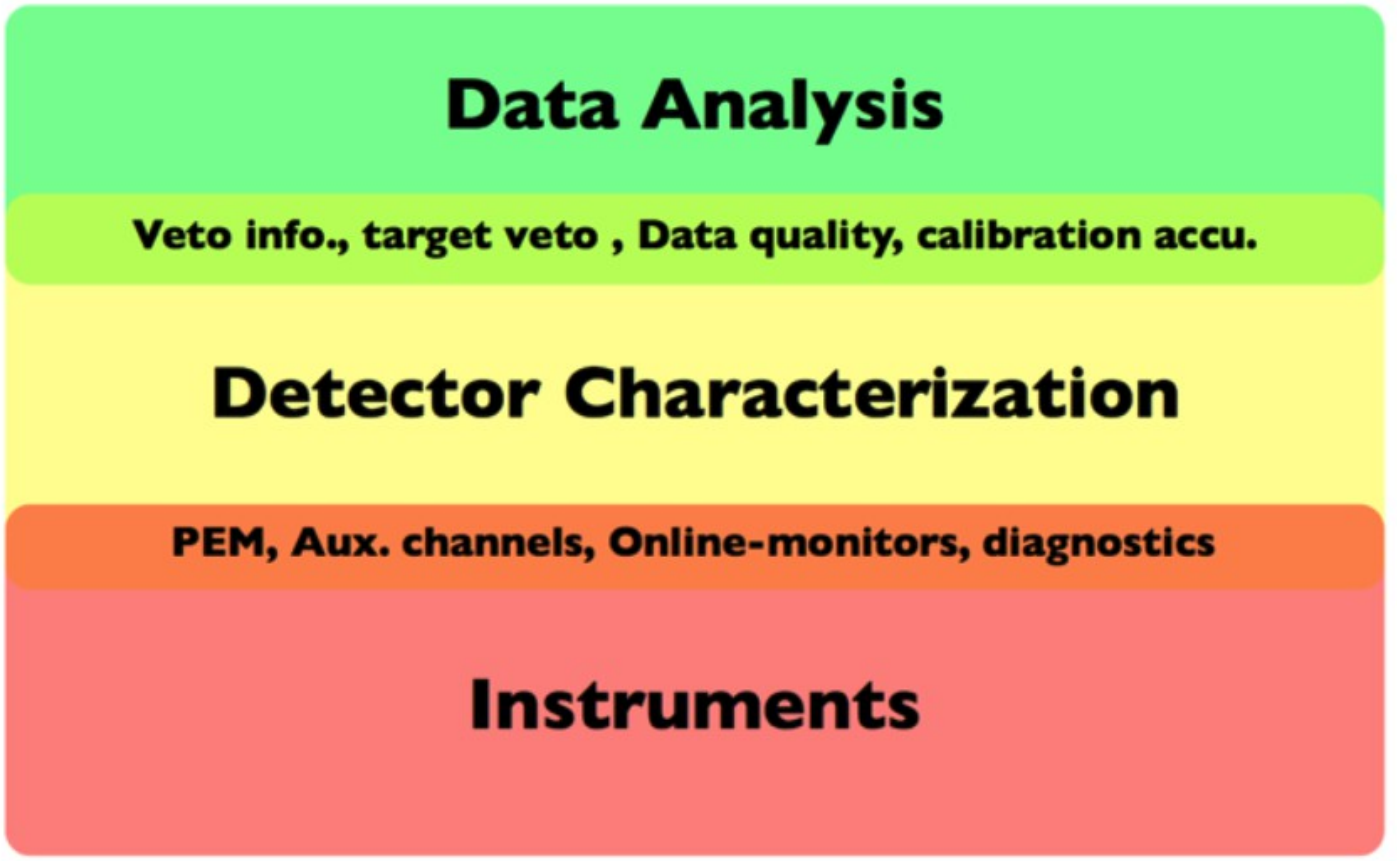
KAGRA detector characterization
開発進捗状況 2

端山和大, 阿久津智忠、浅野光洋, 伊藤洋介, 上野昂, 神田展行, 苔山圭以子, 成川達也, 間野修平, 宮川治, 宮本晃伸, 山本尚弘, 譲原浩貴, 横澤孝章, KAGRA collaboration

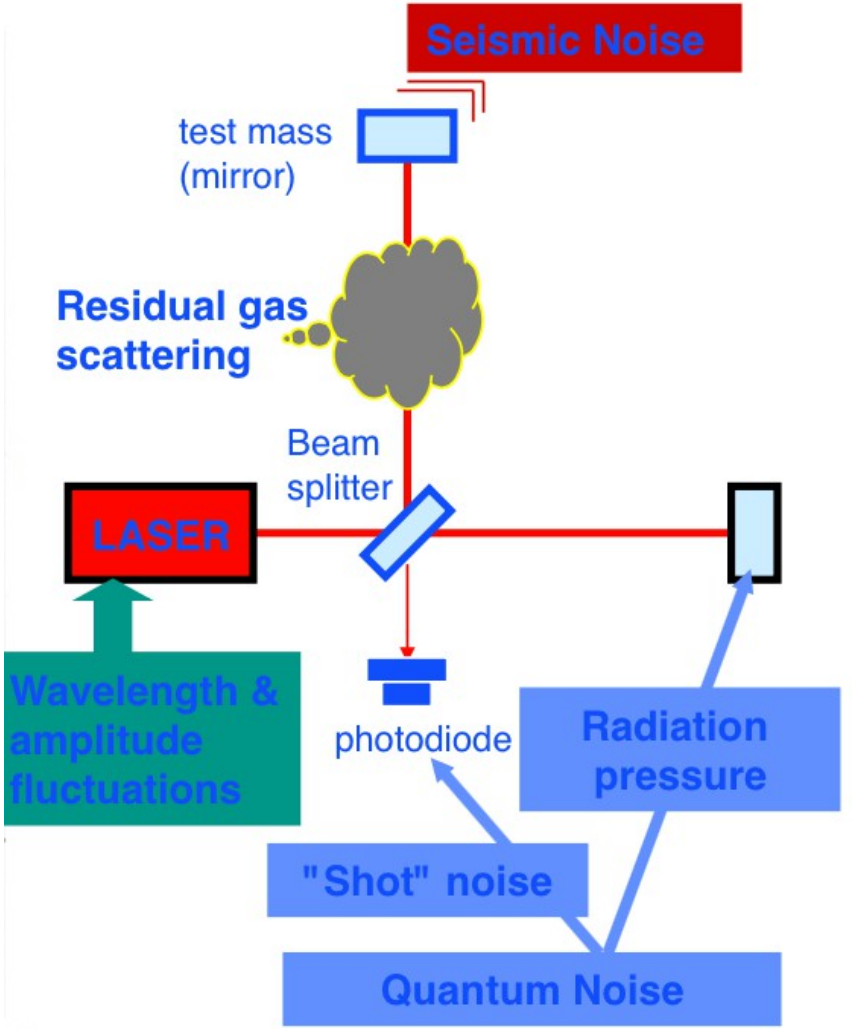
Detector Characterization



望遠鏡の感度達成にむけて

設計　→　製作　→　目標感度達成

- kmスケール望遠鏡はその大きさと装置の複雑さで全体を見渡すことが困難
- １万に及ぶ環境・補助チャンネルの情報を用いて複雑な装置の振舞いを診断し、さらにはノイズ源の特定・除去をサポートするツールが重要。
- コミッショナーが1万の可能性から原因を見つけるのを、10の可能性までローカライズすることを目指す。



