

Sylphide 取扱説明書

(Rev.C)

2011年2月3日

- INS/GPS 航法装置『Sylphide』の取扱説明書です。
- 以下の事項について記載をしてあります。
 1. Sylphide を使用して INS/GPS ログを取得する方法
 2. 特別な動作モード
 3. ログの対象
 4. Sylphide の LED 点滅について
 5. ログファイルの仕様
 6. USB 接続時におけるダンプモードの使い方
 7. ログ処理プログラムについて
 8. スペック等、補遺データ



図1 Sylphide 外観 (以下の説明では上から何枚目のボードという表現を用いますが、その際はこの図のように設置した状態で基板を特定してください。全部で4枚のボードで構成されています。)

1 Sylphide を使用して INS/GPS ログを取得する方法

以下の手順に従ってください。

1. Sylphide を固定してください。固定方法は特に問いませんが、上から 1 枚目のボードにある軸のプリントにおいて +X を進行方向に、+Z を下方向になるように設置することを推奨いたします。この状態ですと、底面に M2 のネジ 4 本で固定できます。ネジ穴は一辺 1.78in(約 45.2mm) の正方形の各頂点に配置されています。
2. 上から 2 番目のボードに SD カードを奥まで挿入してください。SD カードは FAT16 でフォーマットされた 2GB 以下のカードがご使用いただけます。SDHC は使用できないので注意してください。Silicon Power 製の SD カードを推奨しております。
3. GPS アンテナを接続してください。アンテナは MCX 接続タイプのアクティブアンテナがご使用いただけます。アンテナへは 3.3V が給電されています。アクティブアンテナで高電圧を要求するもの(高精度受信機などに多い)は使えませんので、アンテナが必要とする電圧を確認の上、ご使用ください。大半のカーナビ用 GPS アンテナは使用可能だと思われます。
4. 上から 1 枚目のボードにある DIP スイッチ (DSW1) が全て OFF(番号側) になっていることを確認してください。なお図 1 では DIP スイッチのポジション 8 が ON になっている状態ですので、このような場合には先がとがったもので OFF の状態にしてください。
5. +5V(電源) を供給してください。供給先は上から 2 枚目のボード上の丸型コネクタ(中心径は ϕ 2.1mm) です。電源が接続されると動作が開始します。
6. 電源投入からおよそ 5 秒後に、ログの記録が自動的に開始されます。
7. 衛星がロックするまで静止状態でお待ちください。ロックすると上から 2 枚目のボードの LED4(オレンジ) が 1 秒間隔で点滅します(LED4 は図 1 において、もっとも右側の LED です)。ロック後、1 分程度さらに静止状態で待ってください。
8. 電源を維持したまま動くとも航法データがログとして蓄積されていきます。
9. 電源を切ります。電源を切断することで、ログの記録が停止します。
10. SD カード内に保存されたログデータを読み出します。SD カードを押すとばねの力で排出されますので、それを抜き SD カードリーダーを用いて PC 等で読み出してごください。SD カードのフォーマットは FAT16 を利用しているため通常の Windows / MacOSX / LINUX PC であれば特別なソフトを用いずともログを読むことができます。
11. ログは SD カードに log.dat という名前で作成されます。既に log.dat というファイルが SD カード内に存在する場合、追加で書込みが行われますが、念の為、計測の度に SD カードから log.dat ファイルを削除することを推奨します。

注) 7. の GPS ロックは最大で 10 分程度かかる可能性があります。前回の使用から 2-3 日に満たず、かつ同じような緯度、経度で使用する場合は、次の手順で GPS のバックアップバッテリーを追加することでロック時間を短縮できる可能性があります。

- 上から 1 枚目のボードにボタン電池を挿入するソケット (BT1) があります。
- そこに CR1220(例えば **パナソニック製**) を基板に遠い側が +(プラス) となるように挿入してください。

2 特別な動作モード

特別な動作モードは上から 1 枚目のボードの DIP スイッチ (DSW1) によって設定されます。表 1 を参考にしてください。

表 1 DIP スイッチ (DSW1) による動作モード

ポジション 7	ポジション 8	1 の操作 (前節) での動作	USB 接続での動作
OFF	OFF	通常動作	通常動作かつダンプモード
OFF	ON	SD 記録せず	SD 記録せずフルダンプモード
ON	OFF	通常動作	SD 記録せずディスクモード
ON	ON	SD 記録せず	SD 記録せずディスクモード

ここで USB 接続による動作というものが記載されていますが、Sylphide は PC 等に USB で接続して使用することも可能です。まず給電についてですが、この場合の給電は USB から行われます。もし USB 接続かつ、前節 1 での +5V 給電の場合には、+5V 給電が優先して使用されます。

USB 接続された場合、Sylphide が接続された PC などの機器 (以下、外部機器と表現します) からどのように見えるかによって 2 つのモードに大別されます。1 つは情報が外部機器に転送されるダンプモード、もう一つは挿入された SD の情報が外部機器から読み書きできるディスクモードです。ダンプモードはドライバのインストールや特別なプロトコル処理が関係し、後の 6 節で述べることにしますが、ここでは DIP スイッチの状態によって次の 2 通り、すなわち、通常動作をしつつダンプを行う、すなわち SD カードへ記録をとりつつダンプをするモード、および全てのデータがダンプされるかわりに SD カードへの記録を行わないフルダンプモードがあることを紹介いたしました。ディスクモードは、USB メモリなどを PC に接続した状態と同じであり、特別なドライバなどを外部機器にインストールする必要はありません。しかし読み書きの速度はあまり速くありません。従って、例えば実験先で SD カードリーダを忘れたが SD カードの中身を確認したいといった緊急時にお使いください。

