

イーサネット・シリアル変換マルチプレクサの製作

東京大学物性研究所 低温液化室 土屋 光、鷲山 玲子

はじめに

液体ヘリウムを使用する研究室には、原則としてヘリウムガスを100%回収してもらうことになっている。しかし、現在は全体で80%程度の回収率でしかない。「全体で・・・」というのは、各回収口に流量計はついているが、様々な理由により研究室毎に回収率を算出することが難しいからである。

一つの理由として、多数の流量計の値を読みとる必要があるということがあげられる。理由は、他にもあるがここでは割愛する。

ヘリウムガス回収率の向上は、研究費や資源の問題などから重要なことである。利用者が、回収率の向上に興味を抱く為には、回収率により価格が変わるとというのが一番の薬だろう。そこで、研究室毎に回収率を算出することを目指して、各回収口に設置されている流量計の自動集計化を本格的に考えてみた。

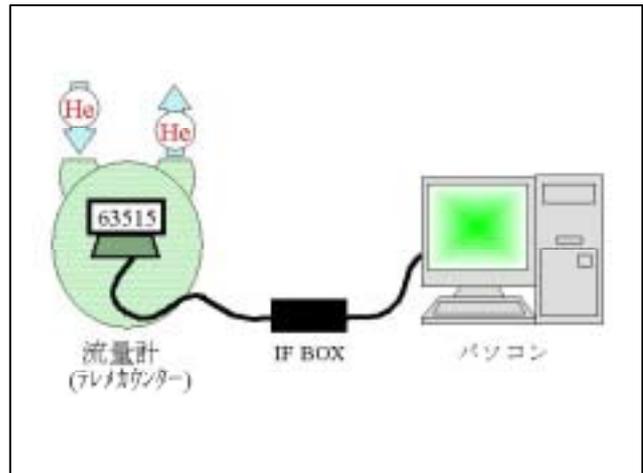
マルチプレクサの必要性

まず、各回収口に設置してある流量計についてみる。

それぞれの流量計には、テレメカウンターというものが付けてあり、それをIF BOX を介してパソコンと接続することにより、現在の流量計の値を知ることができる(図・1参照)。

接続さえすれば、すぐにでもパソコンによるデータの取り込みをすることができるが、手元にあるソフトでは、1対1でしか通信ができないようになっている。また、この接続の仕方では、パソコン1台に対して流量計をシリアルポート分だけしか接続することができない。ちなみに、最近のPCだと標準でシリアルポートが1個しかない(少し前でも2個)、一部屋に1個しか流量計がない場合は問題ないが、複数ある場合には、拡張ボードなどが必要になったり、もう1台パソコンが必要になったりする可能性がある。

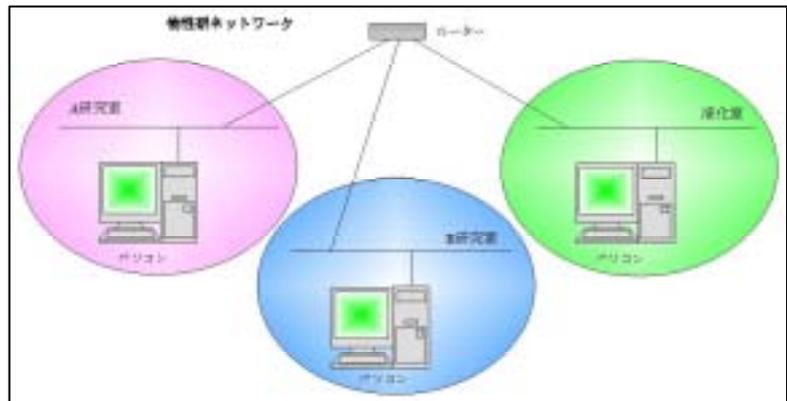
そこで、1つのパソコンでより多くの流量計を監視する為に、マルチプレクサが必要になる。市販されているマルチプレクサは、数万から十数万円程度する高価なものである(表・1参照)。