重力波の観測にむけて

重力波の検出を主張するには多くの質問に答えなければならない。

データクオリティの評価

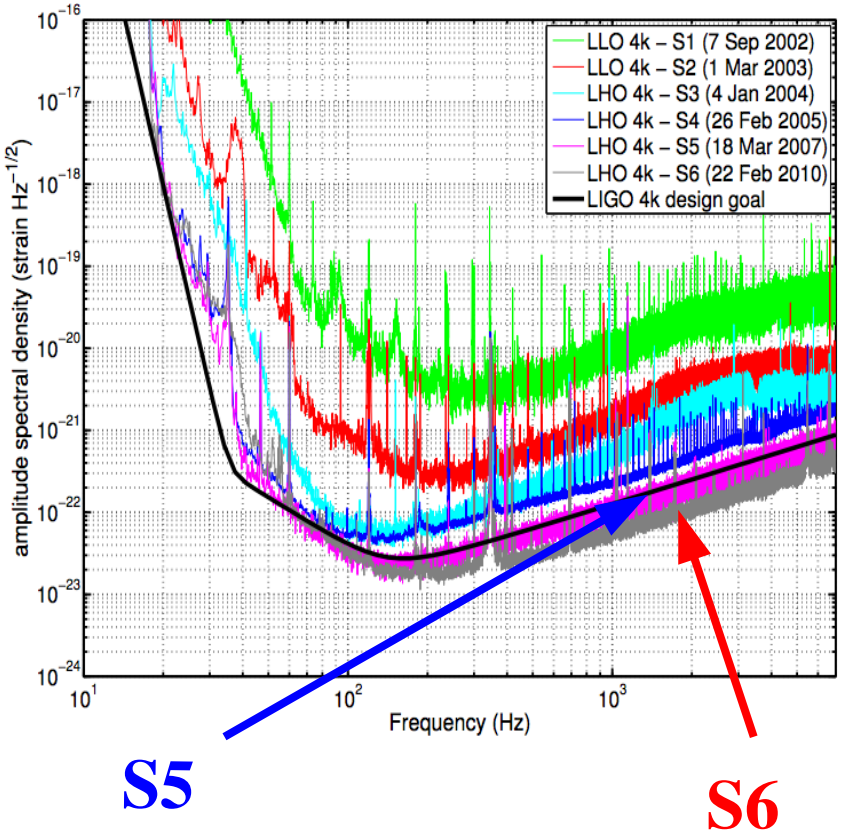
- 望遠鏡はまともに動いているのであろうか？
- データがサイエンスに耐えうるのだろうか？
- 検出した信号は重力波信号なのだろうか？それとも望遠鏡起源のものなのだろうか？

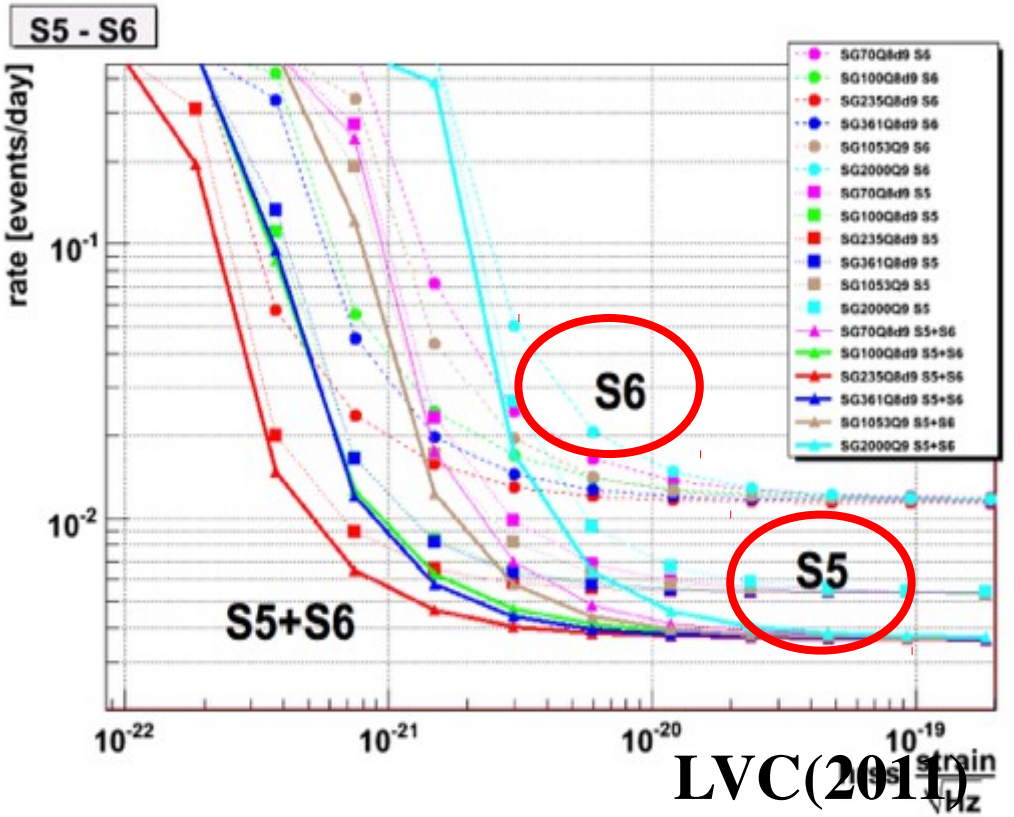
データクオリティ評価を行い、サイエンスができる状態にもっていく。

データクオリティの影響

感度はS6の方が良いのに、探査の上限値はS5の方が良い
理由は、原因不明の非定常雑音の量

結局、サイエンスは、感度＋データの質で決まる。



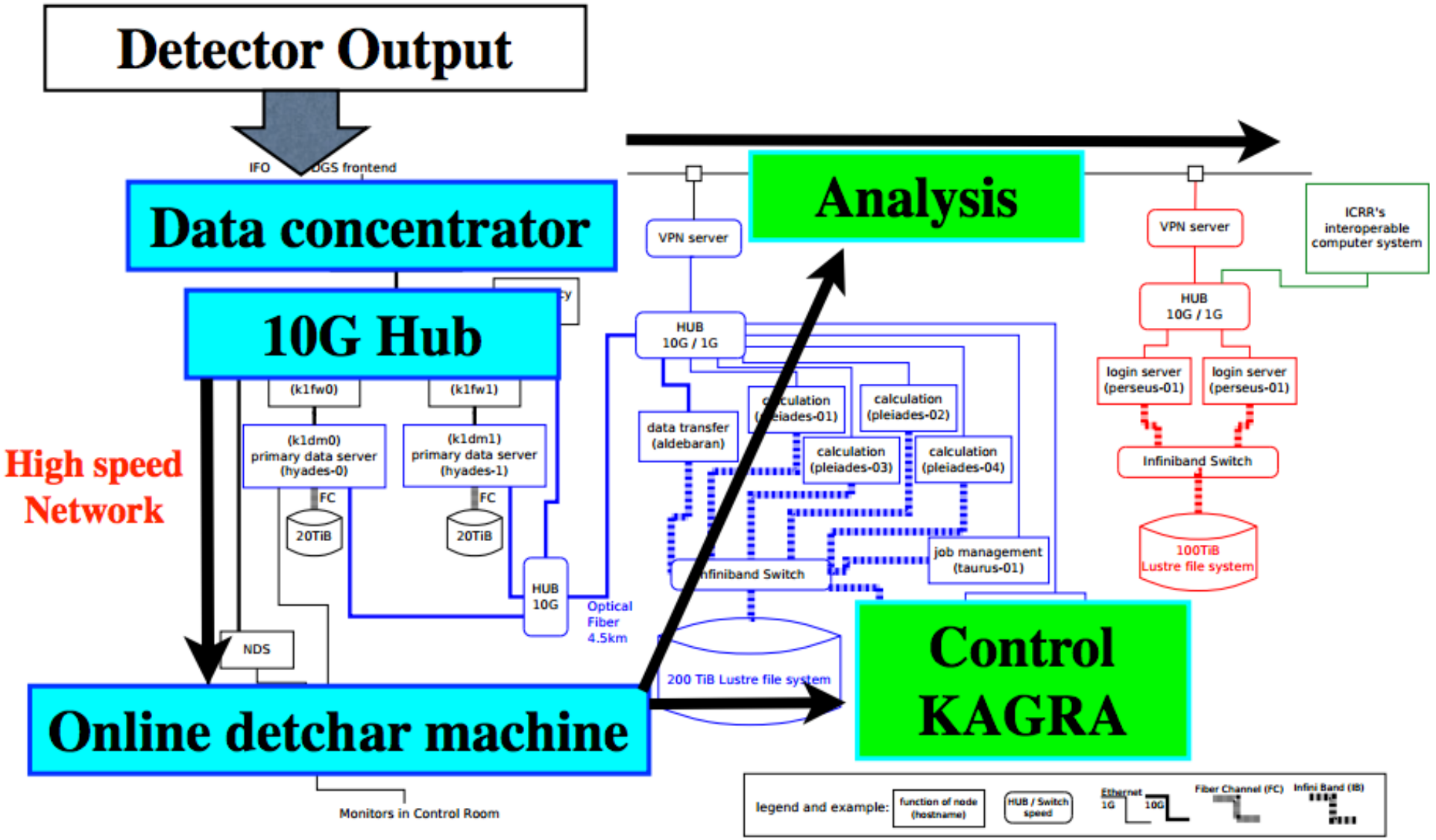


LVC(2011)

研究開発状況

- 干渉計診断システムの構築
  - クラスタの坑内インストール
  - 基本診断ツールの開発
  - KAGRAで予想される、観測を制限する雑音モデルと、その検出方法、対処
  - サブシステム診断の準備
- 実際の雑音環境の把握
- データクオリティ評価システムの構築

