

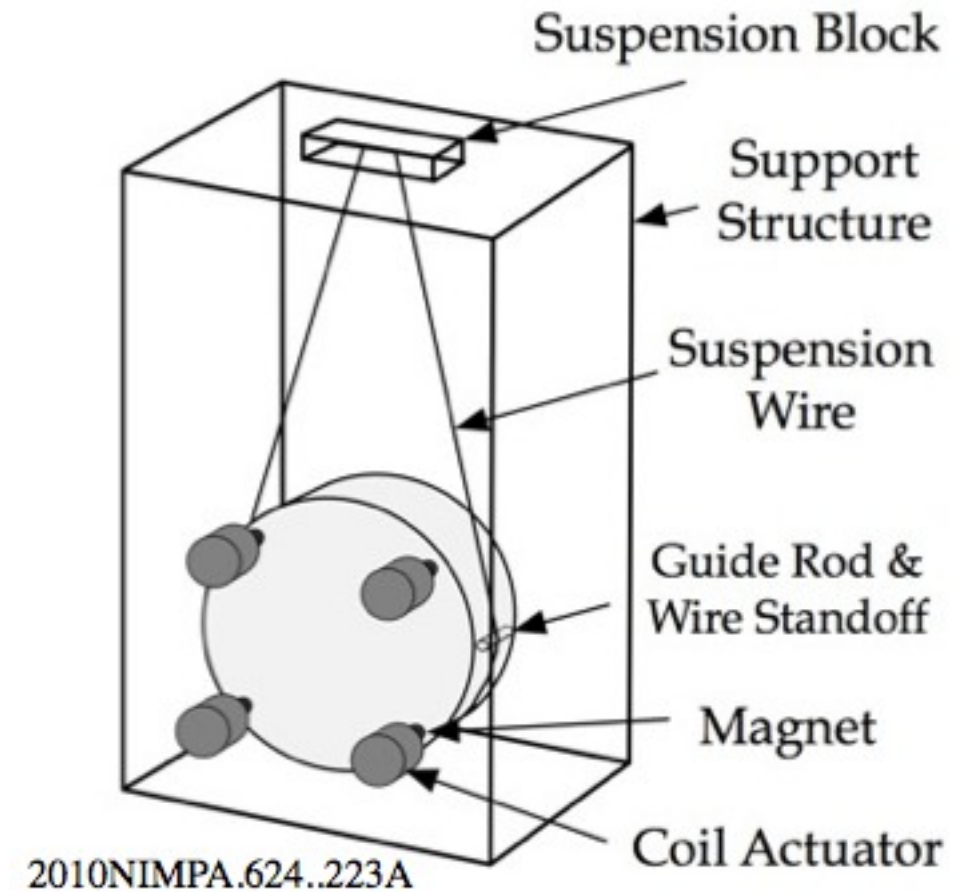
Preparation of the measurement of the magnetic fields

KAGRA detector characterization

Measurement of the magnetic fields at KAGRA site



- **Motivation**
 - **KAGRA will use Magnet-Coil actuator to control mirrors.**
 - **A criteria for current plan of arrangement of magnets is $\sim 10\text{pT}$ @ low frequency**
 - **Non stationary noise caused by the magnetic disturbance.**
 - **Schumann resonance may limit the sensitivity of SGWB search below 100z. We have to know the case of KAGRA. Firstly to know the transfer function of M from outside to inside.**
 - **Data taking for developing multi-channel analysis.**



cartoon

Tokyo 45 000nT (wikipedia)
fluctuation: a few 10nT

Measurement plan



Our purpose

- o Study on the environmental magnetic field at KAGRA site. Getting data which can decide the configuration of a coil-magnet actuator which controls a mirror.
- o To obtain transfer function of the magnetic fields outside to inside in order to know influence of Shumann resonance.
- o To see whether our magnetometers are enough sensitive to measure the environmental magnetic field or not. If the data is occupied by internal noise of the magnetometer, we need to have better magnetometer.
- o To get several PEM data (magnetic fields and accelerometer)

Magnetic field

- o Measurement of the magnetic fields at KAGRA 2nd floor (2 magnetometers, 6~12 hours data)
- o Two points around CLIO (6 hours data)
- o KAGRA-Hokubu Kaikan(1day)

Seismic noise

- o Measurement of seismic noise at KAGRA 2nd floor
- o Measurement of seismic noise at CLIO

Current status



- **[Done] To specify where we measure the magnetic fields**
- **[Done] To get two magnetometers.**
- **[Done] To get two data loggers with enough channels**
- **[Partial] To test the magnetometers**
- **[No] To test the data loggers**
- **[No] High pass filter**
- **[No] checklists for the measurement**
- **[No] End-to-end test**

Location of the measurement



- For knowing the environmental MF
CLIO: 2 points
- For knowing the environmental MF
KAGRA 2nd floor
- For knowing the TF of MF
KAGRA 2nd floor-Hokubu-Kaikan

Bartington company: mag 649



<http://bartington.jp/mag648-649-low-power-three-axis-magnetic-field-sensors.html>

<https://www.dropbox.com/s/iolui3wyff58oa5/Mag-648-649%20BDS2298.pdf>

- I confirmed it seems to be working. I did not see calibrated values yet.





