

マイコンキットドットコムの「MK-327 12 個の LED で方向表示！目標方向の設定と方向データ出力可能！電子コンパスキット」は磁気センサー「HMC5883L」（ハネウェル社製）を使用し、12 個の LED で方向を示す電子コンパスキットです。

設定した目標方向の LED を点滅させることで、目標方向からのずれを確認できる機能を搭載しているため、設定した目標方向の目的地に点滅する LED を見ながら進むことができます。さらにリレー駆動機能を搭載しているためフォトリレーと抵抗などを別途購入し、取り付ければ、設定した目標方向でリレーを駆動させ、アラームの駆動や LED を点灯させることもできます。その逆に設定した方向から外れるとリレーを駆動させ、アラームの駆動や LED を点灯させることもできます。同時に方向データ（基板上の矢印からの角度）を 9600bps で常に出力しているのですさまざまな用途に利用できます。

極めて小さい磁気センサー IC「HMC5883L」は小型の基板にすでにハンダ付けされているので、初心者でも簡単に組み立てることができます。

特長：

- 12 個の LED で北方向を示す。LED1 個で 45 度の範囲を示す。
- 磁気センサー「HMC5883L」を使用（小型基板に実装済み）
- 設定した目標方向の LED を点滅
- 方向データ（基板上の矢印方向の角度）を常に 9600bps で出力
- 測定環境の磁界に合わせるために校正可能
- 設定した方向データと校正データは不揮発性メモリに記録するために電源をオフにしても消えない
- フォトリレーと抵抗を取り付ければ設定した方向でリレーを駆動させ、アラームの駆動や LED を点灯させることが可能

仕様と機能：

電源電圧範囲	約 DC3.6V から DC5.5V。単三乾電池 3 本用の電池ボックス（4.5V 相当）が付属
電源接続コネクタ	2 極のターミナルブロック搭載。◆注意：付属の電池ボックスは 2 極のターミナルブロックに極性に注意して取付けて使用してください。
消費電流	約 6mA
北方向の表示	12 個の LED で北方向を示します。LED1 個で約 45 度の範囲を示すので北方向が各 LED の間にある場合、2 つの LED が点灯します。
校正機能	使用する場所により磁気、磁界が異なるため磁気センサーの出力値を校正する必要があります。CAL スイッチを押して校正します。
方向データ出力	方向データ（基板上の矢印からの角度）を 9600bps で常に出力しています。9600bps、パリティなし、データ 8 ビット、ストップビット 1、フロー制御なしの設定。
目標方向設定機能	目的地（ターゲット）や希望する方向を設定すれば、その方向を常に示すことができます。SET スイッチを押して設定します。
リレー駆動機能	フォトリレー（TLP222A など。フォトカプラも実装可能）とその駆動用抵抗と出力用のターミナルブロックを取り付けることで、設定した方向に矢印が一致したときにリレーを駆動し、そのリレー出力に取り付けた電子装置（アラームや LED）のスイッチをオンにすることができます。
リレー駆動モード設定	設定した方向で駆動されるリレーが駆動（オン）されるか、あるいは、逆に駆動しない（オフ）か、を設定することができます。

使用方法：

1. **電源接続：** ターミナルブロック（ネジ式の端子）に付属の電池ボックス（単三乾電池 3 本用。電池は付属しません）を極性に注意して接続する（黒色をグランド「GND」に、赤色を「3-5V」と印字されたプラス側の端子に接続します。または、5V 出力の AC アダプタをターミナルブロックに接続してください（AC アダプタは付属しません）。

2. **電源オン：** 電源スイッチを ON 側にスライドする。

◆注意：このまま状態で使用可能ですが、使用する環境で磁界、磁力が異なるので「CAL スイッチを押して校正」することをおすすめします。より正しく方向を検出できます。

3. **北方向の表示：** 12 個の LED で北方向を示します。LED1 個で約 45 度の範囲を示すので北方向が各 LED の間にある場合、2 つの LED が点灯します。

4. **校正：** 使用する場所により磁気、磁界が異なるため磁気センサーの出力値を校正する必要があります。CAL スイッチを押して校正します。CAL スイッチを押したあと、装置を回転させるか、あるいは左右上下方向を垂直にして、約 10 秒間で校正します。0 度位置の LED が 2 回点滅し、校正開始を示します。

