

インスタレーション用パワードライブシステムの開発と評価

Development of the power drive system for Installation and evaluation

野上 文天

NOGAMI Bunten

As it's mentioned the example of the sensor interface system last time. When we want to keep our top position in our time with having the desire to expression. We can't but impressed that Modern digital technology developing run faster than one's mental and skill evolution.

But, in such a condition when we want to express such as the color, the smell, the sound and the grave movement object and a movement like wind We have to know that is generate (change) by the movement of the device (element) itself that they can be manipulated intentionally.

But also we find it more powerful things which is close to the person. They are the systems of the power drive. And we find the interesting thing because it is not only technology.

In our electrical history There is an age which Tesla contended with Edison for with the alternative current and the direct current.

As for the payment of the patent fee of that age the electric power conversion of the amount motor per 1 horsepower It is also interesting idea from the present day.

Therefore, I introduce the some power device here and power drive system which used them and also show the design, evaluating those system in Our Installation works. To intended make grow those Modern us uses with Interest and consciousness. So here is the report of installation of system designed and manufactured at practice that I worked in this university (TUAD).

はじめに

前回はインスタレーションにおける人との接点であるセンサーデバイスについて一般論とそれを使用したシステムの一例を記載した。もともと表現に止まない欲求をもちつつ時代と共にその先鋒の位置に居ようすると、現代のデジタルテクノロジーは自己の精神的、スキル的な進化より遙かに速やかに流れしていく。しかしそのような中で人の感性に訴える色やにおいや音、物体の重々しい動き、風のような動きを共有の場にあらわそうとするとき、それらを意図的に操るのはデバイス（素子）そのものの動作による変化ではある。が、しかし意外と人に密着した「もの」であることが多い。それらを駆動し、動かし、変化をあたえるのは電気的にいうとパワードライブという電力を与えて仕事をさせるシステムになるのだが、デジタルテクノロジーだけではすまない世界があるから面白い。

電気の歴史でエジソンとテスラが直流、交流で争いあった時代があり、その当時の特許のロイアリティがモーター 1 馬力当たりいくらという電力換算の仕方も又現代からすると面白かったりする。

ここでは仕事をするためのその電力を供給して動かす、デバイス（素子）を何点か紹介し、それらを用いたパワードライブシステムを設計、評価し、インスタレーションの中に使用した例を紹介する。以下は現代人の興味意識を広げられるようなシステムの使い方を念頭において本学のインスタレーション演習で設計製作した内容である。

1. インスタレーションのシステム内パワードライブの位置と概要

表現において直接感覚に働きかけ、人の存在の不思議さや意識の奥深さを味わわせてくれるはこれまで積み上げられてきた図書や絵画、彫刻の重々しい存在ばかりではない。はじめにも触れたが人そのものが時代の進化に引っ張られてどんどんその感性や、意識を変革しながら物を作り、味わっている。最終表現にのみ人は感じじるかというとそうではなく、どのような方法論をとっているかということを表現者も、鑑賞者も自分のこの時代のなかの存在理由として意識し、自己の精神的、能力的な満足感を得ようとしている。そのような人たちの多くは複雑なコンピューターシステムとデリケートなセンサー入力システムや工業用にも使用できそうな大掛かりな出力装置などに関わることに、そのこと自体でも快感となり表現そのものとその方法論を肥大化させていく。このようなシステムテックな流れに乗る場合と個人で制作する場合でおのずとその対応できる範囲も変わってくる。

パワードライブのスキルそのものは電気的な技術なので基本は同じであるがここでは個人で扱う場合を主に想定して展開したい。それらは明確な定義ではないが電気的に言うとパワーが1KVA程度までのドライバーや出力デバイスを扱う。また直接脳を刺激してこれら感覚を呼び起こす研究もされ実績を上げているようなニュースも聞くがここでは趣旨から外れるので扱わない。

インスタレーションシステムで人の感覚（主に5感 視覚・聴覚・嗅覚・味覚・触覚）を刺激するような出力デバイスとしては以下のように対応づけられる。

- 1：視覚・ 各タイプのランプ、発光ダイオード、（プロジェクター）など
- 2：聴覚・ スピーカー、汽笛（発音装置など）
- 3：嗅覚・ 匂いソースのアクセス装置など（熱源、触媒の接触等をコントロールする）
- 4：味覚・ 味覚ソースのアクセス装置など、（熱源、触媒の接触等をコントロールする）
- 5：触覚・ 振動板、バイブルーション装置など、

この出力デバイスは制御された電力を受け取り、その電力から各々目的の変換出力を作る物である。たとえばランプは電力をもらいある波長の光と熱に変換出力す

る。またスピーカーはボイスコイルを振るわせる目的の周波数電力をもらい、音波を変換出力する。パワードライブとはこのような電力変換機へ目的の変換を効率よく行うようにコントロールして電力を供給するための技術である。そしてそのためのデバイス（素子）がパワーデバイスである。

ここでパワーの定義を電気的にわかりやすく説明するとパワーとは電力のことである。電力は以下のように電圧と電流の積で表される。但しこれは直流（DC）の場合で交流（AC）の場合は又別の扱いが必要である。

直流の場合の電力算出

$$\text{電 力} = \text{電圧} \times \text{電流} \quad (\text{W})$$

交流の場合の電力算出

$$\text{実効電力} = \text{電圧} \times \text{電流} \times \cos \theta \quad (\text{W})$$

$$\text{皮相電力} = \text{電圧} \times \text{電流} \quad (\text{VA})$$

$$\text{無効電力} = \text{皮相電力} - \text{実効電力} \quad (\text{var})$$

$\cos \theta$ は力率とも呼ばれ実効電力と皮相電力の比で現される。

これら交流のドライブはモーターコイルとかソレノイドのドライブに当てはまりドライブの電流、電圧が各々大きく測定されてもそれらの位相がずれれば実際のパワー（電力は）効率よく変換消費されていないことになる。また日常の中でインバーターエアコン、蛍光灯、冷蔵庫、電気釜などコンセントにACプラグを差し込めば当たり前のように壊れることもなくそれらの機器は稼動する。それらの内部にはモーターやヒーターを効率よく駆動するためのデバイス（素子）が正確に設計され動作している。

次項からはそのような主だったデバイスの種類と特徴、どのように使われているかを簡単に説明していく。また現在のエレクトロニクス・テクノロジーで量産化されている入手可能なだけ新しい電子デバイスを使用してシステムを組み立て、実際のインスタレーションの中で使用して具体的な位置付けを明らかにしていく。

