LCGT計算機について

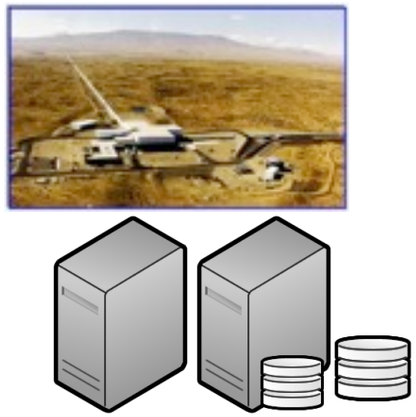
内容

- LVCのデータの行方
- AEIのクラスタATLASについて
- TAMAへの計算機設置について

端山和大

LIGOデータの行方

LHO,LLO



On site

DMT(data monitoring tools)

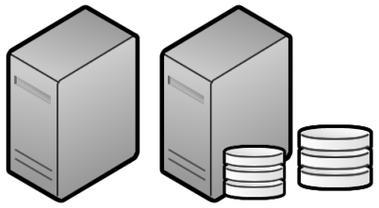
FOM

注1

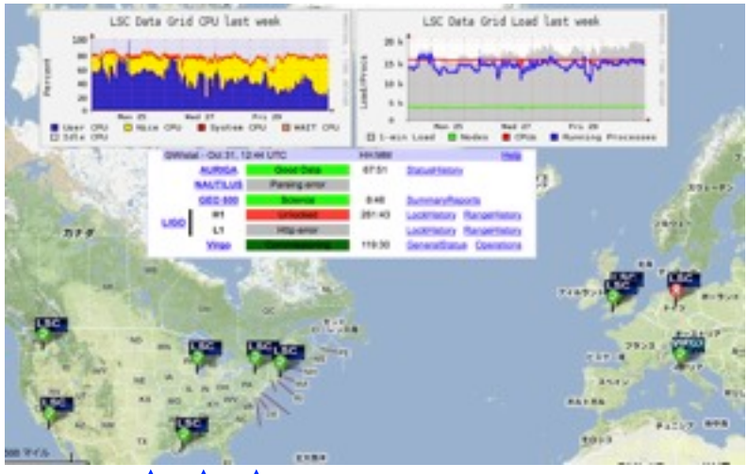
Data distribution

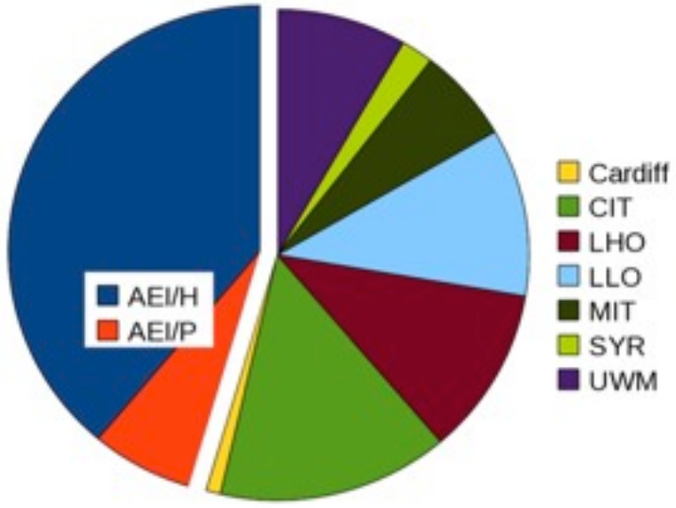
LDR
(LIGO Data Replicatior)

CIT



LDG(LIGO Data Grid)

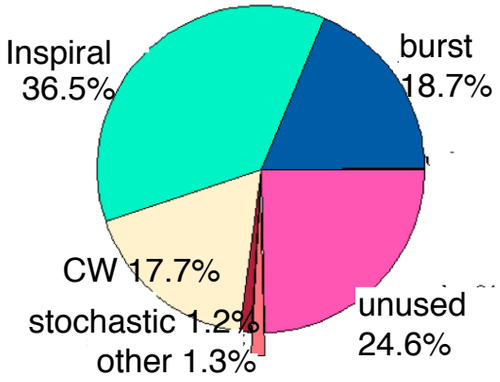




Data Analysis

Grid Certificate
アメリカ：DOE(Department Of Energy)
（日本：KEK、AIST、NAREGI）

CIT Total Usage
(Available THz—hrs: 15466.0



（注１） フォローアップ観測に向けてlow-latency on-line analysisが必要となって、特にh(t)の供給状況が変わった。(ref:G0900893)