校正中は LED がゆっくと 3 周し、校正中であることを示します。この時間に装置をゆっくと 360 度回す、か左右前後をそれぞれ下にして垂直にたててください（使用例のビデオ参照）。約 10 秒後に校正データを記録します。同時に LED が 3 回点滅し、校正を終了したことを示します。校正終了後、校正データは自動的にマイコン内部の不揮発性メモリ（電源をオフにしても消えない）に記録されます。

3. **目標方向の設定：** 目的地（ターゲット）や希望する方向を設定すれば、その目標方向を点滅した LED で常に示します。

SET スイッチを押して設定します。プリント基板の矢印マーク（プリント基板写真参照）を設定する方向に向けて SET スイッチを押します。0 度位置の LED が 2 回点滅し、設定の完了を示します。方向が設定されているときはその方向の LED が点滅します。たとえば現在の位置から山小屋に向かう場合に、MK-327 が示す北と地図の北をあわせ、山小屋方向にプリント基板の矢印を一致させ、SET スイッチを押します。その後は常に山小屋の方向の LED が点滅します。

目標方向の設定を解除するときは再度 SET スイッチを押します。0 度位置の LED が 3 回点滅し、設定を解除したことを示します。設定された目標方向とプリント基板の矢印が一致したときにフォトリレー（実装していれば。部品は付属しません）を駆動します。

設定された目標方向データは自動的にマイコン内部の不揮発性メモリ（電源をオフにしても消えない）に記録されます。

4. **リレー駆動モードの設定：** 設定した方向で駆動されるリレーが駆動（オン）されるか、あるいは、逆に駆動しない（オフ）か、を設定することができます。

工場出荷時は矢印が設定した方向と一致した場合にリレーが駆動されます（リレーオンモード）。SET スイッチを押しながら電源をオンにすると、リレーは常に駆動され、矢印が設定した方向と一致した場合にリレーがオフとなります（リレーオフモード）。このとき 180 度の位置の LED が 2 回点滅し、リレーオフモードであることを示します。リレーオフモードのときに SET スイッチを押しながら電源をオンにすると、リレーオンモードに切り替わり、同時に 180 度の位置の LED が 1 回点滅し、リレーオンモードに設定されたことを示します。リレーオフモードは固定した装置の方向がずれたことを知りたい場合などに使えます。

リレーの動作モードは不揮発性メモリに記録されるので電源をオフにしても設定は消えません。

5. **方向データの出力：** 9600bps で常に方向データをシリアルデータとして 6 番ピン（C4 ポート）から出力しています。**注意！出力コネクタや出力用の端子はありません。使用時は直接マイコン IC(U2)の 6 番ピンから取り出してください。**「MK-205 RS232C レベル変換キット」を使用して電圧レベルを RS232 に合わせれば PC で方向データを確認、記録することもできます。データは左から「X 軸のデータ」、「Y 軸のデータ」、「Z 軸のデータ」、「X 軸の補正データ」、「Y 軸の補正データ」、「矢印が北を向いたときの値をゼロとした時計まわり方向の角度データ」の順に出力しています（4 ページの写真を参照）。PC 側の設定は、9600bps、パ