2. パワーデバイスの各半導体メーカーについて

各社が製品（システム）を開発販売するために自社でのパワーデバイスの開発生産は必要条件であり最終項に記載するのようなデバイスマーカーがある。筆者の使い慣れたデバイスマーカーや大手企業などメーカー名とサイト（URL）を記載してある。今回のDCモーター用ドライバーとACパワーコントローラーは各メーカーのデバイスであり詳細資料、写真等をあとに掲載してある。

3. パワーデバイス

電力用半導体素子（Semiconductor Power Device）は、電力機器向けの半導体素子で、電力の変換や制御用に最適化されたパワーエレクトロニクス用のデバイスであり通常の半導体素子に比べて高耐圧化、大電流化、高速・高周波化されている。一般的にもパワーデバイスと呼ばれ、整流ダイオード、パワートランジスタ、パワーMOSFET、IGBT、GTO、サイリスタ、トライアックなどが知られている。定格電圧、定格電流は用途や素子の構造により異なるが、各々目的に合わせてデバイスが設計制作されており定格電圧、定格電流とも幅が広い。

また複数の素子を一つのパッケージにモジュール化したパワーモジュールや、制御回路・駆動回路・保護回路なども含めてモジュール化したインテリジェントパワーモジュールなどもある。

（1）ダイオード（Diode）

整流作用（電流を一定方向にしか流さない作用）を持つ半導体素子である。多くの半導体ダイオードがあり目的に応じて制作、使用されている。

ダイオードの電子回路図上表記

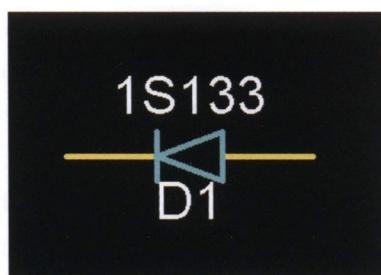


図 1 回路表記例

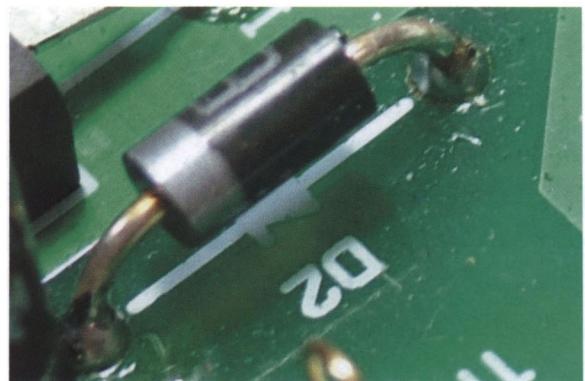


写真 1 一般整流ダイオード



写真 2 パワーダイオード

1) 定電圧ダイオード（ツエナーダイオード）

逆方向に電圧をかけた場合に、ある電圧で安定する性質を利用し、一定の電圧を得るために使う。

2) 発光ダイオード（LED）

電流を順方向に流した時に発光するダイオードである。最近では青色発光ダイオードが開発され3原色がそろい大型スクリーンをLEDで構成できる。また専用のLEDドライバチップも開発され小型チップとチップLEDなどの組み合わせで多様な表現が可能となってきている。

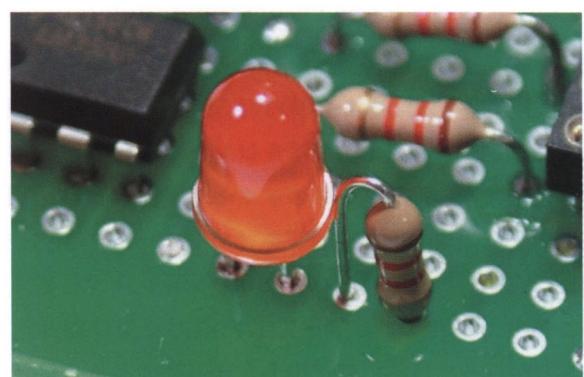


写真 3 LED

3) 可変容量ダイオード（バリキャップ）

電圧を逆方向に掛けた場合にダイオードの持っているコンデンサ容量（接合容量）が変化することを利用して、電圧の変化により発振周波数を変化させるなどの用途に使う。逆方向の電圧を高くすると接合容量は小さくなる。

（2）トランジスタ

電圧電流を増幅、又はスイッチ動作をする半導体素子で、電気コントロールの基本素子である。その内部構造はP、N接合によりPNPタイプとNPNタイプがあり、また動作により電界効果トランジスタ（FET）がある。共にアナログ回路、デジタル回路にも使用されるが、現在作られているLSIの中には何万ゲートのトランジスタが入っているといわれているその素子である。デジタル回路ではトランジスタが電子的なスイッチとして使われ、半導体メモリ・マイクロプロセッサ・その他の論理回路で利用されている。ただ、ICの普及に伴い、単体のトランジスタがデジタル回路における論理素子として利用されることはほとんどなくなった。一方、アナログ回路中では、トランジスタは基本的に増幅器として使われている。本編で述べるパワートランジスター、パワーFETもこのような使い方をしているモデルである。

トランジスタの電子回路図上表記

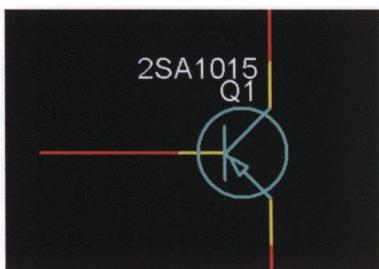


図 2 回路表記例



写真 4 小信号トランジスター

1) パワートランジスター

一般の小信号用トランジスターより大電流を流してパワーを扱えるようにしたトランジスターで一般用より大型化して放熱に有利な形状をしている。



写真 5 パワートランジスター

2) パワーFET

パワートランジスター同様一般用より大型化して放熱に有利な形状をしている。

（3）サイリスタ

サイリスタとは、ゲート（G）からカソード（K）へゲート電流を流すことにより、アノード（A）とカソード（K）間を導通させることができる3端子の半導体素子である。SCR（Silicon Controlled Rectifier）とも呼ばれる。PNPNの4重構造をしている。P形半導体からゲート端子を引き出しているものをPゲート、N形半導体からゲート端子を引き出しているものをNゲートと呼ぶ。原理としては、PNPトランジスタとNPNトランジスタを組み合わせた複合回路と等価である。ゲートに一定の電流を通過させるとアノードとカソード間が導通（ターンオン）する。導通を停止（ターンオフ）するためには、アノードとカソード間の電流を一定値以下にする必要がある。この特徴を生かし、一度導通状態にしたら、通過電流が0になるまで導通状態を維持することが望ましい用途に使用される。特に、大電力の制御場合、電流0のタイミングでOFFになるためサージ防止に優れる。ゼロクロスといわれACのコントロールには必要なコントロールである。

