行状況が、いつでも確認が可能となる。況が随時確認でき寸法の変化時などに、ホームページへ行き新たなデータを参照し、その部品に対応した設計が可能となる。

キャプチャボード、エンコーダソフトによる配信

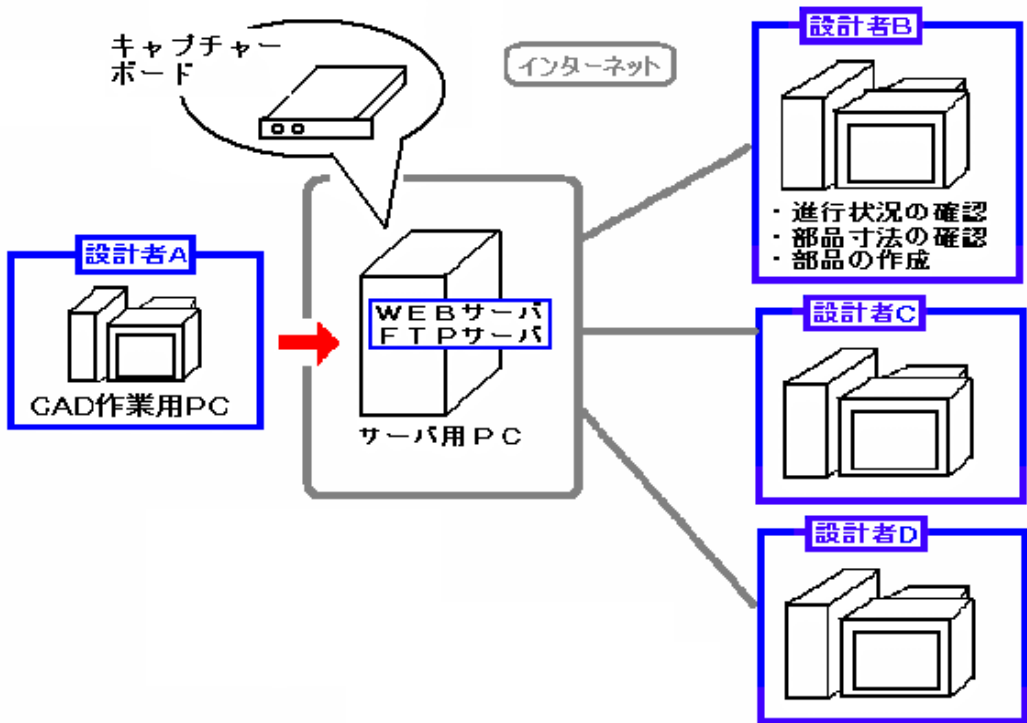


図4.1システム図(キャプチャボード利用)