データフローの中のdetector characterization



Realtime Channel Monitor

Kanda

Online Detector Characterization Cluster

DetChar Projects

Primary Projects

- To maintain Diagnostics Test Tool
- Detchar GUI
- Glitch Monitor
- Detchar web page
- Line Monitor
- correlation finder
- Noise Modeling
- Rayleigh Monitor
- Noise Floor Monitoring
- Range Monitor
  (Inspiral, Ringdown,
  Insp-Merger-Ringdown,
  Stochastic)
- Noise Budget
- Health Monitor
- Data base
- Quality flag

Special Projects

- Globally correlated mag noise
- Violin mode
- Multi-Channel Analysis
  (with Korea detchar, Mano)
- Detchar shift plan
- Newtonian Noise
  - in progress
  - in slowly progress

Noise Characterization at the KAGRA site

Primary Projects

DetChar Projects

開発が大部分完成したもの

- 感度モニタ
  （連星合体、リングダウン、IMBH、背景重力波）
- Rayleighモニタ：ガウス性の検査
- 定常的非ガウス性モニタ（山本氏トーク）
- ラインキャラクタリゼーション
- 非定常雑音分類（間野氏トーク）
- 突発性非定常雑音モニタ
- ノイズフロアモニタ
- 相関解析（韓国との共同研究）
- ニューラルネットワークを用いたVeto解析（韓国との共同研究）
- GUIインターフェース

HasKAL

upload MBLT items

asano0622 authored 9 days ago — latest commit 9fa358144c

..

DetectorUtils	working around injection	19 days ago
ExternalUtils	Mine.hs updated	14 days ago
FrameUtils	small change	11 days ago
GUI_Utils	changed GUI_Utils for plot tool update	11 days ago
LineUtils/LineRemoval	upload MBLT items	9 days ago
Misc	move haskalOpt to Environment module	2 months ago
MonitorUtils	change plot tool of RayleighMon from Chart to HROOT	14 days ago
PlotUtils	modified plot tool	11 days ago
SearchUtils	added SearchUtils	22 days ago
SignalProcessingUtils	minor update	13 days ago
SimulationUtils	add injection function which uses bang method for memory saving	18 days ago
SpectrumUtils	minor change of DetectorSensitivity	11 days ago
StatisticsUtils	change module name	13 days ago
TimeUtils	change function fromGPS to deformatGPS	19 days ago
WaveUtils	add dropWaveData, takeWaveData	13 days ago
DetectorUtils.hs	added module of modules	2 months ago
TimeUtils.hs	added module-setting module	19 days ago
WaveUtils.hs	added a module-setting file	19 days ago

https://github.com/gw-analysis/detector-characterization

Primary Projects

DetChar Projects

開発が大部分完成したもの

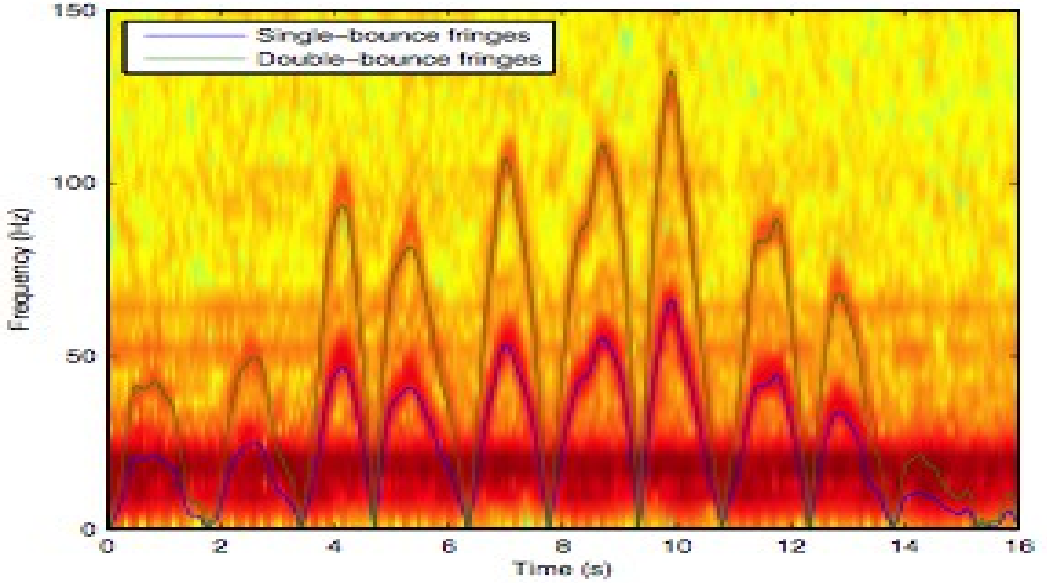
- 感度モニタ
  （連星合体、リングダウン、IMBH、背景重力波）
- Rayl
- 定常
- ライ
- 非定
- 突発
- ノイ
- 相関解析（韓国との共同研究）
- ニューラルネットワークを用いたVeto解析（韓国との共同研究）
- GUIインターフェース

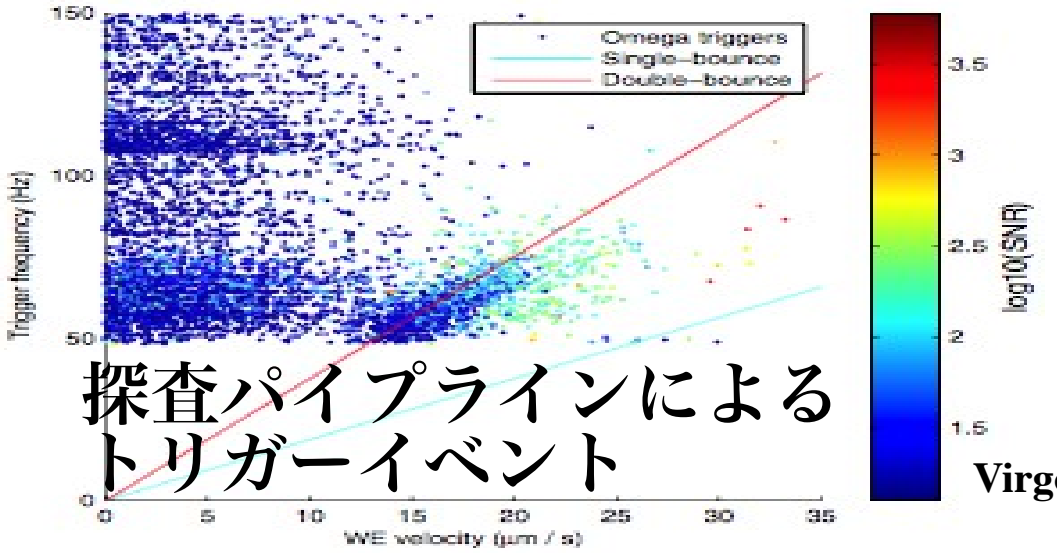
LIGO、Virgo、KAGRA（予想）
雑音を調査し、こうしたツールを
調整、追加開発していく。