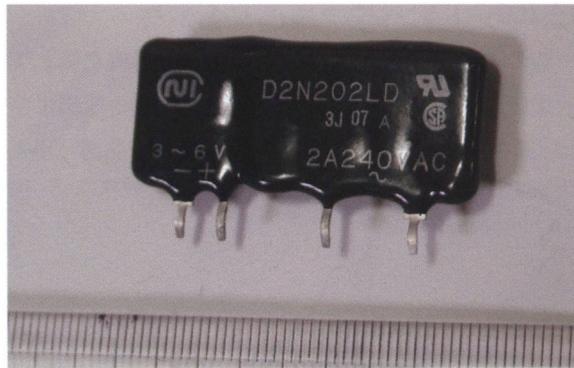


写真 6 サイリスタモジュール

(4) IGBT

絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (Insulated Gate Bipolar Transistor : IGBT) は、MOSFETをゲート部に組み込んだバイポーラトランジスタである。ゲート・エミッタ間の電圧で駆動され、入力信号によってオン・オフができる自己消弧形であるので、大電力の高速スイッチングが可能な半導体素子である。構造としては、Nチャネル縦型MOSFETのドレイン側にPコレクタを追加した構造である。Pコレクタからの正孔の注入により、Nベース層の導電率変調が起こり、抵抗が低下する。このため、MOSFETと比較すると高電圧の用途に適している。その一方で、注入したキャリアの消滅に時間がかかるため、ターンオフ時間が長くなる。

(5) GTO (Gate Turn-Off thyristor)

GTOは、ゲートに逆方向の電流を流すことにより、ターンオフできる機能をもつサイリスタである。サイリスタのカソード電極を多数の島に分割し、その周りをゲート電極で囲む構造にすることにより、電流を引き抜きやすくした構造である。電車駆動の誘導電動機を駆動するVVVFインバータの素子として利用されるが、回路構成が複雑であることと、スイッチング周波数を高くできない為、最近ではIGBTにその地位を譲りつつある。

(6) トライアック

トライアックは、2個のサイリスタを逆並列に接続し、双方向に電流を流せるようにしたものである。実際の素子は、2個の素子を接続したものではなくモノリシック構造となっている。TRIACとは、Triode AC Switchの略であり、1964年にゼネラル・エレクトリック社で初め

て開発された。交流の双方向スイッチング制御に用いられるACをスイッチングしてACパワーをコントロールするのによく使用される。双方向サイリスタとも呼ばれる。

| ST | | |
|----------------------------|-------------|------------|
| BTA40 and BTA/BTB41 Series | | |
| STANDARD | | 40A TRIACs |
| MAIN FEATURES: | | |
| Symbol | Value | Unit |
| $I_T(\text{RMS})$ | 40 | A |
| V_{DRM}/V_{BRM} | 600 and 800 | V |
| $I_{GT}(I_{Gt})$ | 50 | mA |

DESCRIPTION
Available in high power packages, the BTA/BTB40-41 series is suitable for general purpose AC power switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, water heaters, induction motor starting circuits, welding equipment... or for phase control operation in high power motor speed controllers, soft start circuits...
Thanks to their clip assembly technique, they provide a superior performance in surge current handling capabilities.
By using an internal ceramic pad, the BTA series provides tight voltage insulated tab (rated at 2500 V RMS) complying with UL standards (File ref.: E81734).

図 3 トライアックカタログ例

(7) リレー

半導体ではないがメカニカルな接点を電磁石で駆動して電力をON-OFF制御する。過電流、漏電などを検出して自動的に回路を遮断する、大型のリレーユニットもある。主に大電流のON.OFF用に配電盤に取り付けて使用される。

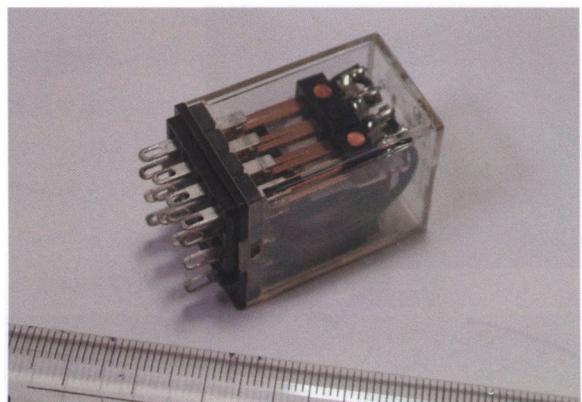


写真 7 小型パワーリレー

4. パワードライブ素子とシステムのインターフェース

半導体の素子自体をコントロールするのはほとんど電気的な信号あるいは電力である。ここで電力と信号の違いは通常の使用で電圧と電流が測定されるようなコントロール入力をするのを電力ドライブ（おおむね0.1～0.5ワット程度）、また同様にほとんど電流が流れない電圧（0.1mA以下程度）でのコントロール入力を信号によるドライブと呼び以下の信号によるインターフェースについて述べる。

（1）アナログ信号

連続的な電圧の変化をデバイスに入力しその変化に合わせ増幅された連続的な電流、電圧を出力する。出力電力が大きい場合はパワードライブ素子の特性にもよるが、ある程度電力を入力信号として用いる場合もある。たとえば大パワーのオーディオアンプ用のパワートランジスターなどはこのような使い方をする。トランジスターの動作点（バイアス）の決め方はアンプの組み方で何タイプかあり、デジタル的な動作をさせるような使い方もある。

（2）デジタル信号

デジタル信号は使用するデバイスの種類によって最大値、最小値のレベルが決まっている。主な信号ロジックはTTLレベル、C-MOSレベル、LVC-MOSレベル、などがある。

最新のインターフェースでは電圧を下げるような流れであるが、デバイス利用と、物を製作しながら作品を作るというスタンスであれば、歴史の長いTTL、CMOSデバイスのDIPタイプのICでハードウェア制作というのがまだ基本的かと思う。SSOP、やLSIのマウント、PCB制作のツールなども紹介されつつあるのでスキルに対応した人材が育つていけば変わることは否定しないが、人の感性にちょうどあっているのが現代頃までのインターフェースのような気もしている。