3 ログの対象

ログの対象となっているのは

- INS/GPS 複合航法処理された航法データ
- 6 軸の慣性センサならびにマイコン内蔵の温度センサ
- GPS データ
- 地磁気データ
- Air Data Sensor(ADS) データ (オプション)
- サーボ PWM 送受信データ (オプション)

であり、オプション扱いでないものについては表 2 にスペックを示します。

GPS は表 3 の UBX フォーマットパケットを取得しています。UBX フォーマットの詳細については、[u-blox のサポートページ](#)で Register した後に、“ANTARIS 4 Technical Documents” より取得してください。

表 2 ログの対象

項目	備考
INS/GPS	6 軸の加速度、角速度、および GPS データを拡張カルマンフィルタでリアルタイムに処理した 50Hz の 3D 座標 (緯度、経度、WGS84 高度)、3D 速度 (北、東、下方向速度)、3D 姿勢 (ヨー、ピッチ、ロール) データ
AH-6100LR	EPSON TOYOCOM 製 MEMS 6DOF(3 軸加速度、および 3 軸角速度) センサ、AD7739 による 24bit 100Hz AD 変換
気温	C8051F340 に内蔵のもの、マイコン内蔵 ADC による 10bit 100Hz AD 変換
LEA-4T	u-blox 製 GPS 受信機データ
HMC5843	Honeywell 製地磁気センサデータ

表 3 GPS パケット詳細

Class	ID	パケット名	周期 (1/4 sec)
0x01	0x02	NAV-POSLLH	1
0x01	0x03	NAV-STATUS	4
0x01	0x04	NAV-DOP	4
0x01	0x06	NAV-SOL	1
0x01	0x12	NAV-VELNED	1
0x01	0x30	NAV-SVINFO	8
0x02	0x10	RXM-RAW	1

4 Sylphide の LED 点滅について

Sylphide には図 1 にあるとおり、上から 2 枚目のボードに LED1-4 の 4 つの LED があります。電源を投入すると点滅するものがありますが、以下の意味があります。

- LED1 (青)
2 秒に 1 回、連続的に点滅します。点滅の 1 回目はシステムがフリーズしていないことを、点滅の 2 回目は AD 変換機の AD7739 が正常に動作していることを、点滅の 3 回目は航法演算を行う上から 4 枚目のボードが正常に動作していることを、点滅の 4 回目はログが記録できていることを示します。すなわち実際に航法データを取得している 1 節の状態 7 では 4 回点滅で正常です。
- LED2 (緑)
GPS の可視衛星数を点滅によって表します。10 秒が 1 周期で、その間の点滅回数が現在可視である衛星数です。4 個以上の衛星が可視の状態 INS/GPS 航法演算
- LED3 (赤)
バッファアンダーランエラーが発生した際に瞬間的に点滅します。このエラーが発生した場合、ログの一部が記録できずに失われています。通常の使用ではこの LED が光ることはほとんどありません。また SD 記録を行うよう設定されているにも関わらず SD カードが挿入されていない、SD カードに問

題がある等の場合は連続的に点滅します。

- LED4 (黄)

GPS がロックをすると 1 秒間隔で明滅します。LEA-4T(GPS) の 1PPS に同期しています。

5 ログファイルの仕様

Sylphide によって取得したデータは SD カード内の log.dat ファイルに格納されます。本節ではこの log.dat の仕様を規定します。log.dat はバイナリファイルで一つの意味単位が 32(=0x20)byte です。