ツール開発ハイライト

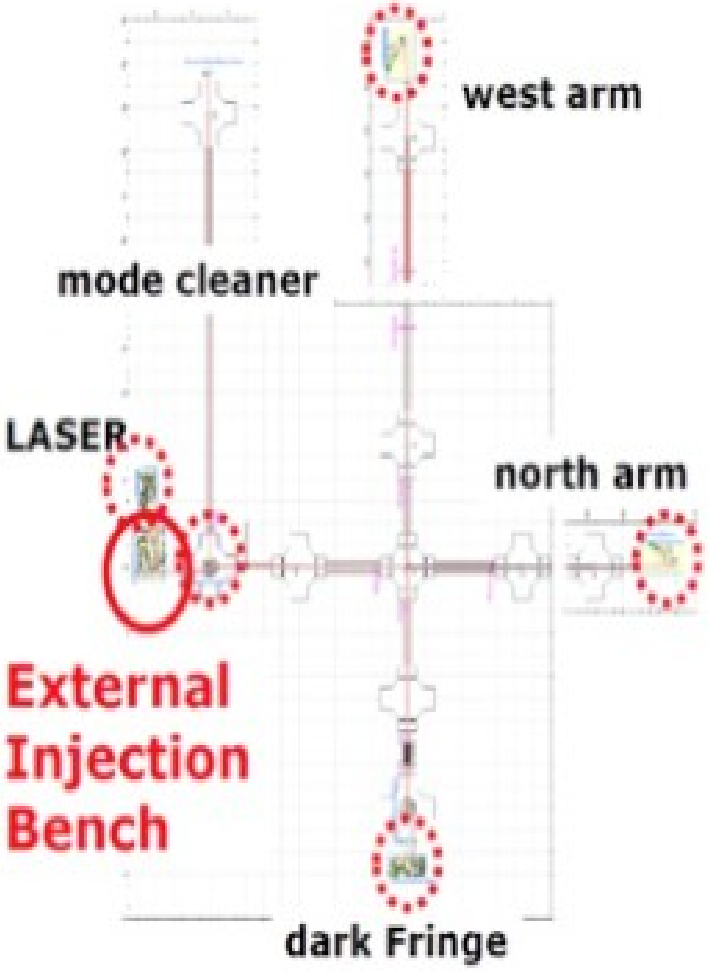
原因がわかっているケース：
Virgoのアップコンバージョンノイズの例

スペクトログラム





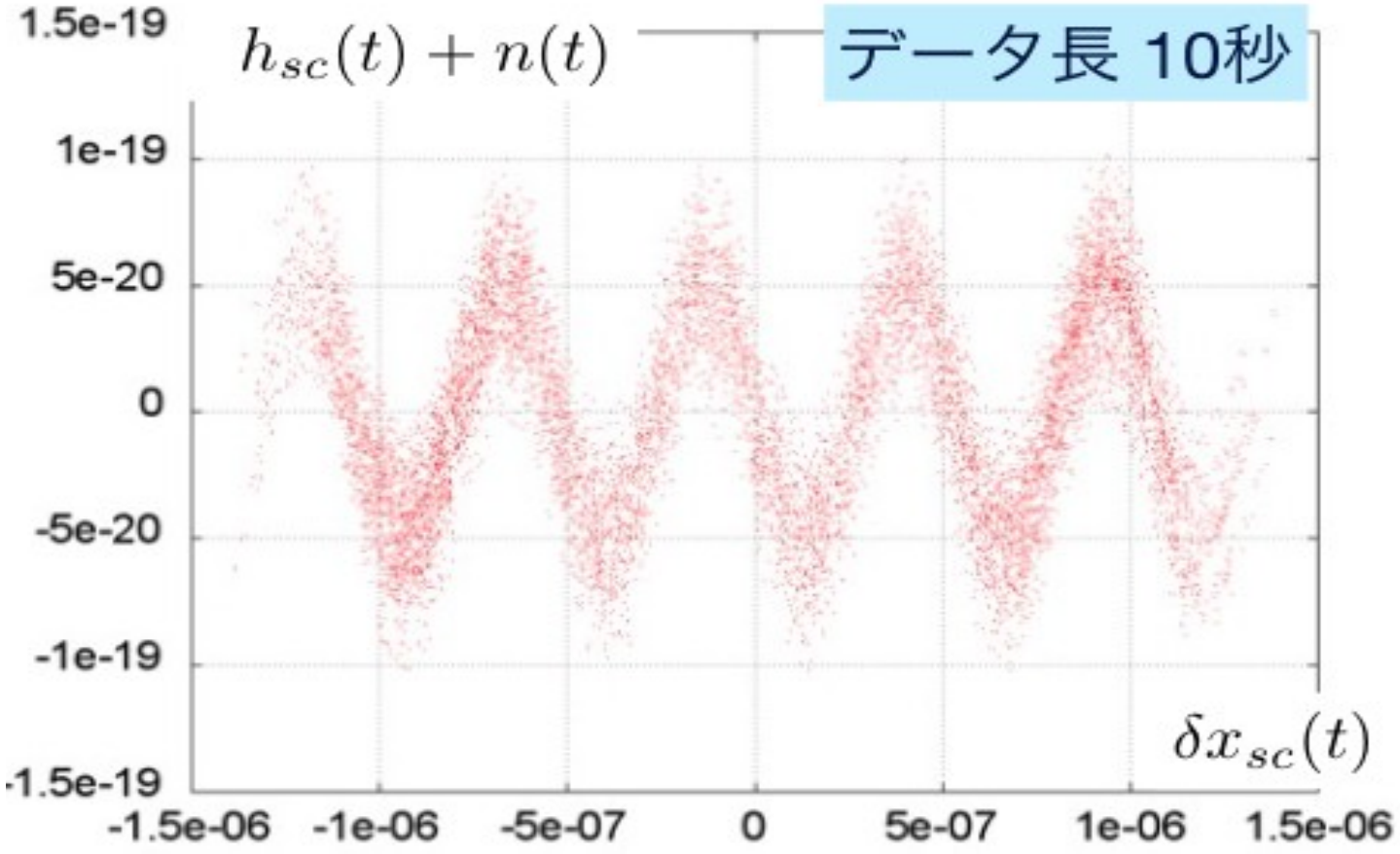
探査パイプラインによる
トリガーイベント



Virgo CQG 2010

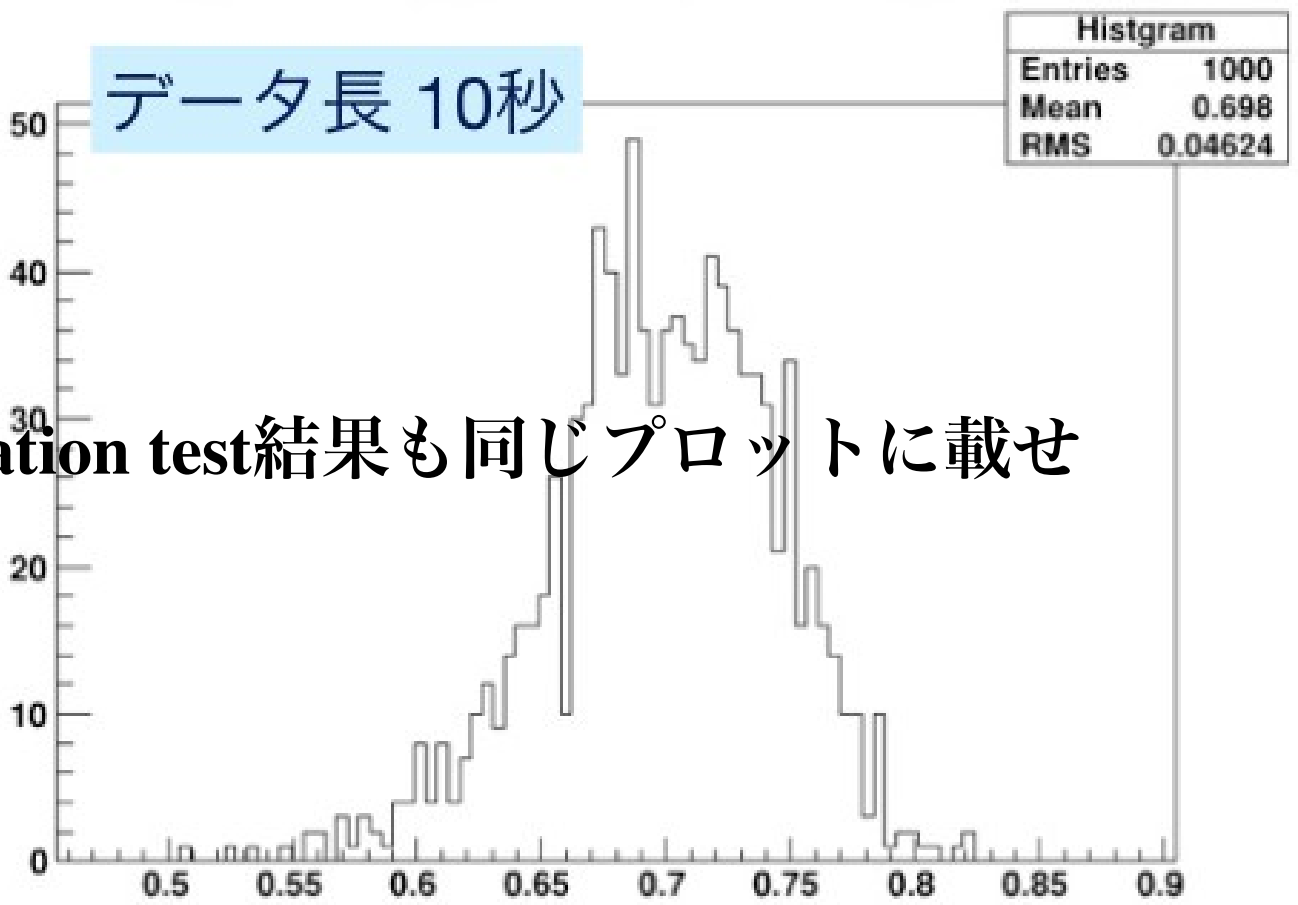
チャンネル間相関の様子

- 線形相関でないため、従来のピアソン積率相関では検出できない。



譲原

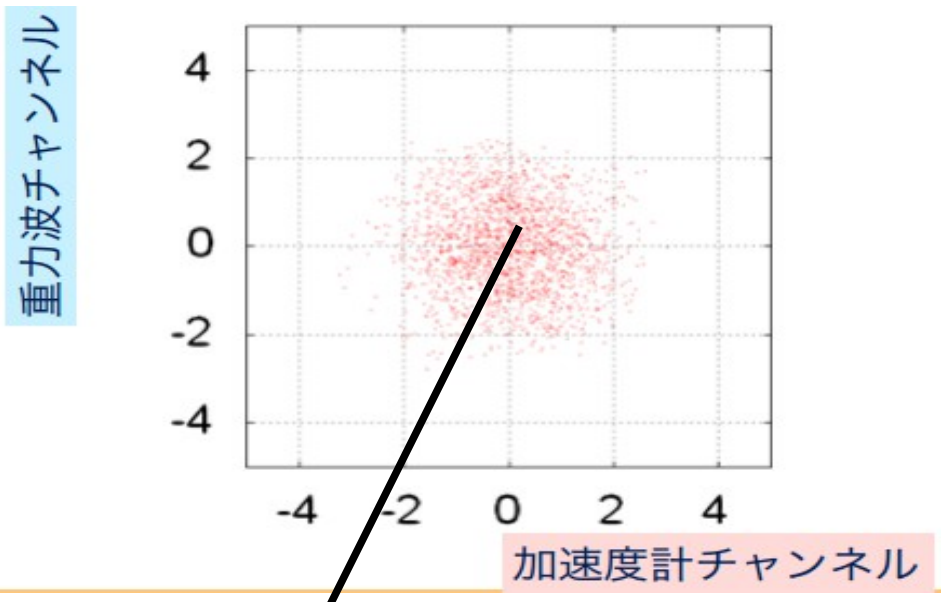
HasKALでは検出できます。

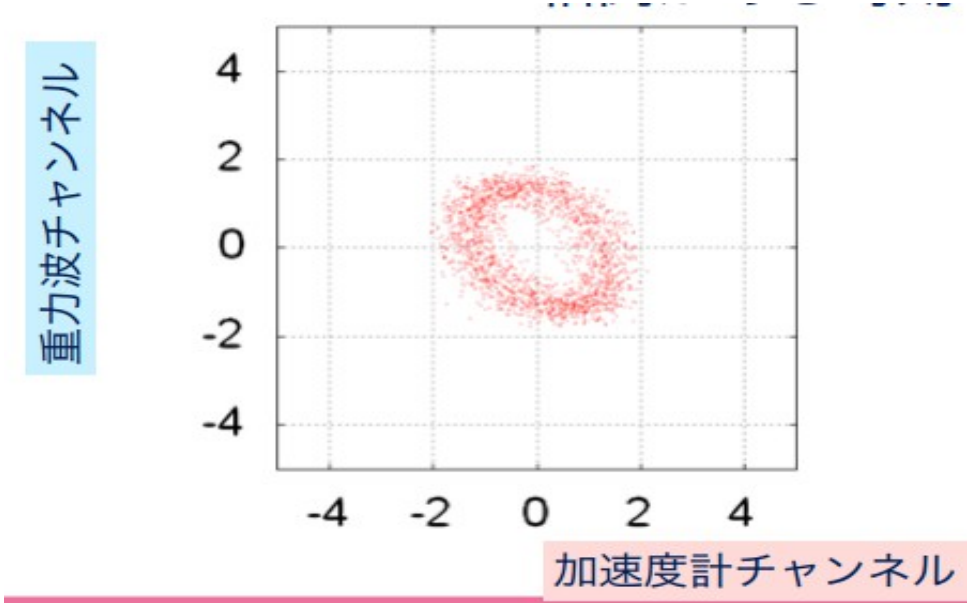