- Official h(t) : LDAS(LIGO Data Analysis System)を用いて5-10minのlatencyで作られ、LDRを通してLDGに供給。
- Online h(t) : DMTを用いて30s-1minのlatencyで作られ、ダイレクトにCIT、UWM、AEI、Syracuseに供給。トータルのlatencyは平均で<1min。

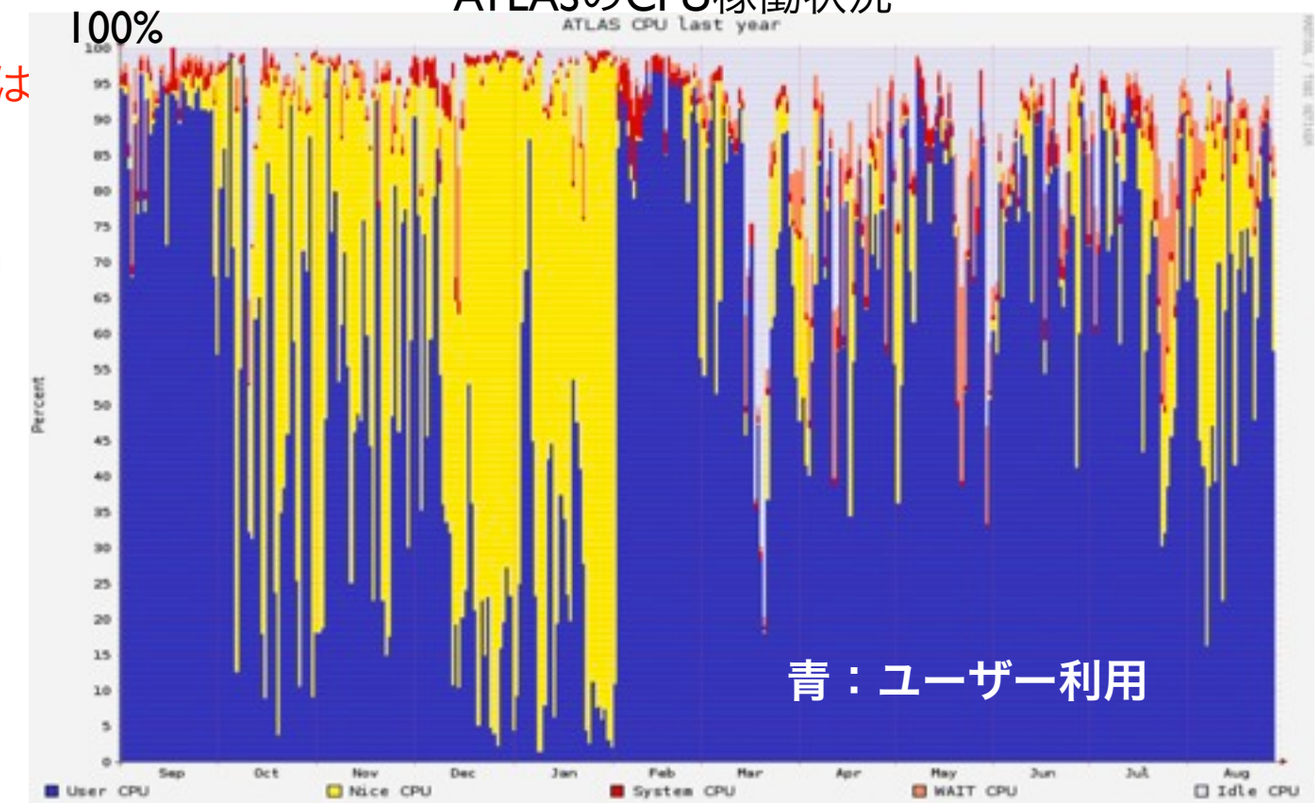
-

ATLAS

- 2006年にルームプランニングから始まって、2007年の終わりに1342ノード*1、300TBファイルサーバが完成。トータルで1.75M Euros(~2億円)。
- 2008年、処理能力は32.8TFLOPSで、イーサネットベースのクラスタでは世界最速。（全体では世界で58番目の速さ(今255番)）
- 約350名のユーザが利用。常時15−20人がアクティブ
- 重力波データ解析(LSCの中の40%)、Einstein@Homeの計算が行われているだけでなく、アレシボ パルサーサーチなど他の研究にも利用されている。
- Science runごとで、GEO, LIGO,VIRGOデータの保存、解析に数100TB必要だった。Advanced detector eraでは1年に数PB必要と推定。

ref:C.Aulbert at Fachbeirat(2010)