以下に例を示します。図 2 に log.dat をバイナリエディタで表示した様子を示します。

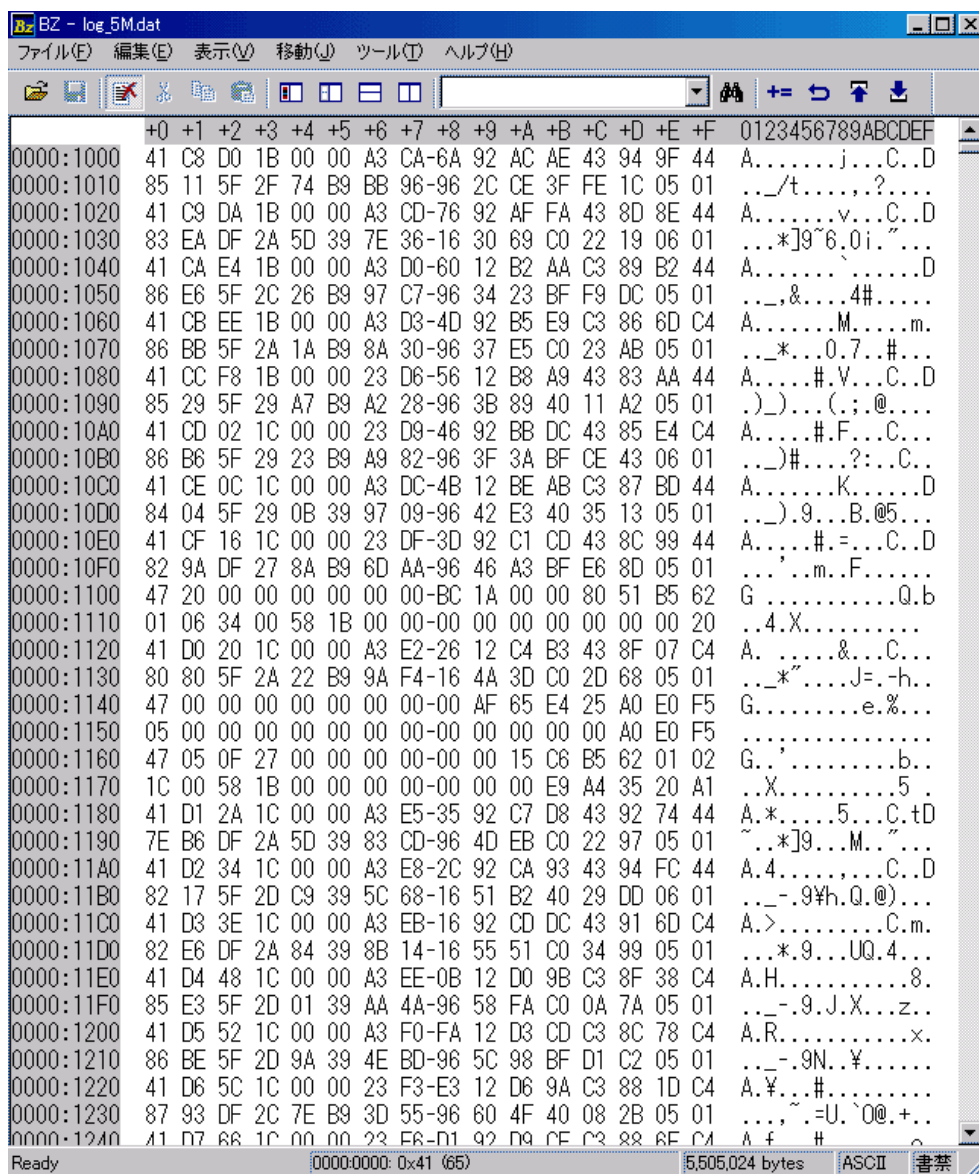


図 2 log.dat をバイナリエディタで表示した様子

32byte が一つの単位 (以下 “ページ” と呼ぶ) となっているので、図 2 においては、0x1000–0x101F、0x1020–0x103F、0x1040–0x105F... が一つのページになっています。

この一つのページにおけるはじめの 1byte がそのページの性質を表します。

- ‘A’(0x41) : 残りの 31byte には、AD 変換結果が格納されています。(“A ページ”)
- ‘F’(0x46) : 残りの 31byte には、サーボ PWM 送受信データが格納されています。(“F ページ”、オプション)
- ‘G’(0x47) : 残りの 31byte には、GPS データが UBX フォーマットで格納されています。(“G ページ”)
- ‘M’(0x4D) : 残りの 31byte には、地磁気データが格納されています。(“M ページ”)
- ‘N’(0x4E) : 残りの 31byte には、航法データが格納されています。(“N ページ”)
- ‘P’(0x50) : 残りの 31byte には、圧力情報が格納されています。(“P ページ”、オプション)

例えばアドレス 0x1000 から始まるページには、AD 変換結果が格納されています。またアドレス 0x1100 から始まるページには、GPS データが蓄えられています。以下、それぞれのページの仕様について述べます。

5.1 A ページの仕様

A ページの仕様は、表 4 のように定義されています。

表 4 A ページ詳細

オフセット	例	備考	変換例
0	0x41	ヘッダ	‘A’
1	0xC8	内部時刻 LSB	200
[2–5]	0xD0 0x1B 0x00 0x00	GPS 時刻、Little Endian、単位は msec	7120
$[(6+n \times 3) - (8+n \times 3)]$	0xA3 0xCA 0x6A	AD7739 の 24bit AD 変換値 ($0 \leq n \leq 7$) Big Endian	10734186
[30–31]	0x05 0x01	温度センサの AD 変換値、Little Endian	261

5.2 F ページの仕様

F ページの仕様は、表 6 のように定義されています。

5.3 G ページの仕様

G ページの仕様は、UBX フォーマットなので、先ほどあげた資料 “ANTARIS 4 Technical Documents” を参照してください。

5.4 M ページの仕様

M ページの仕様は、表 5 のように定義されています。

表 5 F ページ詳細

オフセット	例	備考	変換例
0	0x46	ヘッダ	'F'
1	0x00	アドレス	0
2	0x00	(予約)	0
3	0xC8	内部時刻 LSB	200
[4-7]	0xD0 0x1B 0x00 0x00	GPS 時刻、Little Endian、単位は msec	7120
$[(8+n \times 3) - (10+n \times 3)]$	0xDC 0x5B 0xB8	サーボの入出力 PWM 幅 (ms) ($0 \leq n \leq 7$) (入力 L, 入力 H(4) + 出力 H(4), 出力 L)	入: 0x5DC 出: 0xBB8

表 6 M ページ詳細

オフセット	例	備考	変換例
0	0x4D	ヘッダ	'M'
1	0x80	(予約)	0x80
2	0x00	(予約)	0
3	0xC8	内部時刻 LSB	200
[4-7]	0xD0 0x1B 0x00 0x00	GPS 時刻、Little Endian、単位は msec	7120
$[(8+n \times 6) - (9+n \times 6)]$	0x01 0x23	磁気変換値 +Y 軸正 ($0 \leq n \leq 3$) Big Endian, signed	291
$[(10+n \times 6) - (11+n \times 6)]$	0xFE 0xDC	磁気変換値 +X 軸正 ($0 \leq n \leq 3$) Big Endian, signed	-292
$[(12+n \times 6) - (13+n \times 6)]$	0x01 0x23	磁気変換値 -Z 軸正 ($0 \leq n \leq 3$) Big Endian, signed	291

5.5 N ページの仕様

N ページの仕様は、表 7 のように定義されています。

5.6 P ページの仕様

P ページの仕様は、表 8 のように定義されています。

6 USB 接続時におけるダンプモードの使い方

2 節で Sylphide を USB 経由で直接 PC 等の外部機器につなげることを示しましたが、そのためにはドライバの導入方法やその通信プロトコルを理解する必要があります。本節ではその 2 つについて解説を行います。