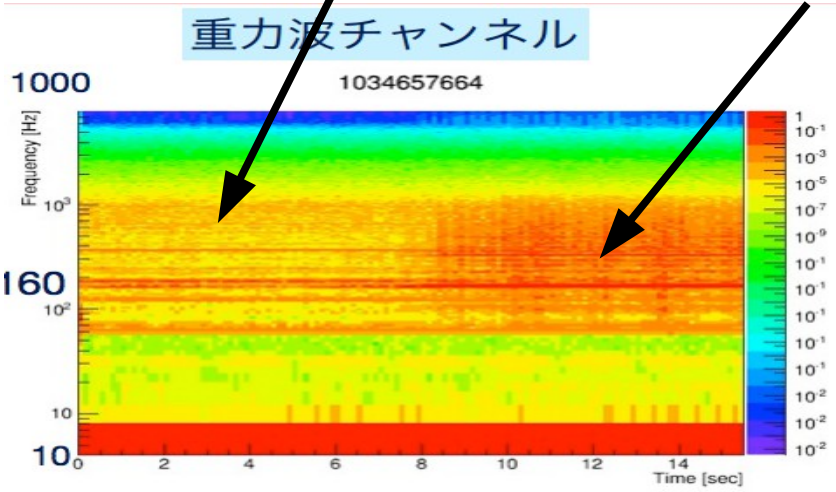
Permutation test結果も同じプロットに載せる。

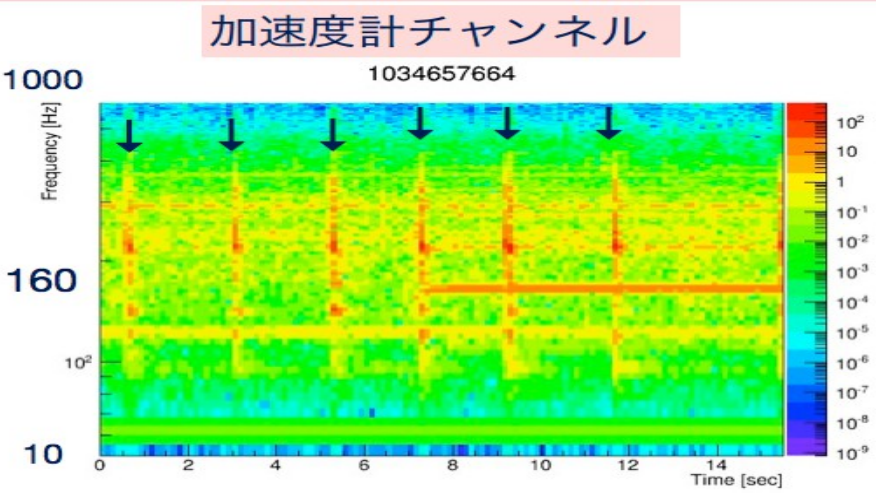
譲原

CLIOのケース

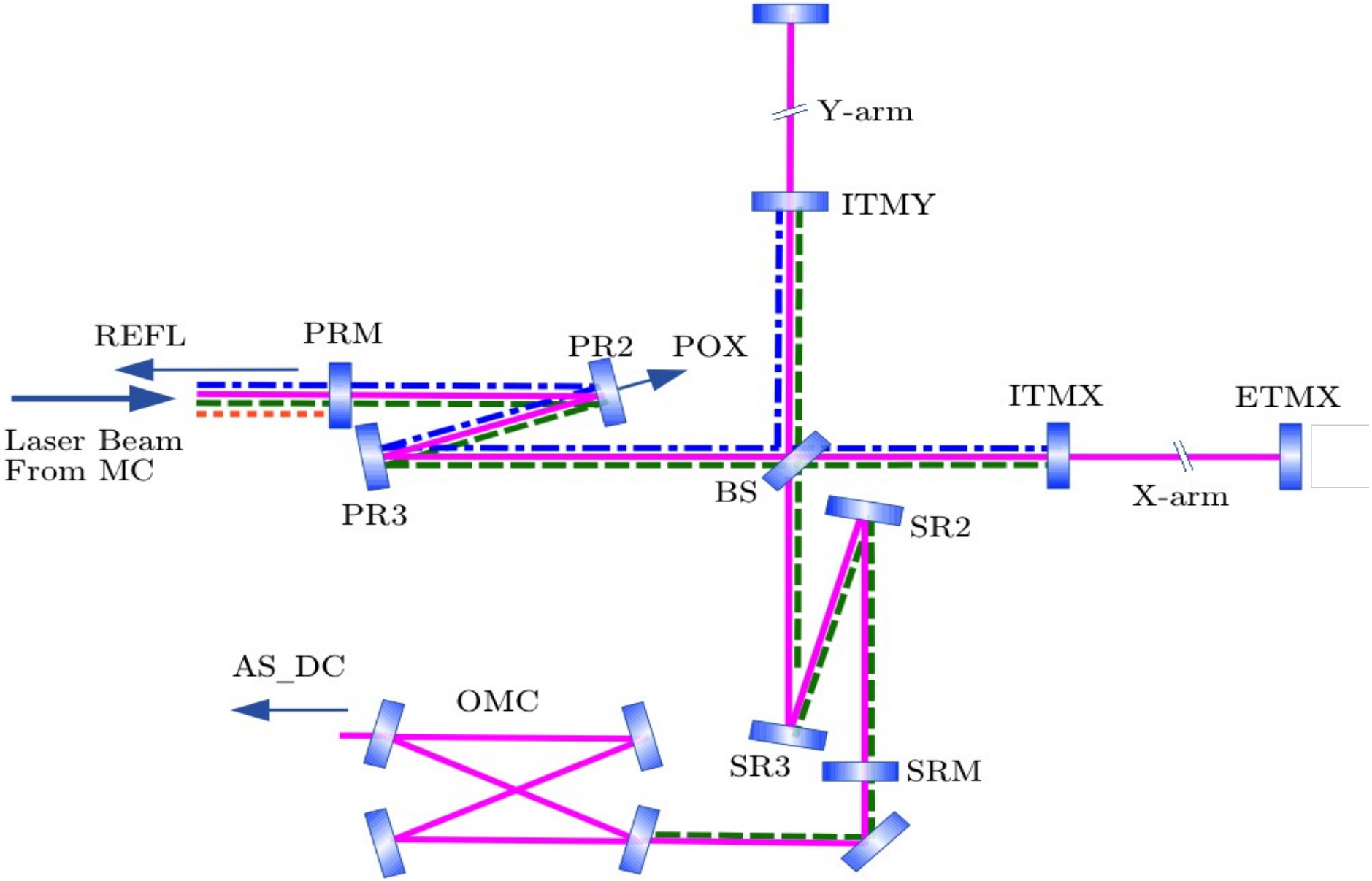

重力波チャンネル
4
2
0
-2
-4
-4 -2 0 2 4
加速度計チャンネル


重力波チャンネル
4
2
0
-2
-4
-4 -2 0 2 4
加速度計チャンネル


重力波チャンネル
1034657664
1000
160
10
Frequency [Hz]
0 2 4 6 8 10 12 14
Time [sec]