Performance	
Number of axes	Three
Range	$\pm 60\mu\text{T}$ or $\pm 100\mu\text{T}$
Bandwidth at -3dB: Mag648 Mag649	>30Hz >1kHz
Internal noise: low noise (Mag648 only) standard noise	$\leq 10\text{pTrms}/\sqrt{\text{Hz}}$ at 1Hz Between 10 and 20pTrms/ $\sqrt{\text{Hz}}$ at 1Hz
Differential output scale factor	50mV/ μT (60 μT) or 30mV/ μT (100 μT)
Start-up time	150ms
Warm-up time	15mins
Offset error	$\pm 100\text{nT}$ in zero field
Scaling error	$\pm 0.5\%$ at 35Hz or less
Temperature coefficient of offset error	1nT/ $^{\circ}\text{C}$
Temperature coefficient of scale factor	100ppm/ $^{\circ}\text{C}$
Orthogonality error	Better than $\pm 0.5^{\circ}$
Linearity error	0.0033% of full scale at any point
Hysteresis	<2nT at full scale (when powered)
Excitation breakthrough: Mag648 Mag649	<10mV p-p <20mV p-p
MTBF	~ 12 years



Electrical	
Voltage input	+3.5V to 15V
Current consumption	4.2mA (typical)
Power-on surge	400mA maximum
Analog output	$\pm 3\text{V}$ (differential, each output 0.15V to 3.15V, 1.65V zero-field)
Output impedance	10 Ω
Maximum load capacitance	Greater than 10 μF
Maximum cable length	1.5km (with >3.5V at connector power pins)
Cable resistivity: Mag648/649 Mag648-MX & FL/Mag649-MX & FL Mag648S/Mag649S	92 Ω/km 92 Ω/km 39 Ω/km

MTI company HM-320

Manual

<https://dl.dropboxusercontent.com/u/66037561/HM-320.pdf>



3軸磁界測定器

DC Magnetic field $\pm 1.999E-7T$,

AC Magnetic field $1.999E-7T$, Resolution $1.0E-7T$

Linearity: DC 0.5% of F.S, AC 1.0% of F.S

4 Digit,

Frequency Response: $\pm 1.5\%$ (400Hz-10kHz), $\pm 3.0\%$ (50-20kHz)

Step Response: $< 100ms/1000E-7T$

Recorder and Monitor output; BNC

Main body 250mmx99mmx350mm, Sensor 35mmx35mmx35mm

Cable 2m, 4.0kg

Data logger

We could prepare two data loggers. (Thanks Sekiguchi-kun, Yamamoto-san!)

<http://www.yokogawa.com/jp-ymi/tm/Bu/DL850/>



DL850 スコープコーダ
DL850V スコープコーダ
 ピークルエディタ

高速・絶縁・多チャンネル
 “ノイズに強い”超高速メモリレコーダ

- 高速100MS/s,高分解能12bit,絶縁1kV* 電圧測定
- 多チャンネル128CH電圧/温度,128bitロジック測定
- 100kS/s,16CH信号を同時に連続ハードディスク保存*
- CANバス,LINバスをモニタし,トレンド波形表示(DL850Vのみ)
- 多彩な17種類のプラグインモジュール