表 7 N ページ詳細

オフセット	例	備考	変換例
0	0x4E	ヘッダ	'N'
1	0x03	シーケンス番号	3
2	0x00	(予約)	0
3	0x00	(予約)	0
[4-7]	0xD0 0x1B 0x00 0x00	GPS 時刻、Little Endian、単位は msec	7120
[8-11]	0xC8 0x6F 0x49 0x15	緯度、Little Endian、signed、単位は [0.0000001deg]	35.713428
[12-15]	0x28 0x09 0x4E 0x53	経度、Little Endian、signed、単位は [0.0000001deg]	139.762308
[16-19]	0x00 0x35 0x0C 0x00	高度、Little Endian、signed、単位は [0.0001m]	80
[20-21]	0x32 0x00	北方向速度、Little Endian、signed、単位は [0.01m]	0.5
[22-23]	0x9C 0xFF	東方向速度、Little Endian、signed、単位は [0.01m]	-1.0
[24-25]	0x05 0x00	下方向速度、Little Endian、signed、単位は [0.01m]	0.05
[26-27]	0x39 0x30	ヘディング (ヨー)、Little Endian、signed、単位は [0.01deg]	123.45
[28-29]	0x2E 0xFF	ロール、Little Endian、signed、単位は [0.01deg]	-2.1
[30-31]	0x7B 0x00	ピッチ、Little Endian、signed、単位は [0.01deg]	1.23

表 8 P ページ詳細

オフセット	例	備考	変換例
0	0x50	ヘッダ	'P'
[1-2]	0x00 0x00	(予約)	0
3	0xC8	内部時刻 LSB	200
[4-7]	0xD0 0x1B 0x00 0x00	GPS 時刻、Little Endian、単位は msec	7120
[(8+n×2)-(9+n×2)]	0x12 0x34	圧力に関する AD 変換値 (0 ≤ n ≤ 11) Little Endian	13330

6.1 Windows PC へのドライバの導入方法

以下の手順によってダンプモードの Sylphide を Windows PC にインストールすることができます。インストールに成功すると Sylphide は COM ポート (シリアルポート) として認識されます。

1. 必要となるファイルは、**inf 定義ファイル**と **FTDI のドライバ**の 2 つです。ダウンロードして、適当な場所に展開しておきましょう。
2. Sylphide を PC に接続してください、新しいハードウェアとして認識され、ウィザードが立ち上がります
3. ウィザード内で、ドライバの場所を指定してインストールします。指定先は inf 定義ファイルを展開した先に。途中で ftdibus.sys の場所を聞かれますが、それは FTDI のドライバを展開した場所を指定してください。
4. デバイスマネージャ (マイコンコンピュータ右クリックのプロパティでできる画面から迎れる) の USB コント

ローラの下で Sylphide FTDI Mimic Device (Full Debug I/F) として認識されているはずですが、それに対するプロパティシートで Load VCP がチェックしてください。

5. Sylphide を抜き差しします。再び挿した際には、もう一度新しいハードウェアとして認識されます。
6. ウィザード内で、もう一度ドライバの場所を指定してインストールします。指定先は inf 定義ファイルを展開した先に。途中で ftdiport.sys の場所を聞かれますが、それは FTDI のドライバを展開した場所を指定してください。
7. デバイスマネージャでポート (COM と LTR) に新しい項目が追加されているはずですが。シリアルポート (Sylphide FTDI Mimic Device (Full Debug I/F) (COMn)) として認識されます。

6.2 通信プロトコル

USB で通信されるデータは SD カードに記録されるデータと異なり、どこからどこまでが一つの意味単位 (これまでではページという言葉で表現) をなすかを把握することが、連続して送信されること、ときに通信帯域の不足や遅延の影響をうけること、等によって困難になることが考えられます。そこでこの意味単位を明確にするために情報を付加したのが、これから述べるプロトコルになっています。このプロトコルを解釈することで、各ページの頭だしや受信エラーを検出することができます。

プロトコルには 2 種類、すなわち固定長 (表 9)、および可変長 (表 10) に対応したものがあります。上で述べたページは全て 32bytes の固定長ですので、可変長は予約扱いです。

表 9 固定長プロトコル

オフセット	内容
0	0xF7 (ヘッダ, 8bits)
1	0xE (ヘッダ, 4bits) + 3bits (以下の場合'1': ACK 要求, ACK 返答, ペイロード非所有) + RESERVED='0'
[2-3]	シーケンス番号 (2bytes), Little Endian
[4-35]	ペイロード (32 bytes)、ここに各種ページが挿入される
[36-37] [4-5] (ペイロードなしの場合)	CRC-16 2bytes (CRC の計算範囲はインデックス 2 から直前 (3 か 35) まで), Little Endian

7 ログ処理プログラムについて

ログを処理するプログラムとして 4 つのプログラムを紹介します。Windows 版であれば、コンパイル済みのプログラムを <http://fenrir.naruoka.org/download/embedded/Sylphide-tools.zip> からダウンロードできます。X86 版 Visual Studio Express Edition 2008 でコンパイルしてありますので、実行には **Microsoft Visual C++ 2008 再頒布可能パッケージ (x86)** が必要になるかもしれません。

7.1 log_CSV.exe

log.dat の中身を CSV 形式で画面に出力します。実行方法は

表 10 可変長プロトコル(予約)

オフセット	内容
0	0xF7 (ヘッダ, 8bits)
1	0xE (ヘッダ, 4bits) + 3bits (以下の場合'1': ACK 要求,ACK 返答, ペイロード非所有) + RESERVED='1'
[2-3]	シーケンス番号 (2bytes), Little Endian
[4-5]	ペイロードサイズ (2bytes), Little Endian
[6-(6 + (N - 1))]	ペイロード (N bytes)
[(6 + N)-(6 + (N + 1))]	CRC-16 2bytes (CRC の計算範囲はインデックス 2 から直前 (6 + (N - 1)) まで)

```
1 log_CSV.exe log.dat [options]
```

です。表 11 に options によって与えられるオプションを列挙します。

表 11 log_CSV.exe オプション一覧

オプション	説明	例
--out=[A,G,F,M,N,P]	出力するページを選択します (複数設定可)	--out=A

なお、もしリアルタイムで取得データを見たい場合は USB 接続をしたダンプモードの状態です。

```
1 log_CSV.exe COMn --direct_sylphide=on [options]
```