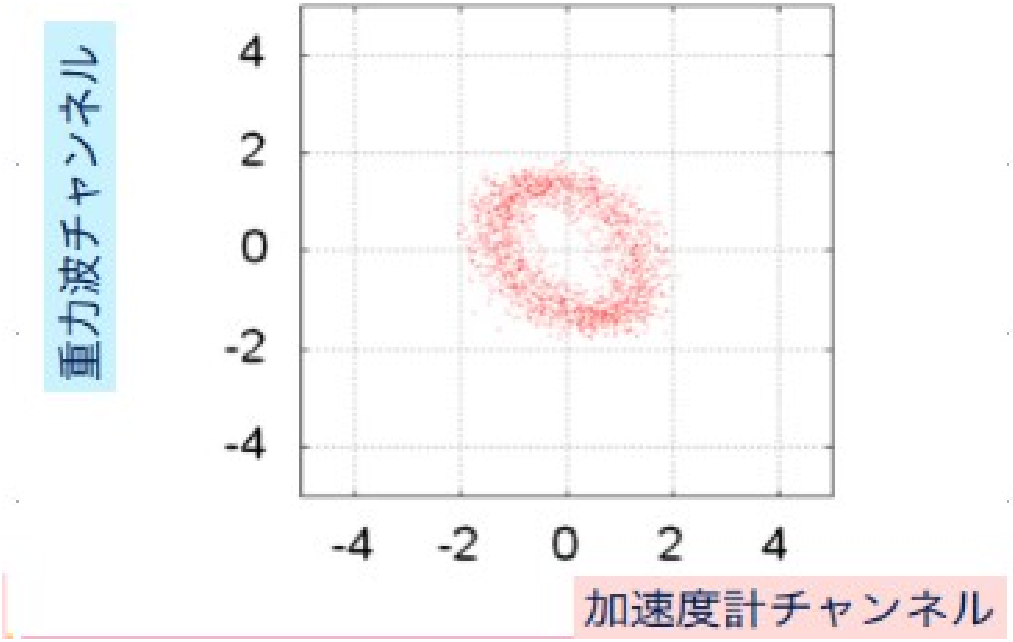

加速度計チャンネル
1034657664
1000
160
10
Frequency [Hz]
0 2 4 6 8 10 12 14
Time [sec]

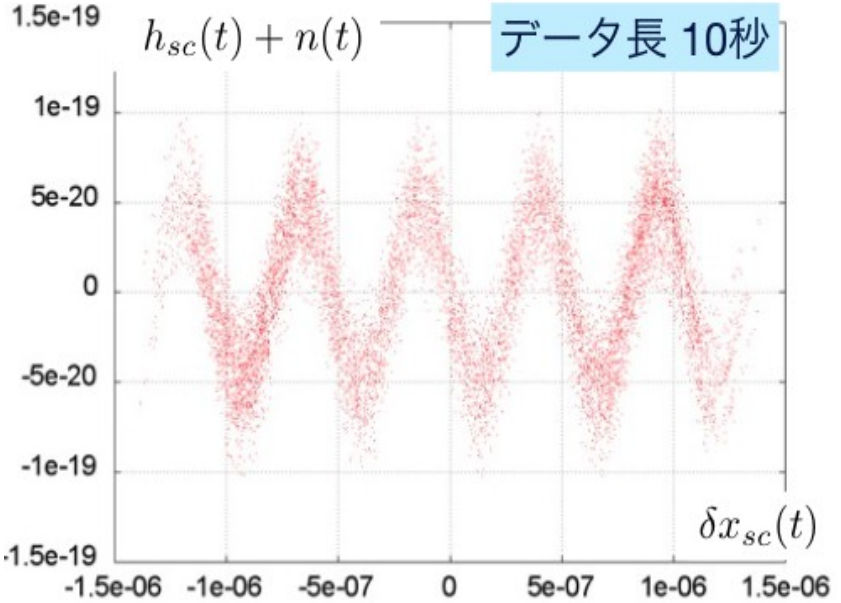
地面振動→散乱光雑音


Y-arm
ITMY
REFL
PRM
PR2
POX
ITMX
ETMX
Laser Beam
From MC
PR3
BS
X-arm
SR2
AS_DC
OMC
SR3
SRM

相関の情報を用いる

- チャンネル間の相関の仕方の情報を得ることで、より深く雑音源のローカライズができるようになると期待される。
- コインシデンスイベントが偶然のものなのかどうかの情報も得られる。