マイコンキットと電子工作キットの通販ショップ
マイコンキットドットコム
www.MYCOMKITS.com

リティーなし、データ8ビット、ストップビット1、フロー制御なし、と設定してください。

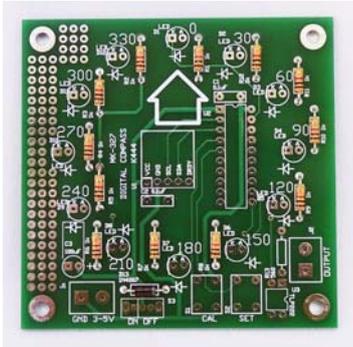
組み立て：

組み立てる前に、部品リストの部品が入っているか確認してください。製作時は、製品ページの製作例や右の写真を参照してください。

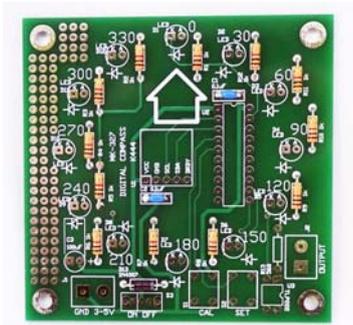
基本的に背の低い部品（抵抗）からハンダ付けしてください。次に、背の高い部品（0.1 μ Fのコンデンサー、LEDの順番）をハンダ付けします。極性のある部品はその極性に注意してハンダ付けしてください。LEDのカソード（LEDのリード線が短い）とPCBのシルク印刷のフラットな線を一致させて、ハンダ付けしてください（カソード側には「K」の印字もあります）。

電解コンデンサーのリード線の長いほうがプラスです。プリント基板に「+」の印字がある穴に挿入してください。

◆抵抗とダイオードの実装： 注意・・・ダイオード(D13)には極性（向きがありますので注意してください。素子に白い線が印字されているリードがカソードです）。ダイオードD13は電源接続時の極性誤りによる装置の保護用です。しかし電圧を約0.6V低下させるので必要なければ削除し、抵抗のリード線の切れ端などで短絡してください。



◆0.1 μ Fコンデンサーの実装：



◆磁気センサーの実装：

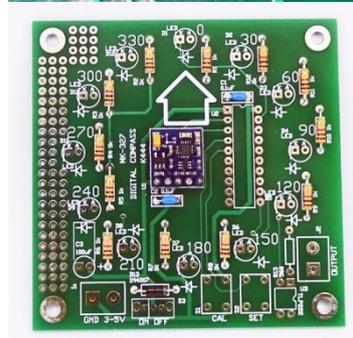
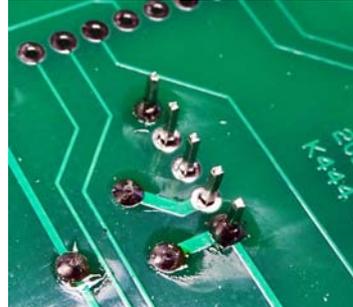
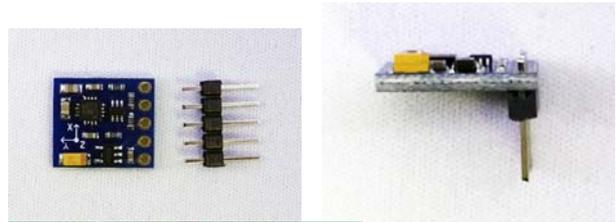
磁気センサーICがあらかじめ実装された小型の磁気センサーボードに5ピンのピンヘッダをハンダ付けします。

手順：

1. 小型ボードの裏面（ハンダ面）からピンヘッダの短いピンを挿入する
2. まだ小型ボードにはハンダせず、そのまま本体のプリント基板に実装し、裏側を向けて、本体のボードにハンダ付けする。
3. 最後に、小型ボードの上面でピンヘッダをハンダ付けする。

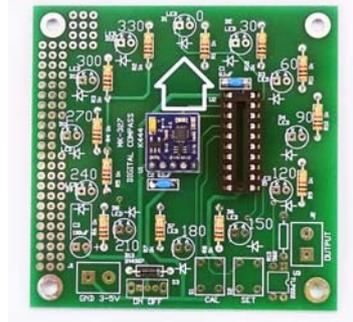
注意：小型ボードにできるだけ垂直にピンヘッダをハンダ付けしてください。測定した磁力データの値がボードの傾きによって少し変化します。しかし、「校正機能」により影響はなくなりますので傾いて実装しても問題はありません。

MK-327 12個のLEDで方向表示！目標方向の設定と方向データ出力可能！電子コンパスキット



◆ICソケットの実装：

注意！向きに注意してハンダ付けしてください。ICソケットのくぼみとプリント基板上のくぼみのついた印字とを合わせます。

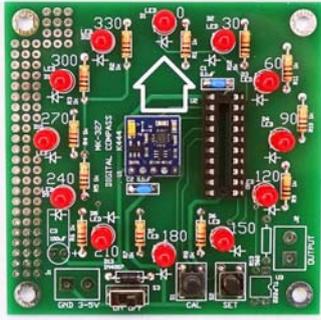
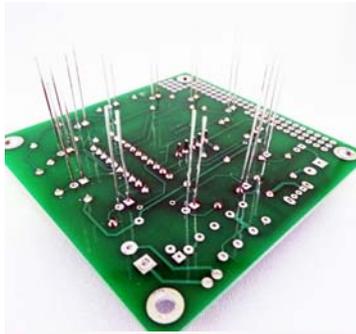