のようにしてください。ただし Sylphide がシリアルポート n 番で認識されているものとします。

出力されるデータは

- --out=A インデックス, 測定時刻 sec(GPS 有効時 ITOW), ch1-8 までの A/D 変換値 (24bits), 温度 A/D 変換値 (8bits)。ch1-3 は加速度 X,Y,Z, ch4-6 は角速度 X,Y,Z。
- --out=G 測位時間 sec(GPS 有効時 ITOW), 緯度 deg, 経度 deg, GWS84 高度 m, 2D 精度 m, 高さ方向精度 m, 北方向速度 m/s, 東方向速度 m/s, 下方向速度 m/s, 速度精度 m/s
- --out=M 測定時刻 sec(GPS 有効時 ITOW), インターバル (負の値は以前の測定), 磁気 +Y, 磁気 +X, 磁気-Z
- --out=N 測位時間 sec(GPS 有効時 ITOW), 経度 deg, 緯度 deg, WGS84 高度 m, 北方向速度 m/s, 東方向速度 m/s, 下方向速度 m/s, ヘディング deg, ピッチ deg, ロール deg

です。

7.2 log_AD_calib_CSV.exe

log.dat の中身のうち 6DOF データ (3 軸加速度、および 3 軸角速度) の A/D 変換値を物理量に変換し、かつその際に温度やミスアライメントを補正した上で、CSV 形式で画面に出力します。実行方法は

```
1 log_AD_calib_CSV.exe (IMU_type) log.dat [options]
```

です。IMU_type には、キャリブレーションの結果を反映させるための calibration.h で定義される Sylphide の識別名 (例えば IMU_9001) を指定します。表 12 に options によって与えられるオプションを列挙します。

表 12 log_AD.calib_CSV.exe オプション一覧

オプション	説明	例
<code>--rotate=(spec)</code>	Sylphide の取り付けが航空機の標準的な xyz 軸 (+x が機首方向、+y が右方向、+z が下方向) に則っていない場合、このオプションで補正します。例は機首が-z 方向、右方向が +x 方向、下が-y 方向の場合です。	<code>--rotate=-z+x-y</code>
<code>--calib_file=(spec)</code>	IMU_type が Custom の場合、外部ファイルからキャリブレーション情報を取り込むことができます。そのファイル名を指定します。ファイルの書式については calibration.h 内の Custom-StandardCalibrator に定義があります。	<code>--calib_file=calib.txt</code>

なお、もしリアルタイムで取得データを見たい場合は USB 接続をしたダンプモードの状態です。

```
1 log_AD.calib_CSV.exe COMn --direct_sylphide=on [options]
```

ただし Sylphide がシリアルポート n 番で認識されているものとします。

出力データは インデックス, 測定時刻 sec(GPS 有効時 ITOW), 加速度 X,Y,Z(m/s²), 角速度 X,Y,Z(rad/s)、温度 A/D 変換値です。

7.3 log2ubx.exe

log.dat の G ページのみを取得して、u-blox GPS 標準形式の ubx フォーマットで書き出します。実行方法は

```
1 log2ubx.exe log.dat [options]
```

です。表 13 に options によって与えられるオプションを列挙します。

表 13 log2ubx.exe オプション一覧

オプション	説明	例
<code>--out=(filename COMn -)</code>	出力先を設定します。ファイル、シリアルポートまたは標準出力 (画面) が指定できます。指定がない場合の動作は拡張子を ubx に変更したファイル名です。	<code>--out=log.ubx</code>

このプログラムで生成した ubx ファイルは `u-center` で読むことができます。

7.4 analyze.exe

取得したログデータ log.dat をオフライン INS/GPS 解析して、位置、速度、姿勢情報を得ます。実行方法は

```
1 analyze.exe (IMU_type) log.dat [options]
```

です。IMU_type には、キャリブレーションの結果を反映させるための calibration.h で定義される Sylphide の識別名 (例えば IMU_9001) を指定します。表 14 に options によって与えられるオプションを列挙します。

出力されるデータの内容は 1 行目についているヘッダの通りで、測位モード (MU:Measurement update, TU:Time update), 測位時間 sec(GPS 有効時 ITOW), 経度 deg, 緯度 deg, WGS84 高度 m, 北方向速度 m/s, 東方向速度 m/s, 下方向速度 m/s, ヘディング deg, ピッチ deg, ロール deg, アジマス角 (航法計算に内部的に必要な角度)deg, バイアス加速度推定値 X,Y,Z(m/s²), バイアス角速度推定値 X,Y,Z(rad/s) です。

8 スペック等、補遺データ

8.1 スペック

Sylphide の主なスペックを表 15 に列挙します。表 16、図 3 は Sylphide の主要部品の型番、ならびに接続図です。図 4 は各基板の写真です。

8.2 ソースコード等、設計データの入手方法

ソースコード等、設計データは [Subversion](#) を使って入手することができます。ダウンロード URL、アカウント等は別途ご案内いたします。

含まれるデータですが、ディレクトリごとに

- hardware 基板データ (回路図、およびアートワーク)
- manual この文章
- misc 補足データ
- NAV2_C8051 マイコンのファームウェア
- NAV2_Core DSP のファームウェア、およびツール
- NAV2_IOModule FPGA の VHDL
- tool ログ処理プログラム

といった構成になっています。

8.3 原理など

以下の文章を参考にしてください。

- 『[システム同定による小型無人航空機の飛行特性の取得](#)』の第 4 章 第 2 節。リアルタイム演算は 4.2.6 を使用。
- 『[MEMS センサを用いた INS/GPS 複合航法システム](#)』の全般。