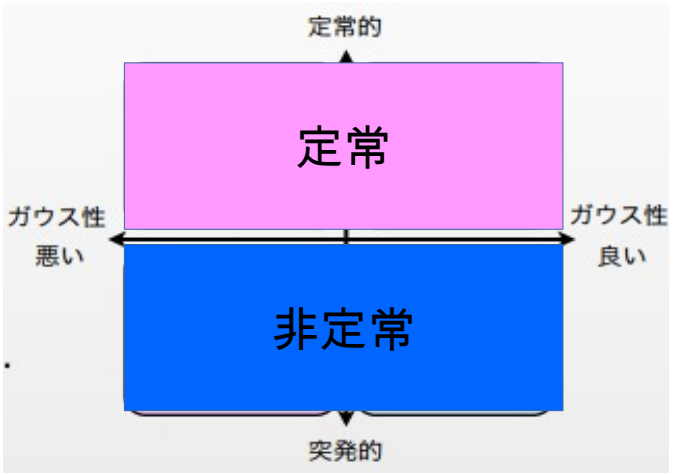


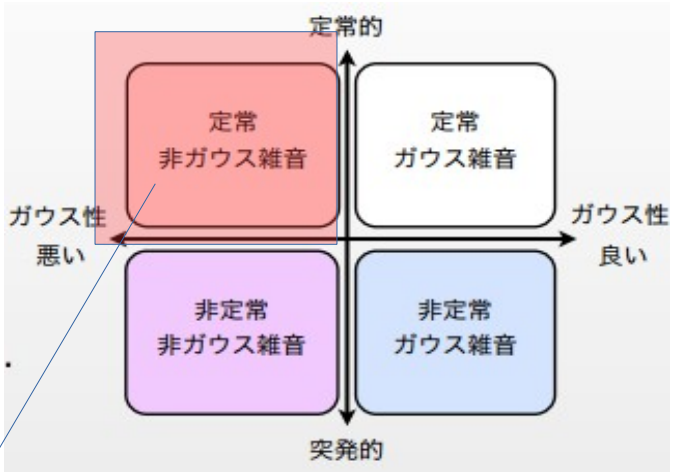


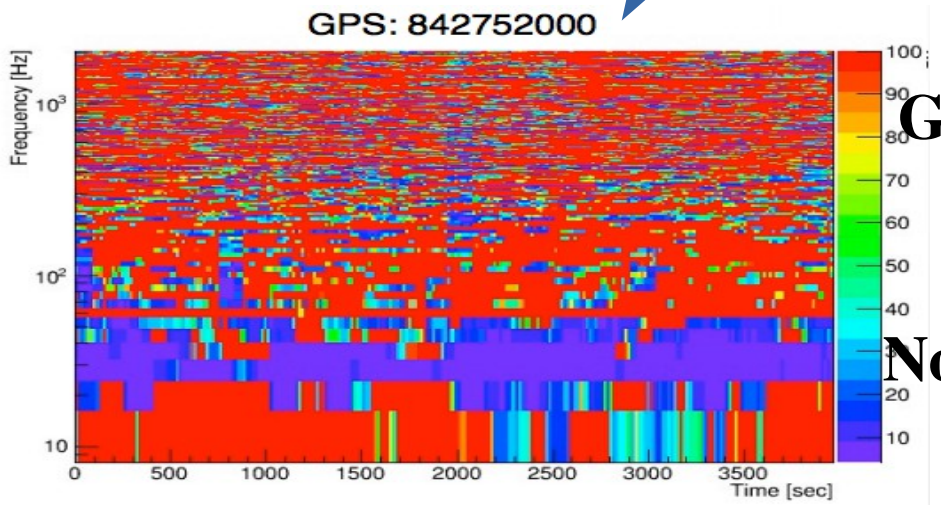
非ガウス性はどこから来るのか？

山本氏トーク

非ガウス性を1パラメータで特徴つける（Student-t分布）







Gaussian

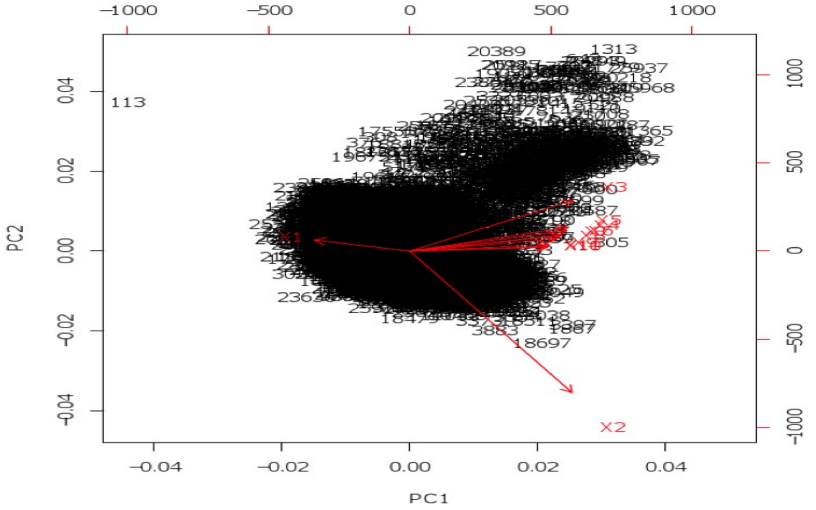
Non-Gaussian

非定常雑音はどこから来ているのか？
ー師なし機械学習で雑音源を絞り込むー

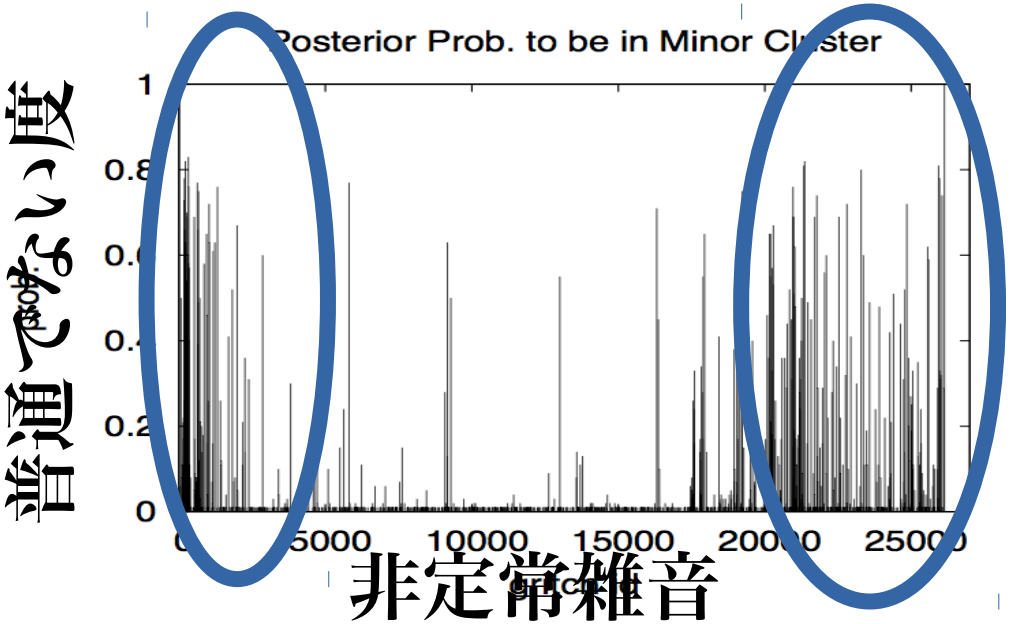
間野(統数研)氏トーク

- マイナークラスタに属するものは集中して出てくることを突き止めた。（望遠鏡の状態悪化時）
- 非定常雑音の特徴付けに、新しく時間（状態）の要素を加えた研究！

TAMA300のデータから採集した2万6000の非定常雑音カタログをクラスタリング

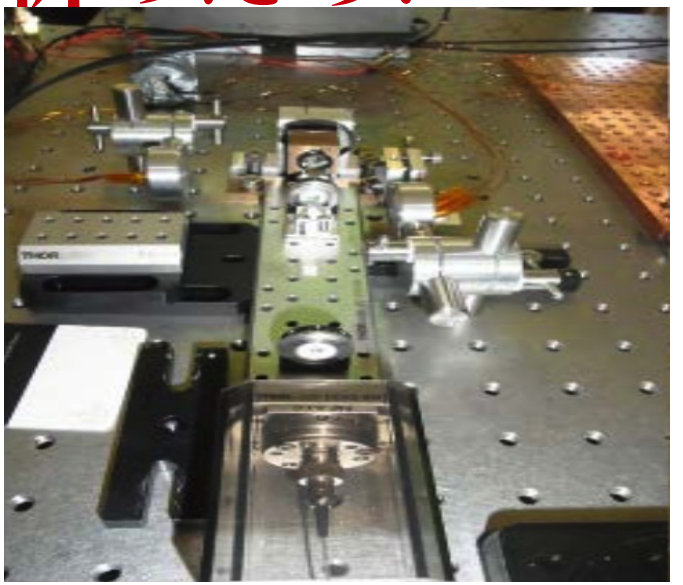


干渉計の状態の悪化で普通でない雑音群が生じる

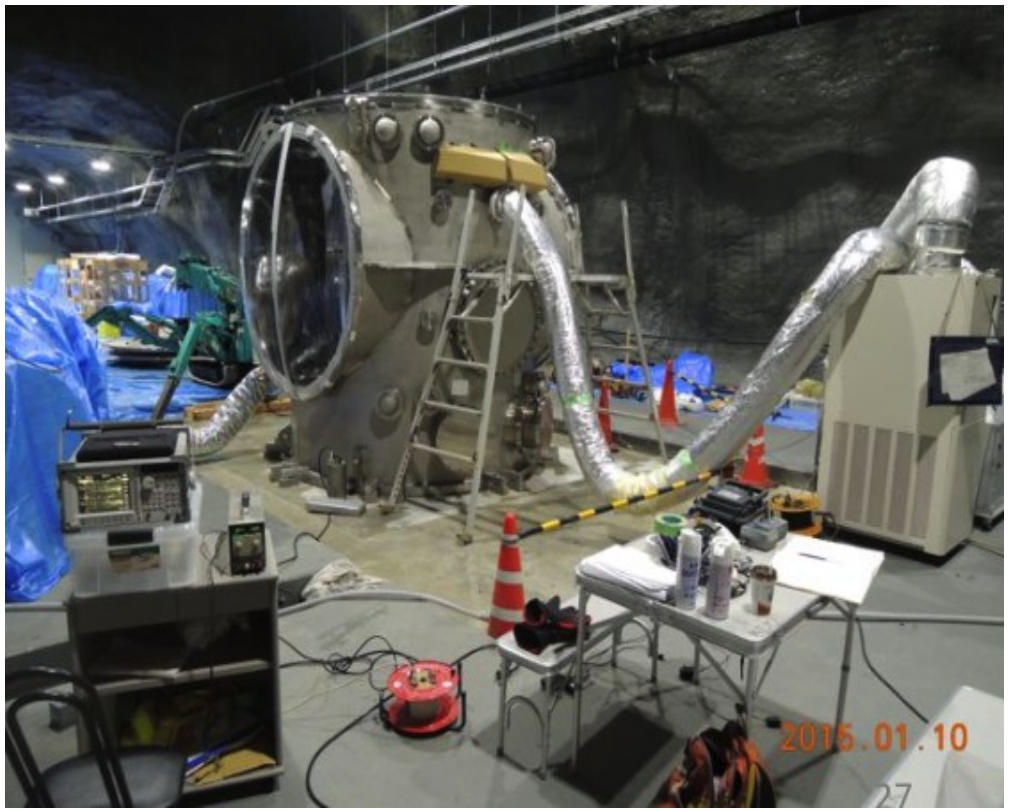


サブシステム診断に向けて

サブシステム診断に向けて
低温干渉計の雑音解析のために

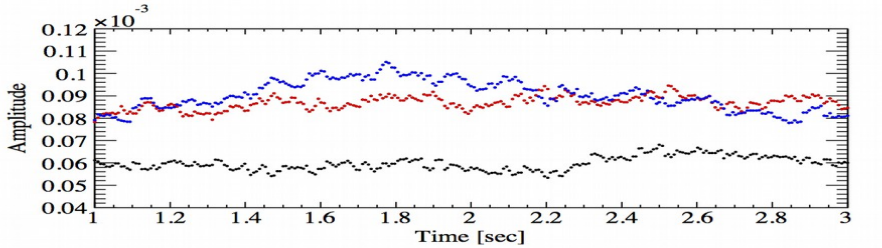


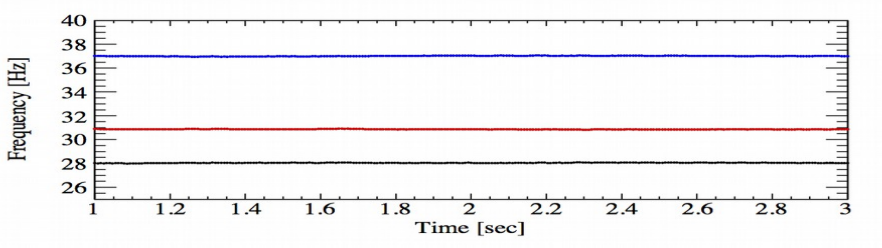
クライオスタットの内部の振動環境を干渉計型センサを置いて調べる。
辰巳（NAOJ）

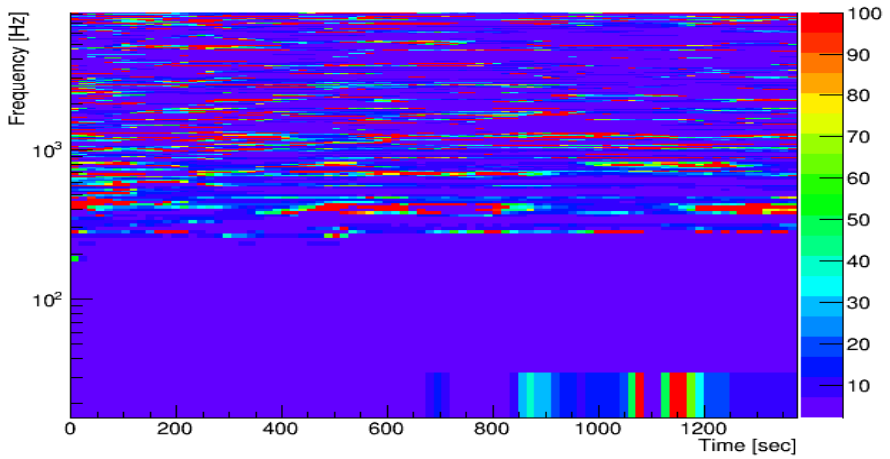