図・1 テレメカウンターとパソコンの接続

ネットワークの利用

各部屋にパソコンを設置し収集したデータは、液化室にあるパソコン(ホストコンピュータ)に集め、回収率の計算などに利用される。その際、パソコン同士の接続は、所内に張り巡らされているLANを使うのが便利である(図・2参照)。また、LANを利用して通信をするという観点からもマルチプレクサによるパソコンの少数化は必須である(IPアドレスの数の問題)。



図・2 LAN

LAN - シリアル変換

シリアルマルチプレクサが市販されていることは前に述べたが、これをちょっと調べてみた。すると、「シリアル 1 個 シリアル複数」というものや「イーサネット シリアル複数」というものがある。

の場合、液化室のパソコンと通信する為に、研究室側にもパソコンを設置する必要があるが、の場合なら研究室側にパソコンは必要なく、液化室のパソコンで直接流量計を監視することができる。ということは、研究室側にはイーサネット・シリアル変換をしてくれるマルチプレクサがあれば、パソコンのメンテナンスなどの煩わしいことが一切無くなる。

マルチプレクサの値段を表・1 に示す。結構なお値段である。一昔前(もう少し前?)だと、パソコンよりも安いのが最近パソコンも数万あれば購入できるので、コストを考えるとパソコンの方が安くなる可能性もある。

表・1 マルチプレクサ、プロトコルコンバータなどの値段

製 品	シリアルチャンネル	価 格(定価)
多チャンネルマルチプレクサ DMX300 シリーズ (DataLink 社 ¹⁾)	1:3 ~ 1:39 まで 7 種類	18 万 ~ 144 万円 程度
イーサネット・2(6)チャンネル シリアル プロトコル コンバータ E-net M シリーズ (DataLink 社)	2 or 6	20 万円 ~ 30 万円 程度
2 チャンネル RS232C・イーサネット プロトコル コンバータ E-net 100R (DataLink 社)	2	8 万円程度
イーサネット・RS-232C プロトコル コンバータ E-net AR (DataLink 社)	1	14 万程度
PIC Network Interface Card kit PICNIC Ver.2 (有限会社トライステート ²⁾)	1	7,300 円 秋月電子通商 ³⁾

価格などは、2002/07/04 Web 上で検索

表・1 以外にも市販されている物は色々あるが、5チャンネルくらいのもので6万円前後する。

市販品は、シリアルの設定(ボーレート、データ長、パリティなど)が色々変えられたりして高機能なのだが、我々の場合には、用途は決まっているので市販品ほど高機能である必要がない。