（3）パルス幅信号

上記デジタルレベルとパルス信号によるドライブ入力法である。アナログドライブでは電圧で電力をコント

ロールするが、この制御は電圧は各々使用するデバイスによって決まり電圧は変わらないが、パルスの幅（時間）をコントロールすることで電力をコントロールする。同じ繰り返しの中でパルスの幅が長いほうが（ドライブしている時間が長い）電力を多く出力することになる。PWMといいその概念を下図にしめす。

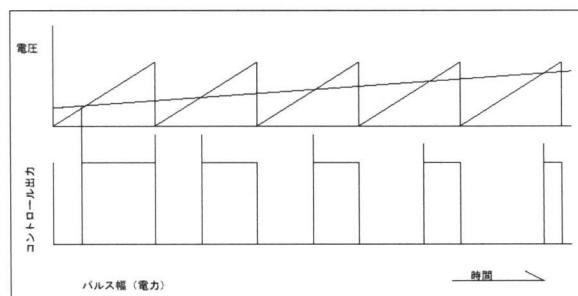


図 4 PWMの概念図

5. 開発したシステム

今回のテーマはパワードライブシステムなのでセンサーインターフェースに関しては細かく触れないが下図のように人の動きから加速度を検出してその変化をモー

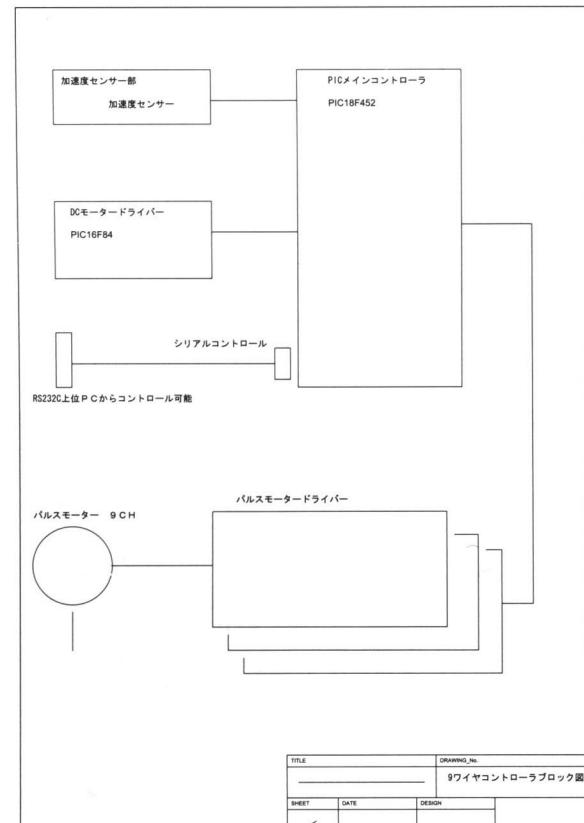


図 5 開発したシステムのブロック図

ターに伝えるシステムとした。今回はCPU部を共用できるPCBを開発して製作効率を上げる工夫をした。

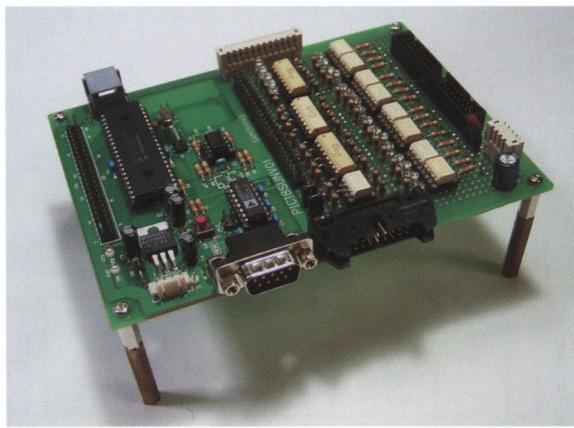


写真 8 パルスモータードライブコントローラー

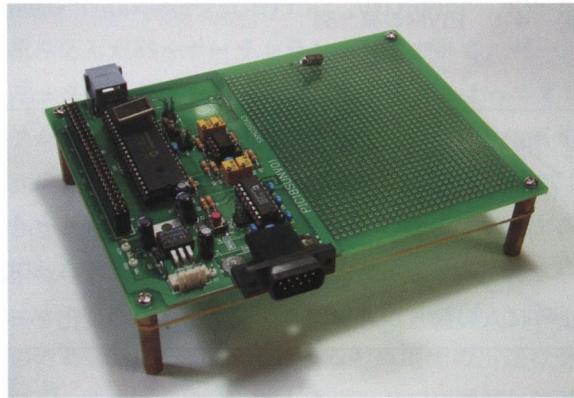


写真 9 センサーインターフェースコントローラー

(1) センサーインターフェース部

センサーは加速度センサー（X、Y 2 軸）2 入力とした。センサー部にVF（電圧周波数変換）ユニットをテスト的に組み込んで出力変化を音声で確認する回路を組み込んでみた。

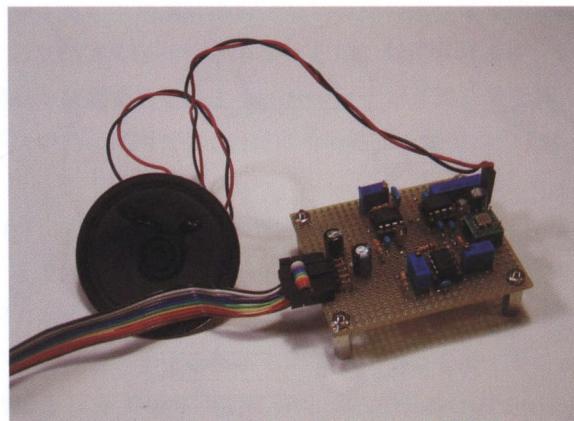


写真 10 センサー部

(2) CPUチップ

システムに何らかの反応動作をさせるためにはそのアルゴリズムに応じた出力をする為にソフト又はハードのみで処理出力をする必要がある。今回はセンサー入力とドライブ変換処理用にはマイクロチップ社のPIC18F452を使用し、モータードライバーコントロール用には