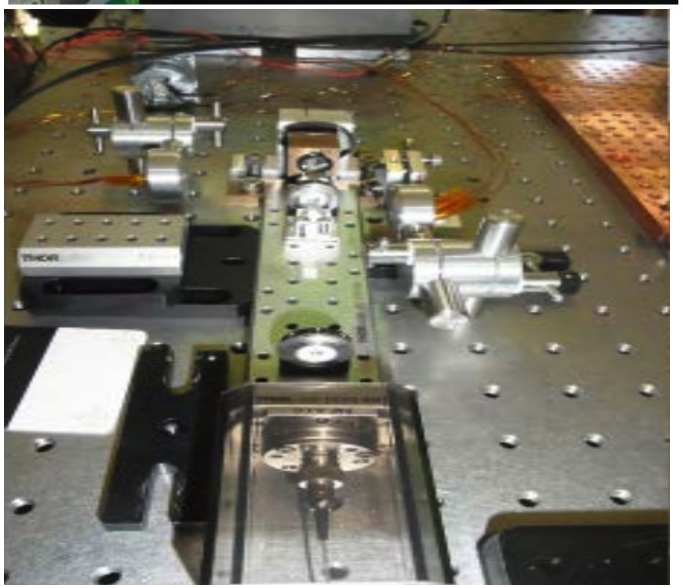
低温干渉計の雑音解析に向けて

- センサをTAMAに置き、テスト運転を行い、データをモニタ。



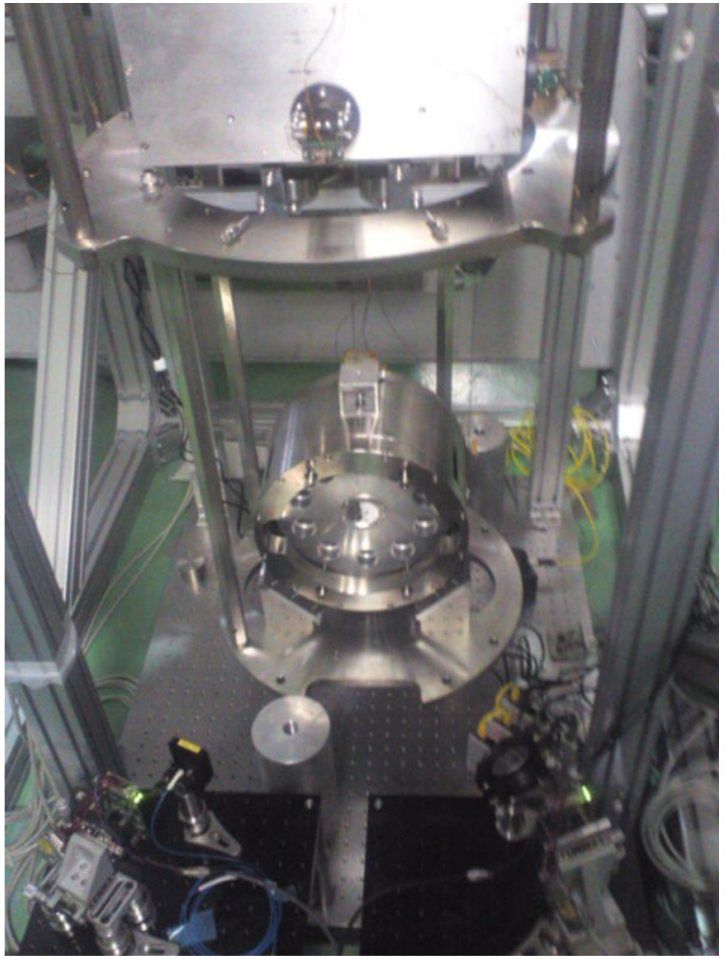






サブシステム診断に向けて
防振系プロトタイプ実験

- デジタルシステムを用いてTypeB SASのテスト
- Detcharシステムをアップデート中



KAGRAサイトでの環境把握（例：磁場測定）

Atsuta, Somiya, Yano(TITECH)
Yamaguchi, Oda, Hayama, Kanda
(U. Osaka City)
Ogawa, Araya, Ueshima (ERI U. Tokyo)
Uchiyama, Miyakawa, Miyoki, Saito (U. Tokyo)
Nishizawa (Caltech)

- 熱田氏のトーク

早期の地面振動長期モニタ

今後の予定

- 4月以降順々に始まる環境モニタの試験運転に参加し、DetCharシステムの問題点の洗い出し、改善。
- サブシステム診断ツールとしてセットアップ。実際の使用で得られるフィードバック。
- オンラインDetector characterizationクラスタにインストール。
- 12月iKAGRA観測とともにモニタ。

iKAGRAターゲット

Operation and test of detector characterization system for detector diagnostics and environmental monitor for more than two weeks, processing 50 channels of monitor signals and 360 TByte/hour data.