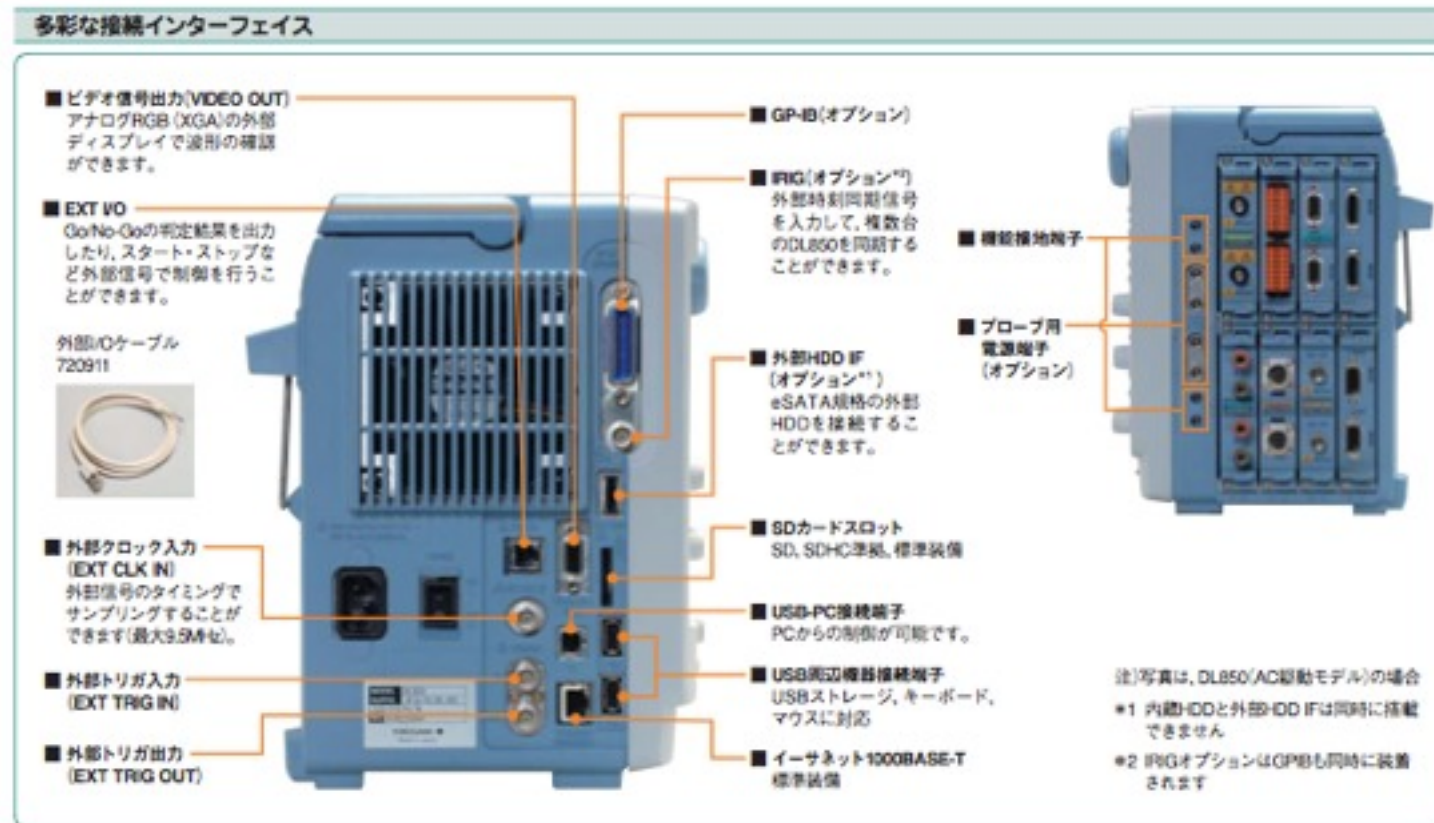
*1: 絶縁プローブ(700829または701947)使用時
 *2: /HDD,/HD1 オプション付時

3年保証 CE **Best Condition Plan**

<http://www.yokogawa.com/jp-ymi/>
 Test & Measurement Instruments

Bulletin DL850-00JA

多彩な接続インターフェイス



- ビデオ信号出力(VIDEO OUT)
アナログRGB(XGA)の外部ディスプレイで波形的の確認ができます。
- EXT VO
Go/No-Goの判定結果を出力したり,スタート・ストップなど外部信号で制御を行うことができます。
- 外部I/Oケーブル 720911
- 外部クロック入力(EXT CLK IN)
外部信号のタイミングでサンプリングすることができます(最大9.9MHz)。
- 外部トリガ入力(EXT TRIG IN)
- 外部トリガ出力(EXT TRIG OUT)
- GP-IB(オプション)
- I2C(オプション*)
外部特別同期信号を入力して,複数台のDL850を同期することができます。
- 外部HDD IF(オプション**)
eSATA規格の外部HDDを接続することができます。
- SDカードスロット
SD,SDHC準拠,標準装備
- USB-PC接続端子
PCからの制御が可能です。
- USB周辺機器接続端子
USBストレージ,キーボード,マウスに対応
- イーサネット1000BASE-T
標準装備
- 標準接地端子
- プローブ用電源端子(オプション)

注)写真は,DL850/AC駆動モデルの場合
 *1 内蔵HDDと外部HDD IFは同時に搭載できません
 *2 I2CオプションはGP-IBも同時に装置されます