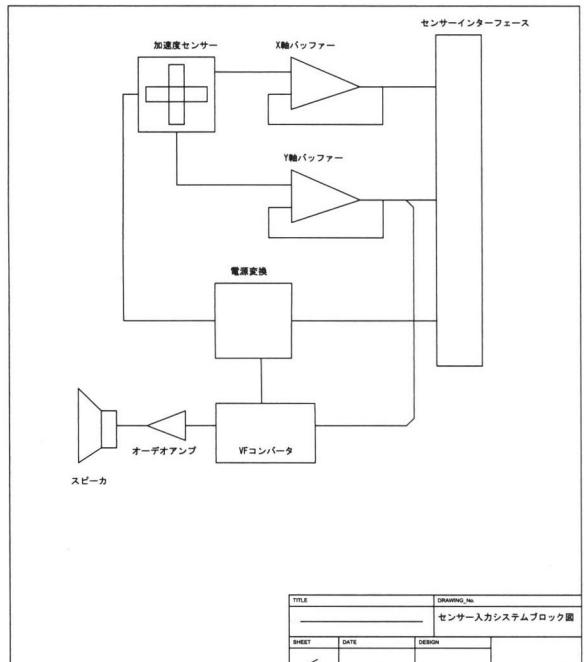


図 6 センサー入力システムブロック図

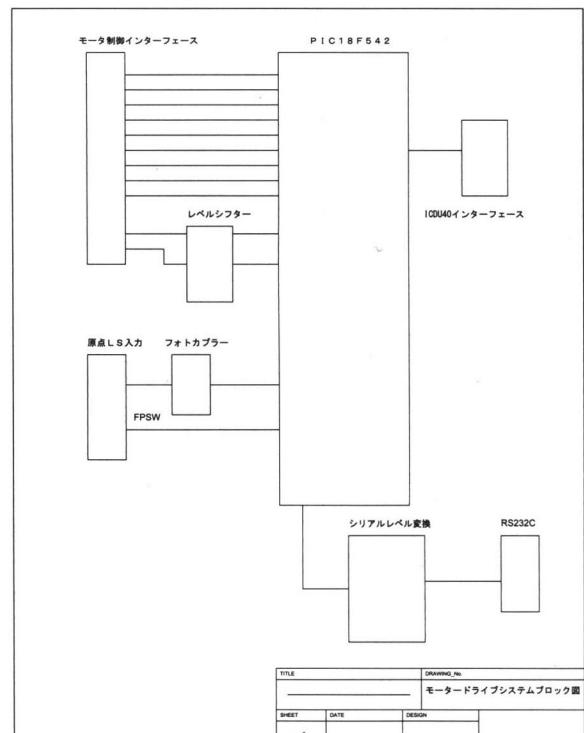


図 7 モータードライブシステムブロック図

PIC16F84Aを各1モーターごとに使用した。各々のブロック図、を以下に示す。今回はパルスモーターを使用するので9コントローラーとDCドライブ用にDCモータードライバコントローラーを製作した。各々のデータ交換はシリアル通信で行う。

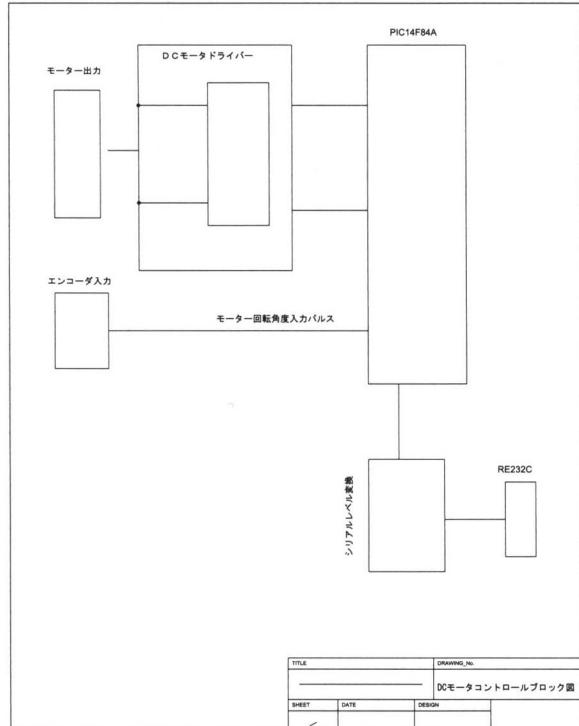


図 8 DCモータードライバコントロールシステムブロック図

(3) ソフト開発環境

マイコンチップなのでソフト製作とデバックが必要になる。従来のマイコンチップはアセンブラー（機械語）による開発が主であったが、今回も前回同様Cコンパイラーを使用する。またPCとUSBで接続されるCコンパイラーによるデバックも可能でオンボードプログラム（ICSP）も可能なICD-U40を使用する。以下が環境スペックである。

開発PC DELL Demention8200

Cコンパイラー PCWH CCS Inc

デバッカー ICD-U40 CCS Inc

CCS社のコンパイラーはマイクロチップ社のPICチップに特化したコンパイラーで少し慣れれば短時間での開発が可能となる統合環境を持つCコンパイラーである。

(4) ドライバーシステムへのデータ伝送

今回のインスタレーションシステムは人体につけた加

速度センサーからのデータを目的の動きになるよう演算処理して、最終的にモーターの回転方向と回転数（パルス数）をドライバーシステムへ伝達する。以下のコマンド、データを目的のモーターへシリアル出力する。次のフォーマット7バイト固定長である。

- 1 : STX
- 2 : ID 1バイト
- 3 : モーター CH 00H ~ FFH
- 4 : コマンド R: 右回転 L: 左回転 S: 停止
- 5 : データパルス数MSB バイナリデータ 00H ~ FFH
- 6 : データパルス数LSB バイナリデータ 00H ~ FFH
- 7 : ETX

(5) パルスモータードライブシステム部

上記のシリアルコマンドとデータを解析してモーターを駆動する信号を出力するシステムであるが、センサー入力システムで処理されたコマンド、データからモーター制御を行えるのでこれ等のソフトの負荷は重くない。但しストップ、スタート、ストップをする必要があるためこの処理はソフトのみでは十分ではなく下図ブロック図のようにハードウェアを使ってこれ等を実現した。またドライブ完了の信号もシリアルでの応答ではシステム的な応答が不充分なので、各モーターブロックにつき1ビットのハード的なREADY信号によりセンサー入力システムとのインターフェースを行った。