◆LEDの実装

注意：LEDには極性があります。リード線の長いほうがアノード（プラス側）です。プリント基板に「A」の印字がある穴に挿入してください。アノード側のハンダランドの形状は丸く、カソード側のハンダランドは四角です。誤るとLEDが壊れます。写真のように挿入し、1本のリード線だけをハンダ付けして、極性に誤りがないか再度ハンダ面からリード線の長さやハンダランドの形状を確認してください。

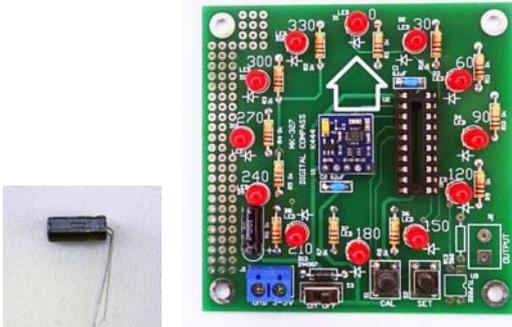
また、1本だけハンダ付けすることでLEDの向き（ななめに実装されていないか）を確認し、調整し、最後にハンダ付けしてください。注意：ケースに入れる場合は「LEDスペーサー」などでLEDを適当な高さ上げて実装すると良いかもしれません。

LEDの実装後にスライドスイッチとタクトスイッチ2個をハンダ付けします。



◆電解コンデンサの実装：

そのまま立てて実装することもできますが、リード線を写真のように約90度に曲げてから実装するとじゃまになりません。写真では曲げて実装しています。



◆方向データの取り出し線の接続（オプション）：

マイコンIC(U2)の6番ピンに適切なビニール電線で電線をハンダ付けし、データを取り出します。電圧レベルは使用している電源電圧に依存します。したがって、単三乾電池3本であれば、おおむねハイレベルが4V程度となります。**注意！出力コネクタや出力用の端子はありません。使用時は直接マイコンIC(U2)の6番ピンから取り出してください(5ページの接続例の写真参照)。**「MK-205 RS232Cレベル変換キット」を使用して電圧レベルをRS232Cに合わせればPCで方向データを確認、記録することもできます(注意：出力信号、5V、グラウンドの合計3本接続必要)。

◆リレー回路の実装（オプション。部品は付属しません）：

リレーを取り付ければ設定した目標方向とプリント基板上の矢印が一致したときに外部のアラームを駆動したり、LEDを点滅させることができます。4ピンのフォトリレー「TLP222A」や4ピンのフォトカプラを実装することができます。560Ω (1/4W) 抵抗をR13位置に挿入し、フォトリレーまたはフォトカプラをU3位置に実装し、出力コネクタ(2極のターミナルブロック)をJ2に実装します。

各部品の取り付け方法、PCBのシルク印刷の見方、抵抗値の読み方などは、WEB上の「電子工作便利ノート」を参照してください。

トラブルシューティング(動かない場合)：

回路が動作しない場合は、90%近くの可能性でハンダ付け不良が原因です。明るい照明の下で、ハンダ付け部分を確認してください。次にすべての部品が正しい位置に実装されているか確認して

ください。

回路の説明：

ハネウエル社製の磁気センサーIC「HMC5883L」から出力される磁力に応じた12ビットのデータをI2CインターフェースをとおしてマイコンICで受け取り、そのデータにもとづいて12個のLEDのいずれかを点灯します。HMC5883LはX方向、Y方向、Z方向(ICの表から裏に向かう磁力)の3方向を測定しています。そのX方向とY方向データだけを使用しています。磁気センサーIC「HMC5883L」の詳細はハネウエル社のサイトでご確認ください。表面実装型の磁気センサーIC「HMC5883L」は小型のボードにあらかじめ実装されています。小型ボードにはI2Cインターフェースに必要なプルアップ抵抗と、磁気センサーIC「HMC5883L」に必要な3.3Vを発生する電圧レギュレータICが搭載されています。