表・2 PICNIC 仕様

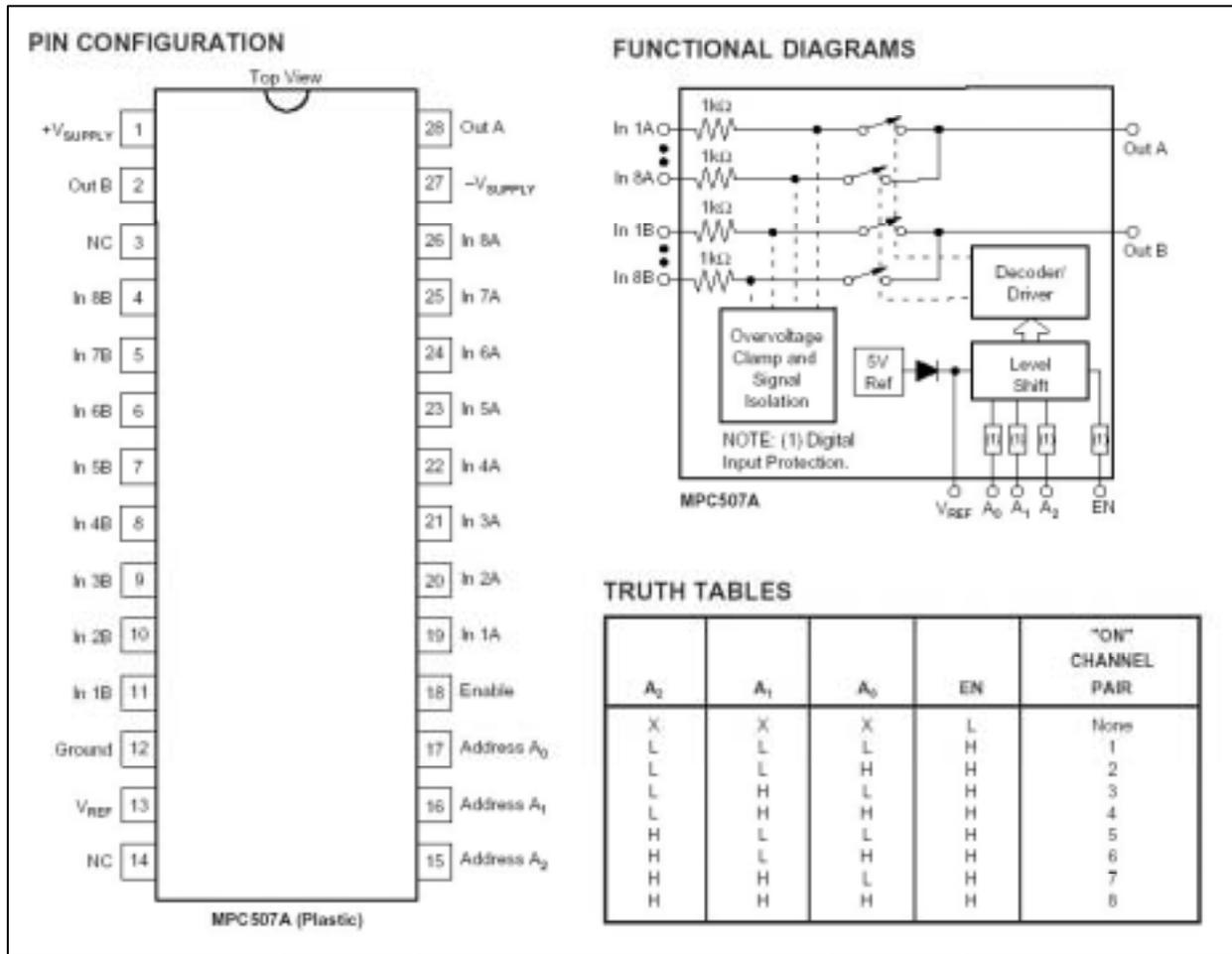
通信方式	Ethernet 10BaseT	
I / F	アナログ	入力 4ch 温度センサ用 1ch
	デジタル	出力 4ch、入力 4ch * PC 側プログラムにより入出力構成を変更可能
	シリアル	入出力 1ch (フロー制御無し)
RS-232C 通信速度	9,600bps ~ 115,200bps	
通信バッファ	約 16K バイト	

マルチプレクサの開発

以上のことから、マルチプレクサを自分で作った方が安価にできると思い開発することにした。

イーサネット・シリアル変換には、トライステート社の PICNIC Ver2.0 を使用し、マルチプレクサ部は、専用 IC を使用して回路を自作することにした。PICNIC の仕様及び専用 IC (MPC507A、BURR-BROWN 社) の仕様を表・2、図・3 に示す。

回路構成は、PICNIC (図・4 参照) をイーサネット・シリアル変換器として使用し、PICNIC のシリアルポートを専用 IC で多重化するというものである。マルチプレクサ部の回路図を図・5 に示す。



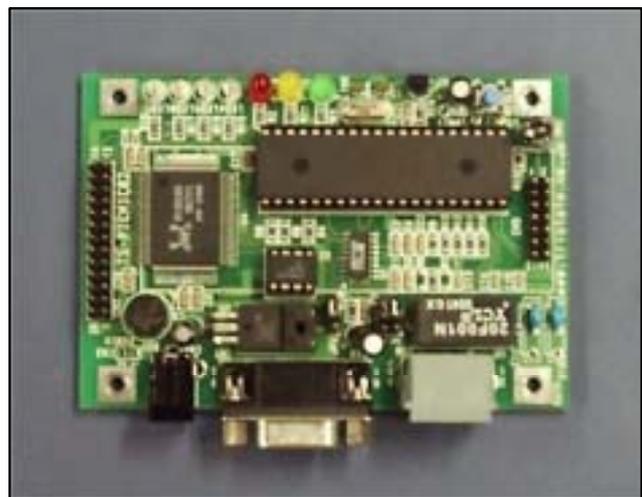
図・3 MPC507A (Differential 8-Channel CMOS ANALOG MULTIPLEXER)