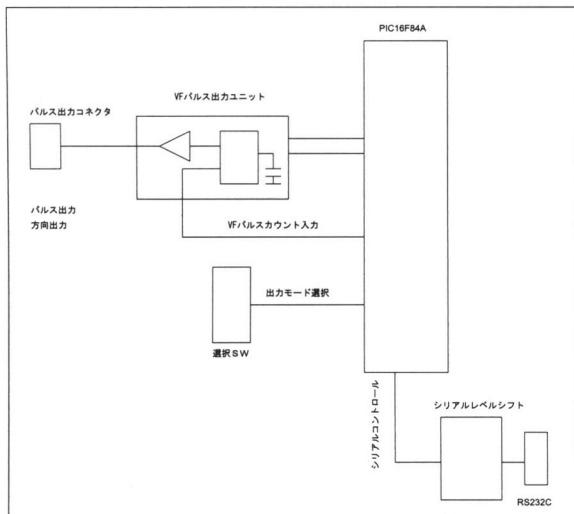


図 9 パルスモーターコントロールシステムブロック図

(6) DCモータードライブ部

センサー入力システムとのインターフェースはパルス

モーター、DCモーターとも共通であるが、ここでは本題であるDCドライブに関してパワーFETを用いた回路とその動作の基本タイミングについて述べる。

下図に在る様にモーターの回転を制御しなければ単一のFET又はトランジスターでモーターをON、OFFのみすればよいが、正逆転をさせるために極性を変化させる必要がある。



写真 11 DCモーターコントロールドライバPCB

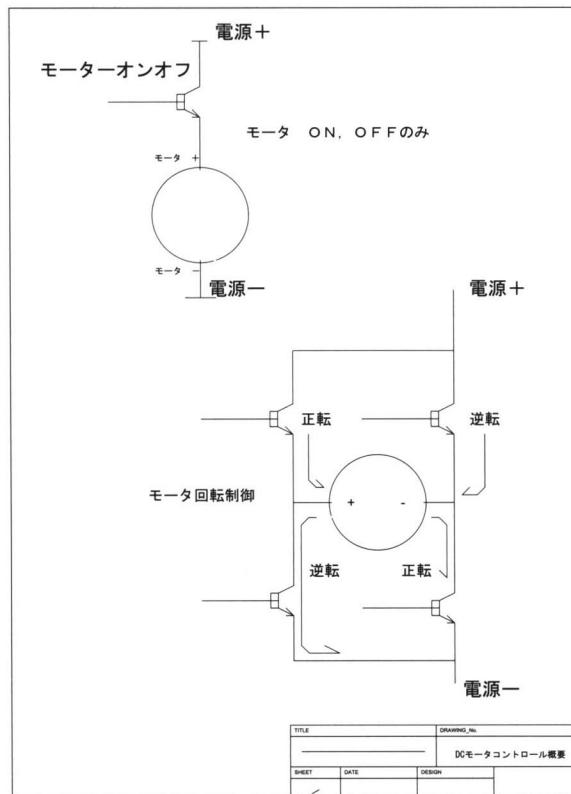


図 10 DCモーターコントロール概要図

この図15で4個あるFETを個別にコントロールすればモーターを制御できる。ここで使用しているFETのスペックは下表のとおりであるが最大電圧、電流等を注意

して選択する必要がある。また最初に述べたがモーターはコイル負荷なので逆起電力が発生する場合もあり、それらのサージ電圧やノイズ対策も必要である。何点か製作した回路の写真、基本スペックを記載しておく。

モータードライバースペック

| DCモータードライバー タイプ1 | | FET65000 |
|------------------|---------------|---------------------|
| 使用デバイス | FET | |
| | 2SJ377 | |
| | 2SK1132 | |
| | 2SK2231 | |
| 使用電圧 | DC 6 V 5 A | |
| | TTL、CMOSレベル信号 | |
| コントロール入力 | | CW、CCW、OPEN 2 BIT入力 |

| DCモータードライバー タイプ2 | | TRD850 |
|------------------|---------------|---------------------|
| 使用デバイス | トランジスター | |
| | 2SA1018 | |
| | 2SC1279 | |
| | 2SC1815 | |
| 使用電圧 | DC80V 50mA | |
| | TTL、CMOSレベル信号 | |
| コントロール入力 | | CW、CCW、OPEN 2 BIT入力 |

図 11 モータードライバー基本スペック表

(7) データの送信及び同期インターフェース

センサー入力システムとのインターフェースは動作指令がシリアルデータでドライバーシステムへ伝達される。ドライバ部の動作完了は各ドライバーのREADY信号ビットをセンサー入力システムへ返すことで行う。センサー入力システムはシリアルで指令を出した後は対応するビットを監視することでドライバーの処理正常終了を知ることが出来る。今回のシステムにはインテリジェントドライバーとして設計してあるが、動作エラーや負荷オーバー等の情報は考慮していない簡易的なものである。動作タイミングは以下のようになる。

システム動作タイミング コントローラ対 各モータドライバー

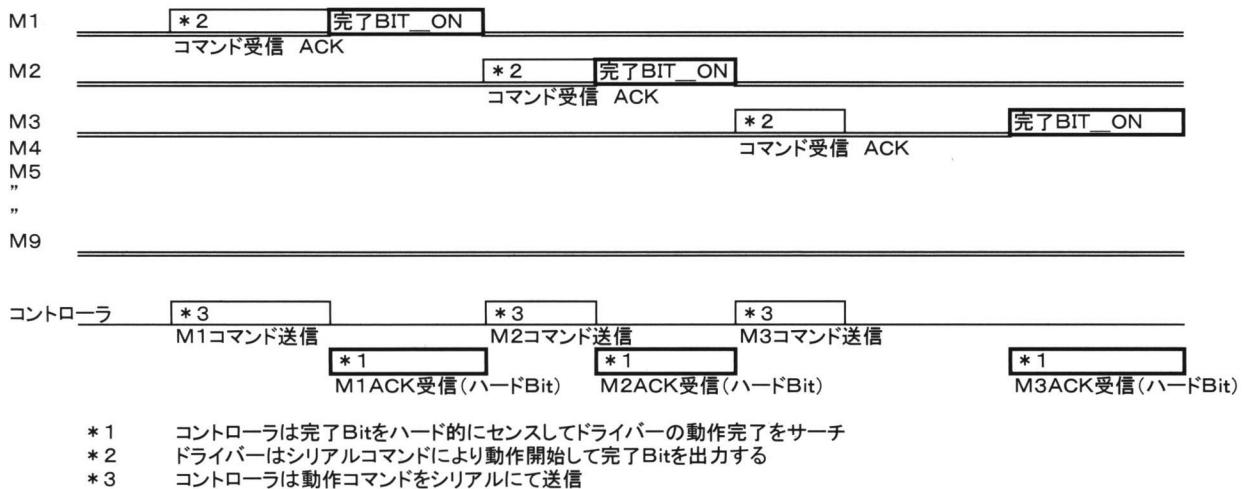


図 12 システム動作タイミング図

6. インスタレーションへの応用

今回のパワーシステムの特徴と開発目的はある程度インテリジェントな機能を持たせて通常よく使用するモーター、ランプ等のドライブを簡単なコマンドで制御できるものを試作し、作品の中でのコントロールの難易を評価してみることにあった。