プログラムの説明：

プログラムはCCS社のCコンパイラで製作されています。製品ページで公開していますのでダウンロードして参照してください。自由に変更し、実験にご利用ください。

◆初期化・・・170行あたりのinitializing関数でマイコンの初期化と磁気センサー「HMC5883L」の初期化を行い、前回に記録された校正データ、設定方向データなどを不揮発性メモリから読み出します。工場出荷時に適当なデータが記録されています。HMC5883Lの初期化関数「HMC5883L_init」では、HMC5883Lは、最大8ガウスまで測定できますが、北半球の磁力はおおむね0.5ガウス付近のため、最大1.3ガウスの動作モードに設定しています。この設定値により、内部の測定感度(ゲイン)が調整され、測定データが最適な範囲として12ビットで出力されます。磁力が大きな部屋や環境で使用する場合はこの値を4.0や最大の8に変更してゲインを下げて使用してください(495行あたり)。

◆校正・・・HMC5883LはX方向、Y方向、Z方向(ICの表から裏に向かう磁力)の3方向を測定しています。そのX方向とY方向データだけを使用しています。データは符号付きの12ビットですので-2048(0xF800)から+2047(0x7FF)までの値で磁力とその方向を出力します。しかし、出力される値はゼロを中心にした値ではないため校正して中心をゼロとなるようにします(最大値と最小値の平均値を引き算します)。たとえば、Y軸が南を向いた時の値と北を向いた時の値がゼロを中心にそれぞれ-1000と+1000という値が出るのではなく、-500(最小値)と+1500(最大値)という値が得られます(下の画面表示例参照)。この値が環境により変化するので校正することにより中心を求め(この場合は+500)、ゼロからの差分を計算し、測定結果から常に引き算する、という処理を行います。390行あたりの「HMC5883L_cal」と「HMC5883L_cal2」関数で校正しています。CALスイッチを押してから約10秒間(校正中は12個のLEDを順番にゆっくり点灯)、X軸とY軸の最大値と最小値を記録し、その平均値を計算して、これを補正值としてマイコン内部の不揮発性メモリに記録し、それ以降の測定時にデータからこの補正值を常に引き算します。

下の画面表示例は校正中のデータ(上の3行)と測定データ(下の3行)です。この例ではX軸の最小値は-412、最大値は+449、Y軸はそれぞれ-617と+221の値を得て、X軸補正值を+18、Y軸補正值を-198としていることがわかります。

```
X=-412 Y=-254 Xmin=-412 Xmax=449 Ymin=-617 Ymax=221
X=-290 Y=-342 Xmin=-412 Xmax=449 Ymin=-617 Ymax=221
X=-134 Y=-436 Xmin=-412 Xmax=449 Ymin=-617 Ymax=221
X=17 Y=-531 Xmin=-412 Xmax=449 Ymin=-617 Ymax=221
X=17 Y=-531 Z=-216 Xadj=18 Yadj=-198 dir=284.70
X=225 Y=-99 Z=-421 Xadj=18 Yadj=-198 dir=300.22
```

◆データ取得・・・333行あたりの「HMC5883L_angle」関数でX方向の磁力データとY方向の磁力データから正確な北方向からの角度(センサーそのものの精度は約1度)を取得し、計算しています。しかし、12ビットのデータはバラツキが激しく、そのままでは使用できないので、473行あたりの「HMC5883L_mov_average」関数で、移動平均を計算し、使用しています。

MK-327 12 個の LED で方向表示！目標方向の設定と方向データ出力可能！電子コンパスキット

◆目標方向の設定・・509 行あたりの「HMC5883L_target」関数で、SET スイッチを押したときの値と矢印の方向の角度の差（値の差）を記録し、その値を維持させて、北方向の LED に対して常に設定した方向にある LED を点滅させています。同時に矢印と設定した目標方向が一致したときに（0 度位置の LED が点滅したとき）にオプションのリレーを駆動しています（注意：リレーモードにより動作は異なります。リレーオンモードでは一致したときに駆動、リレーオフモードでは一致したときに非駆動）。