## ネットワークビデオサーバによる配信

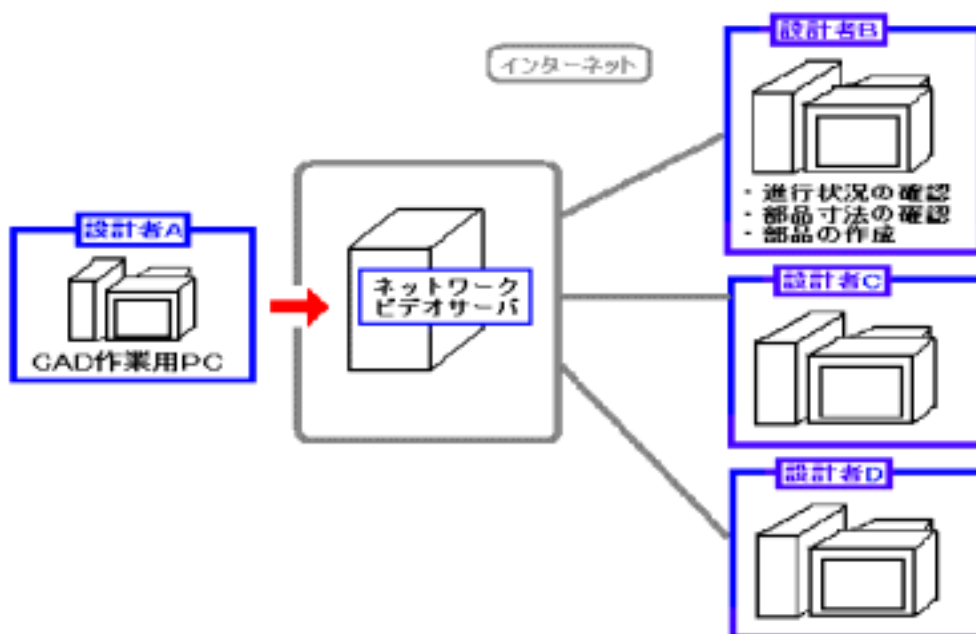


図4.1システム図（ネットワークビデオサーバ利用）

### 4.3 結果

今回、構築した提案では、キャプチャボードで圧縮デジタル化した画像データをMediaエンコーダで、読み込みWEBで公開するという手法を試みたが、Mediaエンコーダでの、画像データ読み込めず画像データの公開には至らなかった。

一方、提案のネットワークビデオサーバを用いた、画像データの公開においては、画像データのWEB公開に成功した。しかし、取り込んだ画像をMPEG4により圧縮して公開しているため画質が悪く、寸法の確認をするまでには至らなかった。

### 4.4 問題点、課題

提案したオーバーラップ型設計システムの問題点として挙げられることは、画像データをPC-TVコンバータを用い出力し、ネットワークビデオサーバによってMPEG4に圧縮することによって、画質が劣ってしまうということも分かった。しかし、PC-TVコンバータで多少の調節は可能となっており、相手側の設計の進行状況をチェックするには十分活用できる。

今後の課題としては、画質を落とさずに、画面データのWEB公開が出来る手法を提案し、実施してみる必要がある。今回のシステムより、高画質で配信が出来ることが可能で

あればオーバーラップ型設計システムへの利用は非常に可能性が高いだろう。

さらに、構築システムを利用し、実際に設計を行い、さらなる問題点の抽出および改善策を考え、実用性を高めていくことが必要である。

## 第5章 産業用ロボットアームのCAD設計

### 5.1 産業用ロボットアームの情勢

産業用ロボットは、JIS B 0134の一般的分類では、「知能ロボット」、「数値制御ロボット」、「プレイバックロボット」、「シーケンスロボット」に区分されている。

1980年代から1990年にかけて、数値制御ロボット、プレイバックロボットの台数が急増しはじめた。この背景には、自動車産業向けの塗装ロボット、スポット溶接ロボット、アーク溶接ロボットなどのプレイバックが大量導入されたことが挙げられる。また電気器具製造業を中心にプリント基板組立用にインサータ、マウンタなどの数値制御ロボットの普及が大きく影響してきている。知能ロボットは、近年急激に発達し、視覚センサ付きロボットとして、半導体製造設備などで利用されている。今後は、視覚、力覚などの感覚機能を備えた自律性の高いロボットの活躍が期待されている。現状の産業用ロボットは、ロボットアームの位置精度が、機械系の製作誤差、またはアームの姿勢、負荷重量の変化による誤差などのために絶対精度は得にくい。そのため、数値制御ロボットでも、数値データの入力と直接指示の併用がほとんどである。

今後の、ロボット市場は個別の用途開発が中心となって、新たに創出され、形成されるものであり、ロボット自身の技術レベルの向上だけでなく、構造技術、生産技術、工作技術など、現場サイドに近い技術レベルの進展が重要である。

### 5.2 産業用ロボットアームの種類

現在、幅広く様々な場所で使用されているアームタイプの産業用ロボットの形態は、動作機構から、主に図.5-1に示すような種類がある。

#### (1) 直角座標系

ロボットの大きさに対して、動作範囲はその範囲内に限定されるが、精度は出しやすく一般的なものでも $\pm 0.02$ 程度のもが多い。ただし、動作ストロークが1mを超えると、他のタイプのロボットよりもコスト面で割高になってしまう。直角座標系ロボットは、その機構形態自身が人間に理解しやすい直角座標系を形成しているため、