インスタレーションにおいてPCを使用しさまざまなAPソフトで画像、音声などをを出力しながらセンサー入力や、ドライブ出力をコントロールしていく場合があり、この組み合わせでシステムを作るとほとんどのことが可能になるといつても過言ではない。

今回の製作ではモーターを使用し物体の上下をワイヤーでコントロールすることでソフトウェア表示だけではない実際のものの動きをテスト的に行ってみた。PCを使う方法もあったがドライブシステムの評価なので、物の実際の動きやドライブシステムの位置を明確にするために使用せず、ドライブコントローラ内部のコントロールソフトのみで動作させるファームと一部入力によるフィードバックを設けてみた。

制作が比較的大きなプロジェクト形式の分業で行われる場合は別であるが、表現したいコンセプトとその具体的な物を作ること、ものの質の高さなど一定のバ

ラスを保つのは容易ではない。ましてシステム部のコントロール方式や制御のためのアルゴリズム、ソフト開発なども進行の中でお互いに影響しあって進んでいく。それはトップダウン方式で進んでいたと思っていたら、結果的にボトムアップで、ボトルネックが自己のスキルであったということも間々ある。今回の試作も作業の中で例に漏れず初期の設計を変更せざるを得ないケースがあった。本来は開発という工程ではこの作業は総合デバッブという通過点なのである。が1台のみ作るので完成までのそのステップは自分の思いや制作とまとめ能力と環境の中で自由に変化する。それが良いかどうかは別な議論であるがシステムの基本は崩さず自由度のあるハード、ソフト構成をその中で試みてみた。具体的には以下のような方向内容になる。

- 1：コントロールのソフト(マイコンのファーム)は外部からのコマンドとは別個に自立してセンサー入力によるものを組み合わせて使えるようにする。
その切り替えはコマンド、スイッチなどによる。
- 2：ドライバーとパルスコントローラも別構成にし、ドライバーは信号入力のみで動作する。(ソフトを入れない)
- 3：パルスコントローラはコマンドによるインテリジェントタイプと、外部信号入力の両方を受けられるようにする。

4：メインのコントローラーはPCによるコマンドとドライバーへの出力コマンドを扱え、パルスコントローラーを経由しなくともドライバーへパルスを出力できる。このファームはコマンドにより書き換えできる。

最低条件によるインスタレーション動作イメージ図を以下に示すが、重力に逆らっている物体をワイヤーでコントロールするときの起動条件やリリース条件はこの執筆中はまだ未定である。現在の予定では9個の球をならべてそれぞれの動作と大きさに意味を持たせたものにする予定である。参考までに以下がタイトルと予定プログラムである。

1 タイトル：時の翼 球（間接）の動きを鳥の翼と一致させて飛翔感を表現出来ないか？

2 タイトル：タイムフラクタル 各々の球に時間の単位を上下動作で割り当てる。

CGなどを使えば割とスマートに出来るが、あえてもので挑戦してみる。

3 タイトル：静と動 コントローラーの最小分解能の動作を球に与えて人の感覚への刺激等の評価など。アイデアは出るが上記の3プログラムはぜひとも実

験したいし、9軸によるマリオネットコントロールも機会があれば評価してみたい。

7. 今後のシステムとの付き合い可能性等

球の上下をモーターで制御するのみの制御でも各ブロックをインテリジェントタイプにすると通信やドライブ方式など単純ではなく、作業量が多くなってくる。しかし各ブロックのシステム中の役割を明確にすることと統一した制御、ドライブ方式にすれば次のシステム製作時に有効利用できる。またドライブに関しては使用環境や動作時間などが経験として有効なデータを与えてくれる。

パワードライブそのものはアナログ的な技術である。インターフェースとしてすでに述べたようなものがあり、ドライブ素子（デバイス）そのものを安全に効率よく長寿命に使用するにはそれなりの経験とスキルが必要となる。最終目的として想定した使われ方をしていると理解されているときにも、システムがおられる環境は人の想像を超えたところになることが多い。おられる環境によって、電気的なドライブそのものも対応すべき内容が変わってくる。インタラクティブなシステムであればなおさらである。技術者（アーテスト）の製作表現はその理解、想定を超えたところでのシステムとの付き合いになり経験しつつ一步歩進むという内容方法になる。現象の再現、確認、理解、判断、修正対応、再確認という流れに当事者は付き合わざるを得ない。今回のワイヤードライブコントローラーの最終出力は当然ワイヤーの移動による物体の上下動作をコントロールすることである。しかしただ上下するだけでなく物体の動きが鑑賞者の何かに印象を与えなくては意味がない。たとえば空中に浮いている物体が上昇する時と下降するときの初動力と加速度は異なるはずである。日常の中で繰り返し観察しているものの動きの記憶は目前の視覚的な意味合いだけでも人に安定感も与えるし、不安定、不快感も与えられる。またモーターをドライブすれば副次的に動作音が発生して音響的なところから人に感覚や感情をあたえるであろう。

具体的な物を扱えるシステム（メカ）と制御系が組み合わされて基本動作を双方で確認できていればそれら

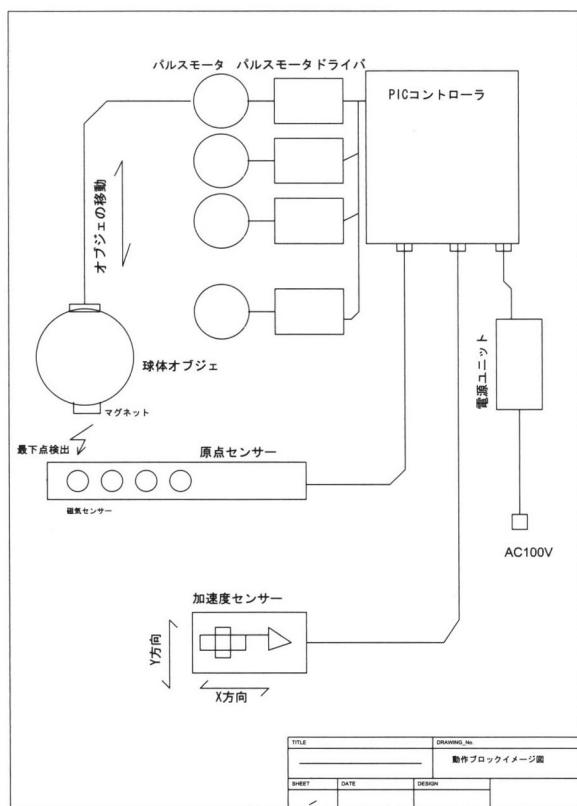


図 13 インスタレーション動作イメージ図

を最終的にどう動かすかというのは内蔵しているソフト(ファームウェア)によって行え、また外部からの指令でも行える。ソフトウェアの自由度の高さにより最終的な表現をコントロールできればその後はアイデアとシステムアチックに組み立てられたロジックと感性によるフェードバックで自己表現を十分出来ることになる。