表 14 analyze.exe オプション一覧

オプション (デフォルト)	説明	例
--init-yaw-deg=(numdeg)	解析開始時の初期ヨー角 (deg) を指定します。	--init-yaw-deg=0
--use_magnet=(on off)	地磁気を使用します (現在のところ初期ヨー角の算出にのみ使っています)。解析開始時の初期ヨー角がわかる場合は、このオプションを off にし、--init-yaw-deg オプションで値を指定してください。	--use_magnet=off
--start-gpst=(num)	解析をはじめの GPS 時刻を msec 単位で指定します。指定がない場合の動作は GPS のロックがかかった時刻移行の解析を行います。	--start-gpst=123456.78
--end-gpst=(num)	解析を終了する GPS 時刻を msec 単位で指定します。指定がない場合の動作はファイル末尾までです。	--end-gpst=234567.89
--out=(filename COMn -)	出力先を設定します。ファイル、シリアルポートまたは標準出力 (画面) が指定できます。指定がない場合の動作は標準出力です。	--out=analyzed.txt
--dump-update=(on off)	加速度計、ジャイロの値が得られた時刻の解析結果を出力 (およそ 100Hz) します。指定がない場合は off です。	--dump-update=on
--dump-correct=(on off)	GPS の補正が得られた時刻の解析結果を出力 (およそ 4Hz) します。指定がない場合は on です。	--dump-correct=on
--rotate=(spec)	Sylphide の取り付けが航空機の標準的な xyz 軸 (+x が機首方向、+y が右方向、+z が下方向) に則っていない場合、このオプションで補正します。例は機首が-z 方向、右方向が +x 方向、下が-y 方向の場合です。	--rotate=-z+x-y
--dump_q_n2b=(on off)	姿勢角の出力をオイラー角ではなく、クォータニオンで出力します。指定がない場合は off です。	--dump_q_n2b=on
--log-covP=(on off)	P_log.csv という名前で解析中のシステム誤差共分散行列を出力します。指定がない場合は off です。	--log-covP=on
--est_bias=(on off)	センサのバイアス推定をします。指定がない場合は on です。	--est_bias=on
--use_udkf=(on off)	推定に Unscented Kalman Filter を使います。指定がない場合は off です。	--use_udkf=on
--out_N_packet=(on off)	出力を N ページ形式にします。指定がない場合は off です。	--out_N_packet=on
--lae=(spec)	本体と GPS アンテナの設置位置が大きく離れている場合のための補正データ名を指定します。補正データ名は lever_arm.effect.h で定義されます。	--lae=Mupal_F_071004
--calib_file=(spec)	IMU_type が Custom の場合、外部ファイルからキャリブレーション情報を取り込むことができます。そのファイル名を指定します。ファイルの書式については calibration.h 内の CustomStandardCalibrator に定義があります。	--calib_file=calib.txt