専用 IC の切替用の信号には、PICNIC のデジタルアウトを 4 チャンネル使用し、任意のチャンネル (MPC507A の場合は 8 Ch) への切替ができるようになっている。また、IC の電源は、PICNIC の CN2 からの + 5 V 出力を使用し、単電源で動作させている。

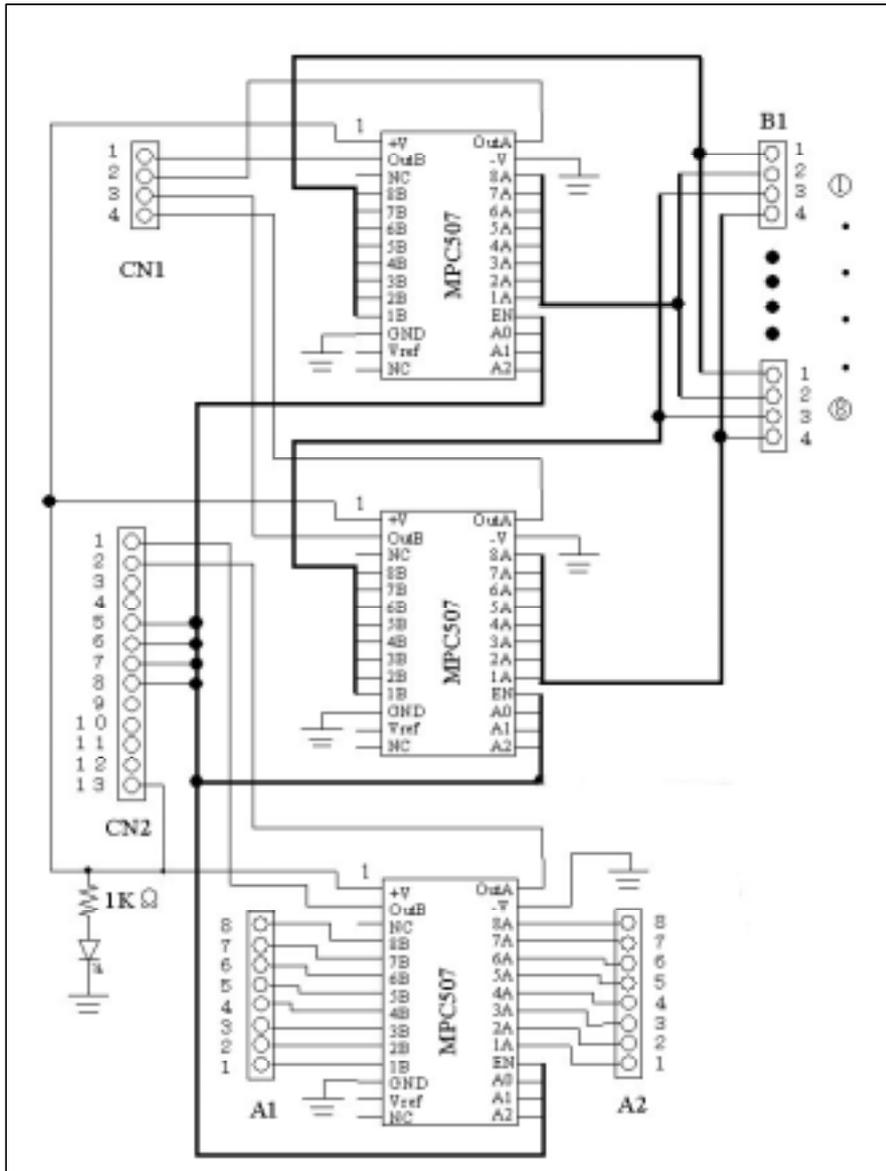
PICNIC には、アナログ入力 (4ch) も用意されているので、そのうちの 2 チャンネル分を使用し純度計などの信号を入力できるようにした。2 チャンネルにしたのは、MPC507A が 2 系統のマルチプレクサをもっているの、IC を 1 個追加するだけで済むからである。また、マルチプレクサカードの基板サイズを PICNIC と同じサイズにする為には、これ以上部品点数を増やす訳にはいかなかったからである。