8. 終わりに

今回のインスタレーション作品はパワードライブとしたためメカ(モーター制御)など電気制御とメカ部も含めたものになった。メカニズムに関しては記載しなかつたが作品製作に関しては切っても切れない関係である。メカトロニクスという言葉があるように相互に連携がありひとつの技術でもある。

写真は本システムを使用したインスタレーションの装置と会場風景である。それらに対する反省情報や今後の課題等の発表の機会も持ちたいと思う。参考までに制作アイデア時のシステムのイメージ画像を(CGで製作)掲載するが、システムの外観はかなり初期のイメージ設計に近いものが出来たと思える。CGの能力を評価するものである。またメカに関しては機構設計の各氏にアドバイスを頂いた。また一緒に製作作業を行った映像コースの皆様やシステムPCBの制作デバックに御協力くださった各氏に今回も時間を惜しまぬ協力を頂いた。ここに謝辞としての言葉を締めくくりとして伝えたい。

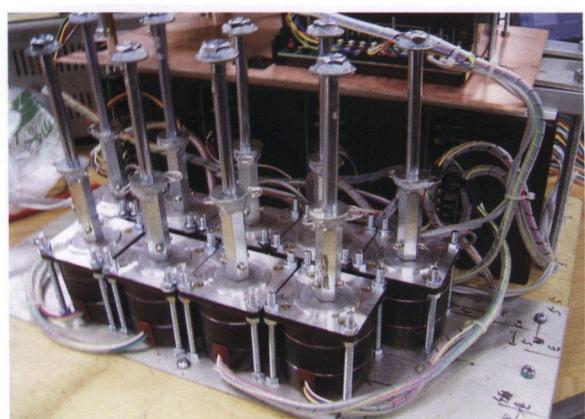


写真 12 装置ワイヤー駆動部



写真 13 会場風景 (芸工大インスタ展)

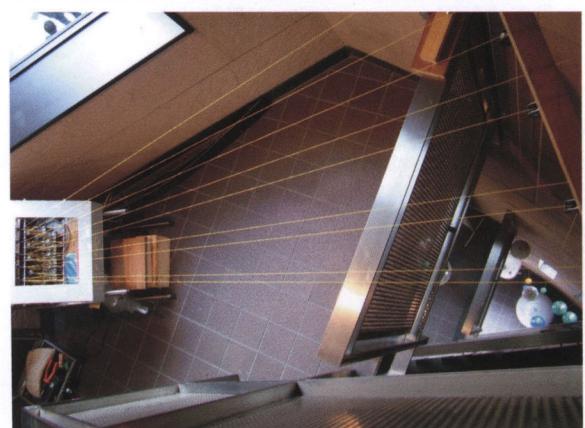
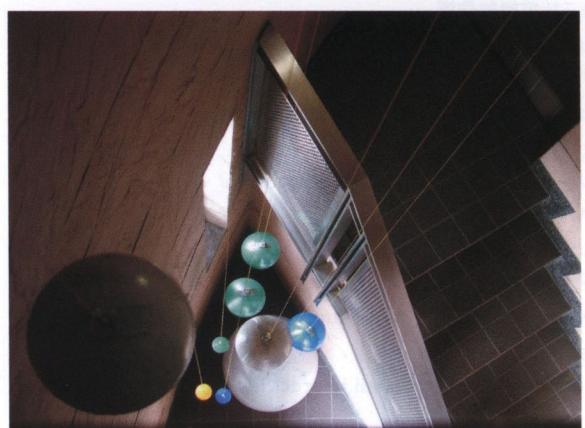


写真 14 会場風景 (水戸 天地人2)

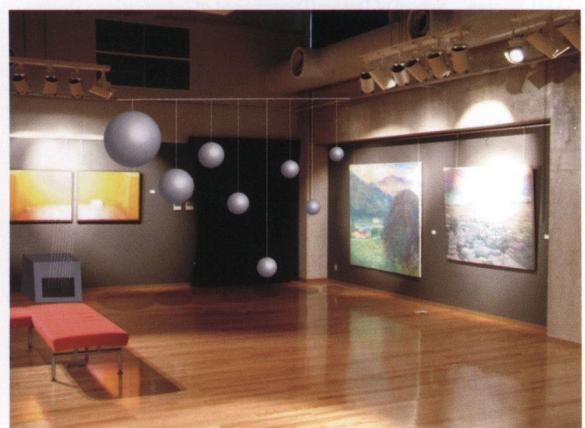


写真 15 初期イメージ画像 (CG)

<参考>パワー・デバイスの各半導体メーカー例

日立

<http://www.pi.hitachi.co.jp/ps/>

パワーエレクトロニクス研究センター

http://www.aist.go.jp/aist_j/organization/research_center/perc/perc_main.html

三菱電機

<http://www.mitsubishichips.com/Japan/products/power/>

オリジン電気(株)

<http://www.origin.co.jp/>

サンケン電気(株)

<http://www.sanken-ele.co.jp/>

(株)三社電機製作所

<http://www.sansha.co.jp/official/products/index.html>

富士電機

http://www.fujielectric.co.jp/fdt/scd/prod_pm.html

松下電器

<http://panasonic.co.jp/semicon/products/>

SANYO

<http://www.semic.sanyo.co.jp/>

SHARP

<http://www.sharp.co.jp/products/device/npi/pto.html>

Kyocera

<http://www.kyocera-chemi.jp/prdct/list/mcse/power.html>

その他参考URL

2005・11現在

マイクロチップ社 PICマイコンチップ

<http://www.microchip.co.jp/>

CCS INC Cコンパイラ

<http://www.ccsinfo.com/Contactinfo.shtml>

日本規格協会 各種規格

<http://www.jsa.or.jp/>

東北総合通信局 電波法

<http://www.ttb.go.jp/>

執筆者

野上 文天 デザイン工学部 情報デザイン学科

NOGAMI Bunten School of Design/Department of informatique Design

非常勤講師

Part-time Lecturer