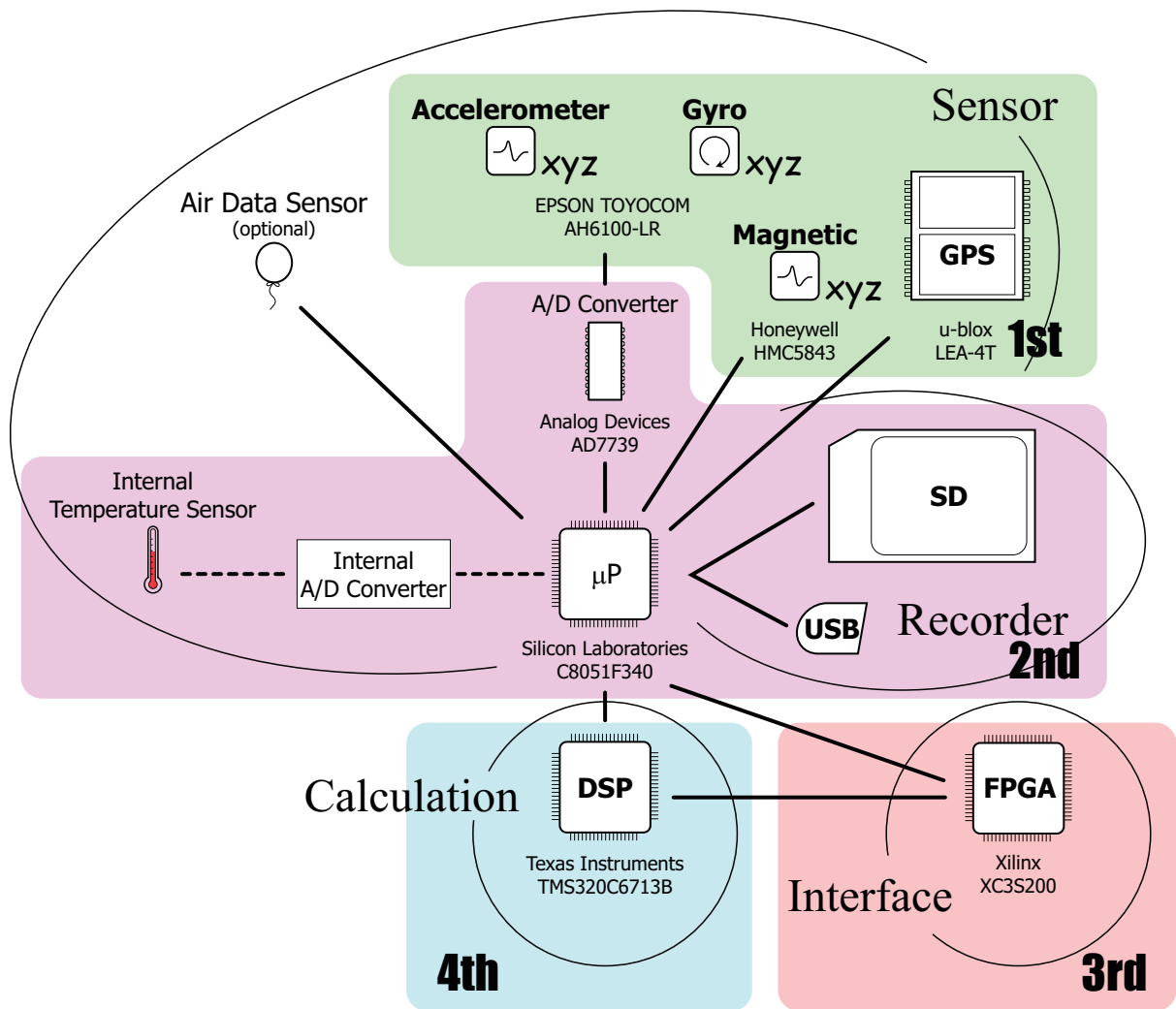


图 3 Sylphide 接続図 (搭載基板ごとに色分け)

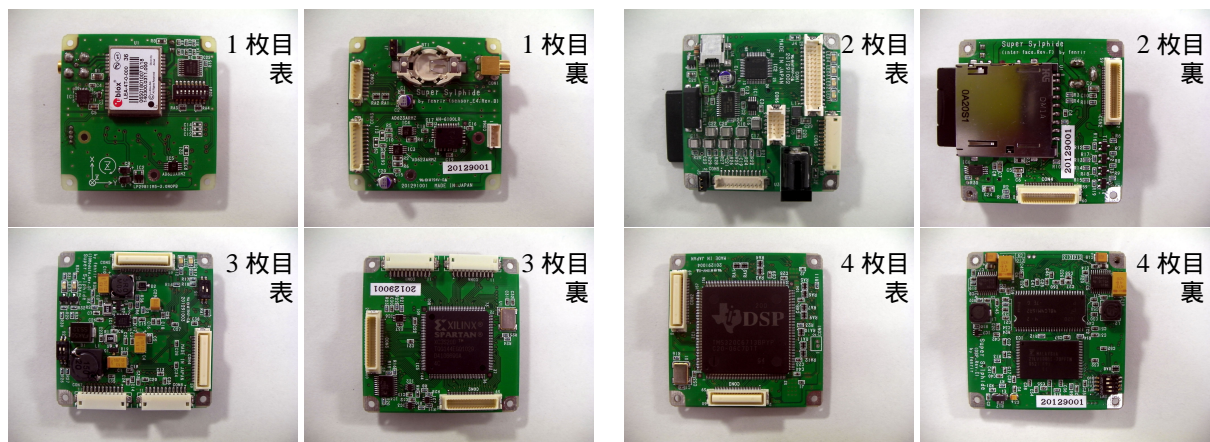


图 4 Sylphide 基板写真

表 15 Sylphide スペック

項目	値
名称	Sylphide (シルフィード)
航法性能	(計測中)
サイズ (L, W, H)	51 x 51 x 45 mm
重量	81 g
消費電力	5V 最大 1 ~ 2 A (データシート積み上げによる、実際はこれを下回る)
給電方式	DC 5V プラグ (φ 2.1 mm) または USB mini B 端子

表 16 Sylphide 主要部品

構成機器	型番	説明
MEMS 加速度計ジャイロ	EPSON TOYOCOM AH-6100LR	6DOF 1 パッケージ
GPS 受信機	u-blox LEA-4T	航法情報 4 Hz 出力、搬送波位相等出力可能
磁気センサ	Honeywell HMC5843	3 軸 1 パッケージ
A/D 変換機	AnalogDevices AD7739	ΣΔ 型、24bit 量子化
DSP	Texas Instruments TMS320C6713B	1200MFLOPS 浮動小数点 DSP
マイコン	Silicon Laboratories C8051F340	Intel 8051 互換、USB 内蔵、48MIPS
グルーロジック	Xilinx XC3S200	FPGA, 20 万ゲート

8.4 開発環境について

ファームウェアを当初のものから入れ替えることによって、カスタマイズすることが可能な箇所が C8051 マイコン、DSP、FPGA の計 3 箇所あります。以下、これらを開発するにあたって必要な環境について、簡単に述べます。

8.4.1 C8051 マイコン

ファームウェアを書き込んだり、デバックを行うために、C8051 マイコンに対応したエミュレータが必要です。純正のエミュレータは **C8051F340DK** という製品を購入することで入手できます。エミュレータはデバックボードを介して図 5 のように接続してください。

またファームウェアは C 言語で記述しており、そのコンパイルには **sdcc** というフリーの C コンパイラを使用しています。バージョンは 2.8.0(#5117) を使いました。

8.4.2 DSP

ハードウェアとしてエミュレータ、ソフトウェアとして統合開発環境が必要になります。

エミュレータは **XDS510**、**XDS560**、あるいはその互換品 (**spectrum digital** や **Blackhawk DSP**、**seed DSP** 等、多くの互換品製造メーカーがあります) を使用してください。**XDS100**、およびその互換品を使うことはで

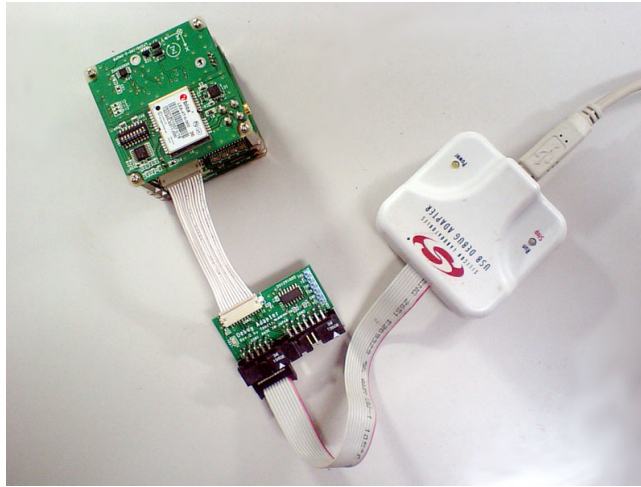


図 5 C8051 エミュレータで Sylphide に接続 (電源は省略)