一般仕様

定格電源電圧	100 ~ 120VAC/220 ~ 240VAC (自動切換)
定格電源周波数	50/60Hz
最大消費電力	200VA
耐電圧(電源 - ケース間)	1500VAC, 1分間
絶縁抵抗(電源 - ケース間)	500VDC, 10M Ω以上
外形寸法	約 355mm(W) × 約 259mm(H) × 約 180mm(D), 取っ手 / 突起部を含まず
質量	約 6.5kg(本体のみ, /B5/M2/HD1/P4 付加時, 記録紙を含まず)
動作温度範囲	5 ~ 40℃

DC12V 電源駆動 (/DC オプション, DL850V のみ)

供給方式	DC/AC 自動切換 (AC 優先) DC 電源入力端子 - 本体間絶縁
定格電源電圧	12VDC
許容電源電圧	10 ~ 18VDC
消費電力	最大約 150VA
電圧入力保護回路	過電流検出: ブレーカ (15A) 逆接続保護: ブレーカ断 過小電圧検出: 約 9.5V 以下で遮断 過大電圧検出: 約 18V 以上で遮断
耐電圧	DC 電源端子 - アース間 30VAC 1分間
絶縁抵抗	DC 電源端子 - アース間 500VDC にて 10M Ω以上
本体込みの外形寸法	約 355mm(W) × 259mm(H) × 202(D) 取っ手 / 突起部を含まず
DC 電源ボックス質量	約 800g

基準動作条件	周囲温度:	23 ± 5 °C
	周囲湿度:	20 ~ 80 %RH
	電源電圧 / 周波数の誤差:	定格電圧の ± 1% 以内, 定格周波数の ± 1% 以内
	ウォームアップ時間	30 分以上経過後にキャリブレーション 実行後

AC/DC両電源駆動に対応
(/DCオプション, DL850Vのみ)

薄型コンパクト
(奥行 20mm/質量 800g)

- 低消費電力60-120VA (代表値)
- ローノイズ

- カーバッテリーなどの外部DC電源から駆動可能
DC12V (10-18V)
- さらにAC電源からも駆動可能
AC100V (100-120V)
AC200V (200-240V)



DC12Vバッテリー,車のシガレットライター,さらに通常のACからの電源駆動に対応します (DC駆動用アクセサリを用意しています。巻末のアクセサリ一覧を参照ください。)

2Gポイント ロングメモリで可能な測定

サンプルレート	1CH使用時	16CH使用時
100MS/s	20秒	2秒 (8CH使用時)
10MS/s	3分20秒	10秒
1MS/s	30分	1分40秒
100kS/s	5時間	10分
10kS/s	50時間	2時間30分
500S/s	30日	50時間
20S/s	30日*	30日

*測定可能な時間は最長30日までです。

外部 HDD が使用できます

- 外部 HDD インターフェイス (/HDD オプション) -

外部HDD接続インターフェイス(HDDオプション)を使えば市販のeSATA規格のHDDが使用できます。内蔵HDDと同じように、外部HDDに対しても連続ハードディスク記録(p.5参照)を行うことができます。波形を保存した後にDL850/DL850VからPCへ接続を替えれば、そのまますぐにPCで波形データを利用できます。



ここがポイント

- ① **セキュリティを確保できます**
計測後に取り外すことでセキュリティの確保ができます。逆に持ち出せないデータを計測現場に残すこともできます。
- ② **容量が増やせます**
HDDの容量がいっぱいになったらHDDを交換するだけですみます(再起動が必要)。
- ③ **高速にデータ転送できます。**
HDDとPCの接続ではeSATA本来の高速データ転送ができます。

*外部HDDは内部HDDとの選択オプションになります。
*リアルタイムHDD保存の速度は外部HDDの性能に依存します。

複数台での同時計測で時刻に同期できます

- IRIG 入力 (/C20 オプション) -

IRIGのタイムコード信号*を使って複数台のDL850を時刻同期できます。DL850/DL850Vの内部クロックもIRIG信号に同期(ロック)するので、長時間にわたる連続記録時でも、タイミングの比較を高精度に行うことができます。

【大型輸送機の同期計測の例】

飛行機の翼の両端、鉄道の車両間での同時計測では、複数台での時刻同期が必要になります。IRIGのケーブル1本で取得データの同期性を保てます。



ここがポイント

IRIG出力を持つGPS受信器(市販)を接続し「時間トリガ」機能と組み合わせると、離れた場所の定期観測が可能です。



* IRIGとは、Inter-Range Instrumentation Groupの略で、米国の軍用規格として誕生し、航空・宇宙関係のデータレコーダで使われています。キャリア周波数が1kHz/10kHzのASK (振幅変位) 変調信号で、最高1μs程度の同期精度を持ちます。
DL850対応フォーマット: A002, B002, A132, B122