マルチプレクサカードの配線パターンは、CAD ソフトを使って描いた。基板サイズが 100mm × 70mm と小さいことと PICNIC との接続用のコネクタの位置が決まっていることから配線が複雑になった。

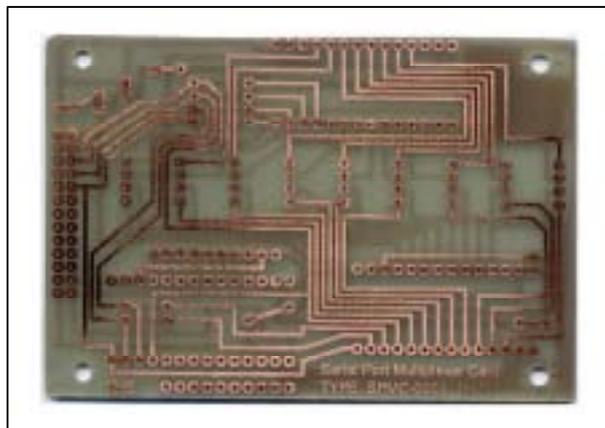
配線パターンが決まった後は、両面感光基板を使い、パターンの露光 現象 エッチング 穴あけという手順で基板を作成した (図・6 参照)。



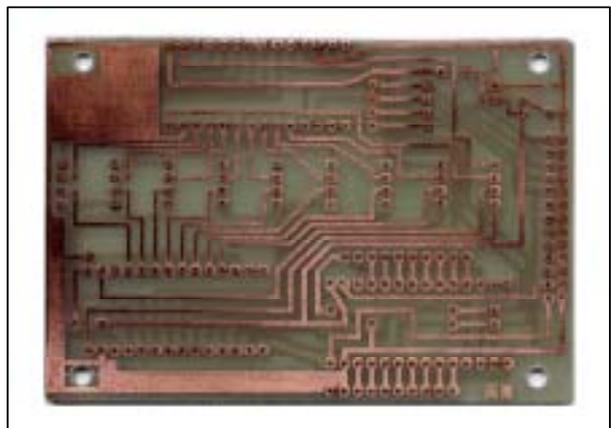
図・4 PICNIC 外観



図・5 Serial Port Multiplexer Card 回路図



基板表



基板裏

図・6 基板パターン

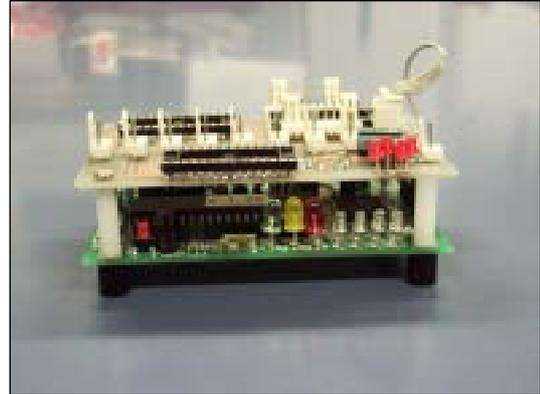
組み立て

基板が出来上がったら、後は部品を半田付けするだけである。

PICNIC もキット⁴⁾なので、組み立てなければならないが、マルチプレクサカードとの接続を考慮して組み立てる必要がある。実際には、2つのコネクタをキット付属のものとは別（1つは無し）にする必要があり、このようにするとマルチプレクサカードと PICNIC を重ねて接続することができる（図・7 参照）。
2枚のカードを重ねることで、基板寸法を W100mm × D70mm × H50mm（部品、スペーサー含む）程度にすることができる。