◆測定データの出力・・157 行あたりの printf 文を使用し、9600bps で常に測定データをシリアルデータとして 6 番ピン（C4 ポート）から出力しています。「MK-205 レベルコンバータ」を使用して電圧レベルを RS232 に合わせれば PC で測定データを確認、記録することもできます。出力データは左から「X 軸のデータ」、「Y 軸のデータ」、「Z 軸のデータ」、「X 軸の補正データ」、「Y 軸の補正データ」、「矢印が北を向いたときの値をゼロとした時計まわり方向の角度データ」の順に出力しています（4 ページの写真を参照してください）。校正中は、432 行あたりの printf 文で、変化する X 軸、Y 軸データに加え、X 軸、Y 軸の最小値、最大値をリアルタイムに出力しています。

問合せ先

関連する詳細資料は以下のマイコンキットドットコムの WEB サイトから入手してください。

<http://www.mycomkits.com>

不明な点は下記の Email アドレスにお問い合わせください。
support@mycomkits.com

部品表 - MK-327

抵抗 (1/4W)

1K (茶、黒、赤) R1-12..... 12

コンデンサー

0.1uF (104、100nF) セラミック C1, 2..... 2

100uF 電解 C3..... 1

半導体

LED (赤、5mm 径) D1-12..... 12

1N4007 ダイオード D13..... 1

HMC5883L 磁気センサーボード(5 ピンのピンヘッダ付き) U1..... 1

16F1829(または相当品) マイコン IC U2..... 1

その他

タクトスイッチ S1, 2..... 2

スライドスイッチ S3..... 1

ターミナルブロック(2 極ネジ式端子) J1..... 1

IC ソケット 20 ピン(マイコン IC 用)..... 1

電池ボックス (単三乾電池 3 本用)..... 1

MK-327 PCB(K444) (サイズ約 76×76mm)..... 1

オプションのリレー回路の部品表 (注意：付属しません。必要な場合は別途購入し実装してください)

リレー回路部品表

抵抗 (1/4W)

560 (緑、青、茶) R13..... 1

その他

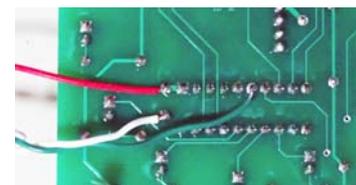
TLP222A フォトリレー(または相当品) U3..... 1

ターミナルブロック(2 極ネジ式端子) J2..... 1

シリアルデータの出力: 左から X 軸値、Y 軸値、Z 軸値、X 軸補正值、Y 軸補正值、方向値

```
X=88 Y=-299 Z=-470 Xadj=-21 Yadj=51 dir=201.96
X=107 Y=-165 Z=-471 Xadj=-21 Yadj=51 dir=215.32
X=40 Y=-69 Z=-483 Xadj=-21 Yadj=51 dir=211.61
X=-6 Y=5 Z=-463 Xadj=-21 Yadj=51 dir=202.73
X=114 Y=-116 Z=-463 Xadj=-21 Yadj=51 dir=223.62
X=136 Y=-297 Z=-449 Xadj=-21 Yadj=51 dir=208.95
X=133 Y=-323 Z=-437 Xadj=-21 Yadj=51 dir=207.05
X=124 Y=-299 Z=-437 Xadj=-21 Yadj=51 dir=207.17
X=104 Y=-251 Z=-442 Xadj=-21 Yadj=51 dir=207.15
X=104 Y=-277 Z=-428 Xadj=-21 Yadj=51 dir=205.53
X=96 Y=-281 Z=-429 Xadj=-21 Yadj=51 dir=204.08
X=105 Y=-284 Z=-428 Xadj=-21 Yadj=51 dir=205.28
```

MK-205 RS232C レベル変換キットの接続例



緑色電線: データ出力(U2 の 6 番ピン)
 赤色電線: MK-205 用 5V(例では U2 の 1 番ピン)
 白色電線: MK-205 用グラウンド(例では U2 の 20 番ピン)
 (MK-205 用 5V とグラウンドは MK-327 の電源端子(J1)に接続しても良い)

MK-327 12個のLEDで方向表示！目標方向の設定と方向データ出力可能！電子コンパスキット