きません。エミュレータを介して Sylphide を接続した様子を図 6 に示します。

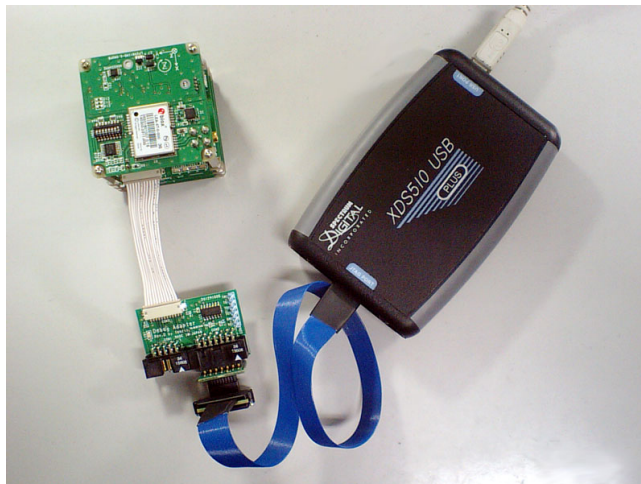


図 6 DSP エミュレータで Sylphide に接続 (電源は省略)

統合開発環境は TI 純正の **Code Composer Studio (CCS)** が必要になります。これにコンパイラやリンカ、デバックウェア等が統合されています。現時点における最新バージョンは 4.1 ですが、開発にあたっては旧バージョンの 3.3(SR11) を使いました。その他の情報として、コンパイラのバージョンは 6.1.16、サポートソフトウェアとして **DSP/BIOS 5.33.06**、**Fast RTS**、**DSPLIB** を使いました。

さらに DSP を単体でブートさせるための ROM ヘファームウェアを書き込むためのソフトウェアとして、**FlashBurn DSK 3.11**、およびその拡張パッケージの **DSK6713 16 bit flash support** を使っています。

注意点として、DSP は FPGA、および FPGA のコンフィギュレーション ROM と同一のスキャンパスにありますので、CCS で認識をさせるにあたってはカスタムボードを作成して、DSP 以外のデバイスが同一 JTAG スキャンパス上にあることを定義する必要があります。スキャンパスの開始点から順に、コンフィギュレーション ROM(IR Length: 8)、FPGA(IR Length: 6)、DSP(IR Length: 46) です。

なお、これらの開発環境を大学で研究目的で構築する場合、**TI のユニバーシティプログラム**を利用することで補助を受けられる可能性があります。

8.4.3 FPGA

FPGA をコンフィギュレーションするためには一般的な JTAG ケーブル、および論理合成等を行う Xilinx 純正の統合ソフトウェア **ISE** (無償の **webPACK** でも可) が必要になります。接続方法は図 7 を参考にしてください。

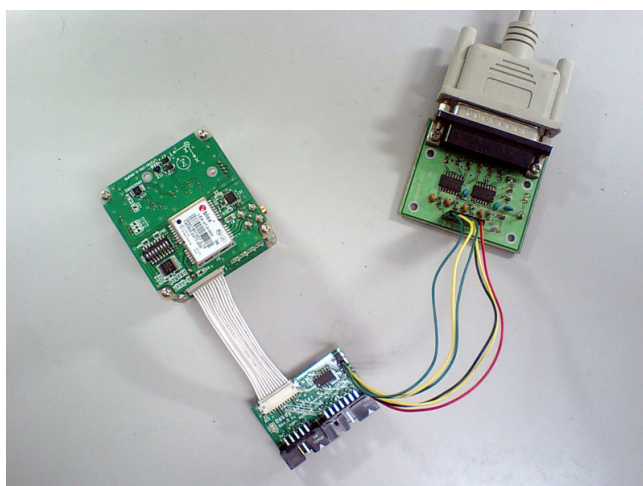


図 7 JTAG ケーブルで Sylphide に接続 (電源は省略)

デバイスを認識する際には DSP の項目でも書いたとおり、同一スキャンパス上にある DSP にも注意を払ってください。加えて同じ JTAG スキャンパス上にある DSP のステートマシンを一度リセットする必要があるため、接続時には図 8 のように -TRST ピンを Hi(+3.3V) にしてください (デバックボードのボックスコネクタ CON2 の 2 番ピンと 5 番ピンをジャンパする)。

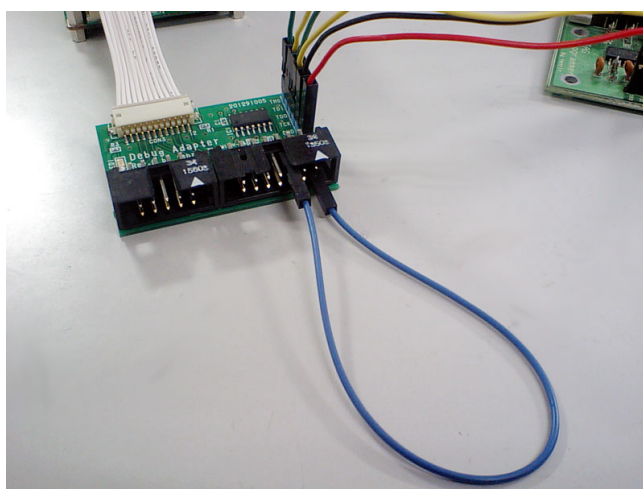


図 8 リセット用ジャンパの配線

改定履歴

Rev.C 開発環境に関して記述追加

Rev.B GPS のバックアップバッテリーに関する記述等を追加

Rev.A 初版