ケースは、コネクタ（シリアル8個、アナログ入力用2個）や電源LED、電源プラグ、イーサネットコネクタなどを適切に配置し、CO-80D⁵⁾（W110mm × D170mm × H80mm）を使用することにした。

製品外観などを図・8 に示す。



図・7 試作2号マルチプレクサカードとPICNIC



全 体



正 面



後 面



内 部

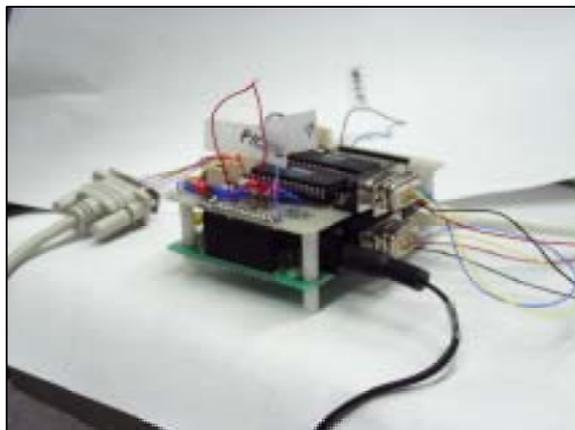
図・8 製品外観など

テストなど

マルチプレクサは、3世代あり、1つめは穴あき基板を使いリード線で部品を接続したものである。これは、専用ICが単電源で動かすことができるのかどうかをテストするのが主な目的であった。これにより専用ICの単電源動作が確認でき、PICNICからの電源供給だけで動作させることが可能であることがわかった。また、PICNICとの通信、テレメカOUNTER⁶⁾との通信も問題ないことが分かった。ただ、1点のみ問題が残ってしまった。

2つめは、両面感光基板を使い、CADで描いた配線パターンを露光、エッチングすることにより、1つめよりスッキリとしたカードを作ることができた。しかし、配線ミスが発覚。また、1つめと同じ問題も発生した。そこで、デジタル出力をPICNICのデフォルト設定で出力になっているポートを使用することにした。

配線ミスとデジタル出力ポートの修正をしてテストしたところ、1つめから続いている問題が解決し、この回路で何の問題もなく動作することが分かった。また、信号確認用のLEDなども必要ないことが分かり、部品点数が減らせることと、配線が少し簡単にできることになった。



図・9 最初の試作器

今までのことを踏まえ、配線パターンの検討をした結果、2つめで必要だったジャンパーも要らなくなり、回路製作の手間の軽減になった。最終的な配線パターンは、図・6のとおりである。

この基板を使い最終試作器を作り、最終テストをした。テスト結果は良好で、シリアルポートもアナログポートも何の問題もなく使用できることが確認できた。

マルチプレクサの開発中に行った動作テストは、全て鷺山技官がテストプログラムを作り、行ったものである。

最後に

このイーサネット・シリアル変換マルチプレクサは、流量計監視の為に開発した物であり、多数必要になる為、製品として三協電精株式会社⁷⁾に製作依頼する。その際には、市販のケースではなく、ちょうど良いサイズの特注ケースを使い、試作器よりも少し小さいサイズにする。

また、この装置は、イーサネット経由でシリアルポートを8チャンネル使用することができるので、多少離れている場所で複数のシリアル機器を使いたい場合には、重宝するのではないかと思います。

参考

- 1) データリンク株式会社 ホームページ：<http://www.data-link.co.jp/>
- 2) 有限会社トライステート ホームページ：<http://www.tristate.ne.jp/picnic.htm>
- 3) 秋月電子通商 ホームページ：<http://www.akizuki.ne.jp/>
- 4) PICNINCには、完成品もあります。秋月電子通商、または、有限会社トライステート参照。
- 5) IDEAL 摂津金属工業株式会社 ホームページ：<http://www.settsu.co.jp/html/MainMenu.htm>
- 6) テレメカOUNTER 流量計積算値読み取りの為に装置。テレメカOUNTERとパソコンの接続には、IF BOXが必要。
- 7) 三協電精株式会社 TEL:03-3834-1276