制御も比較的容易に出来る。

#### (2) 極座標系

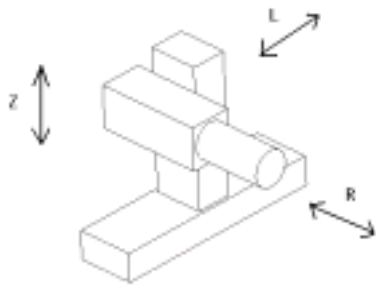
自動車のスポット溶接工程に一時期多用されていたものだが、動作領域が狭いことと、当時は座標変換機能がなく、直接指示を行う時に極座標系でしか操作できなかったこと、および油圧駆動であったなどにより、現在はあまり使われていない。

#### (3) 円筒座標系

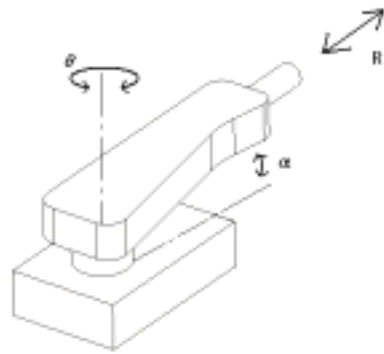
直交座標系に比べて、重量補償が容易なことから、比較的大型で重量物のハンドリングに採用されている。一方、組み立てロボットとして、とくに垂直方向の作業に適した、複合円筒座標系(水平関節形)のロボットが多用されている。これは、SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) 形ともいわれ、垂直上下方向に剛性が高く、水平面方向には柔らかな構造になっており、組立作業における種々の位置決め誤差要因をロボットアームの柔らかさで吸収しようというものである。この水平関節形のロボットは水平回転時の先端合成速度が上腕および前腕の合成となるため、速いものは、5 m / s 以上のものもある。

#### (4) 垂直関節形

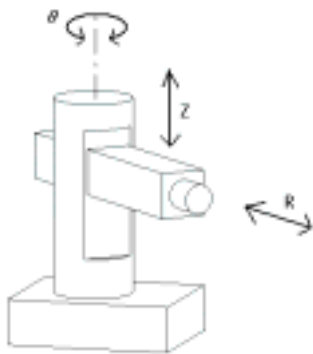
駆動軸が全て回転形で構成されているものを総称して垂直関節形という。関節形ロボットの機構形態で特徴付けられる要因のひとつにモーターの配置がある。各腕の中に駆動モーターを配置した場合、動作範囲は半球状の広い領域がえられる。一方、腕の重量を極力軽減させるために、駆動モーターを根元のR 旋回部に集中し、リンク、レバー方式で各腕を動かすというものもある。これは、前者のものに比べ、機械構造上、動作範囲は制約されるが、可搬重量が大きい場合には有利な構造といえる。



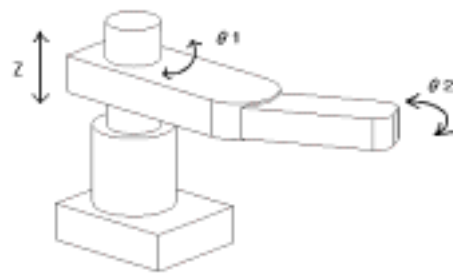
( 1 ) 直交座標系



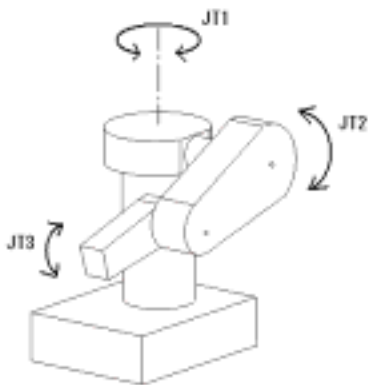
( 2 ) 極座標系



( 3 ) 円筒座標系



( 3 ) 円筒座標系 ( 水平関節配置型 )



( 4 ) 関節形

図. 5 - 1 産業用ロボットの種類

### 5.3 基本仕様

本研究で、設計した産業用ロボットアームの基本仕様は以下のとおりである。

作業内容：部品パレットから、部品をつかみラインコンベアの組立途上の製品に部品を取り付ける。

作業姿勢：水平面域のみ

ラインのタクトタイム：9.0 s

搬送部品の負荷重量：1.0 kg f

パレット内の部品配置実寸法：縦方向×横方向 = 400 mm×300 mm

部品形状および寸法：直方体（縦×横×高さ） = 30 mm×20 mm×50 mm

部品精度、はめあい精度：精密級（ただし、製品位置決め精度などの総合精度は1.0 mmの誤差の発生を想定する）

部品の把持着時に要する時間：0.5 s

ラインコンベアの幅：300 mm

リトライ率：5%

ライン耐用年数：5年以上

稼働条件：16 h / 日 × 300 日 / 年

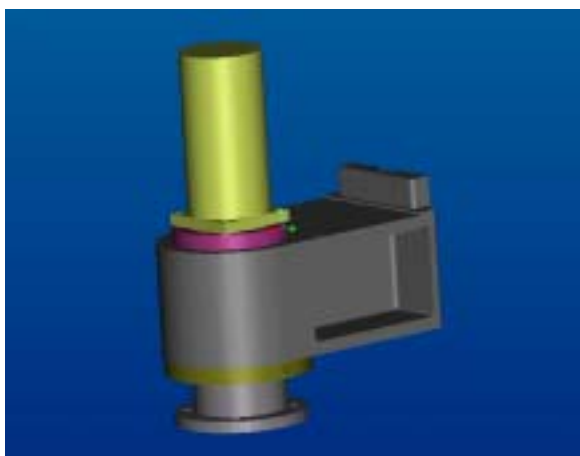


図.5 - 2 リスト部（組立図）



図.5 - 3 ショルダ部（組立図）



図.5 - 4 リスト部 (分解図)



図.5 - 5 ショルダ部 (分解図)

## 第6章 結言

### 6.1 まとめ

今回の研究では、コンカレントエンジニアリング、およびオーバーラップ型設計が出来るシステムの構築をした。そして、そのシステムを利用し、産業用ロボットアームの設計を行った。その中で、得られた結果は、コンカレントエンジニアリングの中における、設計会議では、概念設計である程度、形になったものをXV Lデータに変換し、WEBで公開することにより、遠距離間でも、詳細な情報交換が可能となり。設計者が随時、データ更新を行えば、各部門で、データチェックをし、進行状況に応じた仕事出来るようになる。これによって、設計から生産、営業までのプロセス間の時間短縮が出来ると言える。

また、設計者間でのデータ交換においては、アセンブリや、容量の大きなデータは、XV Lに変換した方が、効率がよくなる。しかし、簡単な部品程度のデータなら、XV Lでも寸法確認などが出来るので問題は無い。とくに、設計者同士が同じCADソフトを使っている場合は、CADデータのままの方が、設計時間の短期化に繋がると言える。

### 6.2 今後の課題

今後の課題としては、今回構築した、ネットワークビデオサーバを画面転送に利用し、画像データを配信し、また音声もMPEG-4形式にリアルタイム変換し配信する。

映像と音声をリアルタイムで配信することによって、遠距離間での連携設計でも、実際

に隣で設計しているという状況に出来るだけ近い環境を提供できるシステムに作り上げていきたい。そして構築したシステムを利用し、実際に設計を行い、さらなる問題点の抽出および改善策を考え、実用性を高めていくことが必要である。

## 謝辞

本卒業研究および研究論文は高知工科大学小林和彦教授のもとに行われ完成するに至りました。終始ご指導いただいた同教授に厚く御礼申し上げます。

また本研究の実験に関し、数々の御助力を頂いた高知工科大学特殊加工研究室の方々に、心より感謝申し上げる次第である。

## 参考文献

- ( 1 ) 実践機械設計 中上級編 創造的設計研究会編 工業調査会
- ( 2 ) 自宅パソコンをWebサーバにする 末岡 章他著 技術評論社
- ( 3 ) [http://syd.mech.eng.osaka-u.ac.jp/papers/1999/11\\_jsme\\_tutorial/SECTION00031](http://syd.mech.eng.osaka-u.ac.jp/papers/1999/11_jsme_tutorial/SECTION00031)
- ( 4 ) <http://www.ds1maniacs.com/tsukaikomu-dyndns.htm>
- ( 5 ) <http://www.ntt-me.co.jp/mn/mn7530/>