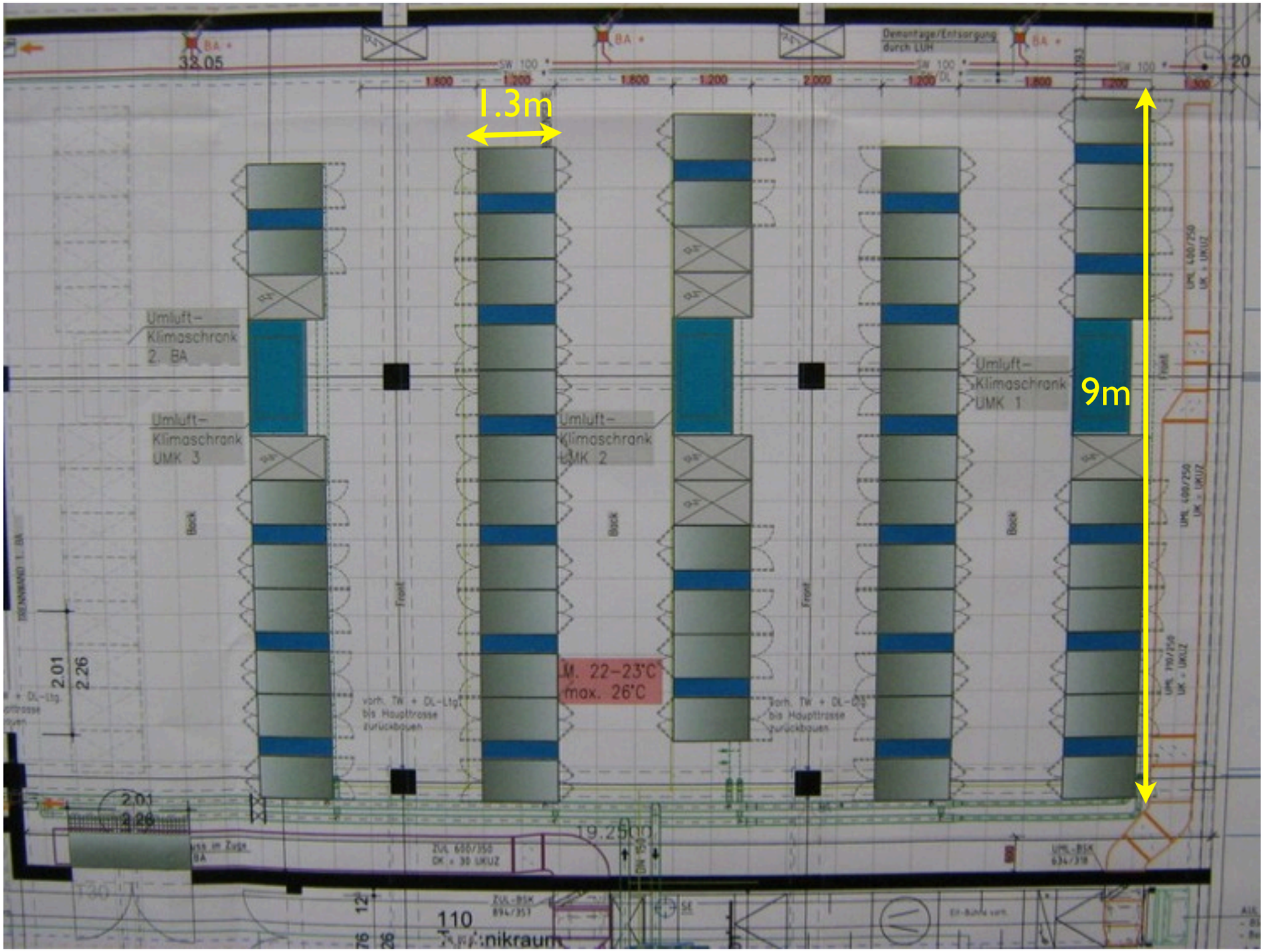
ATLASのCPU稼働状況



*1ノードのスペック

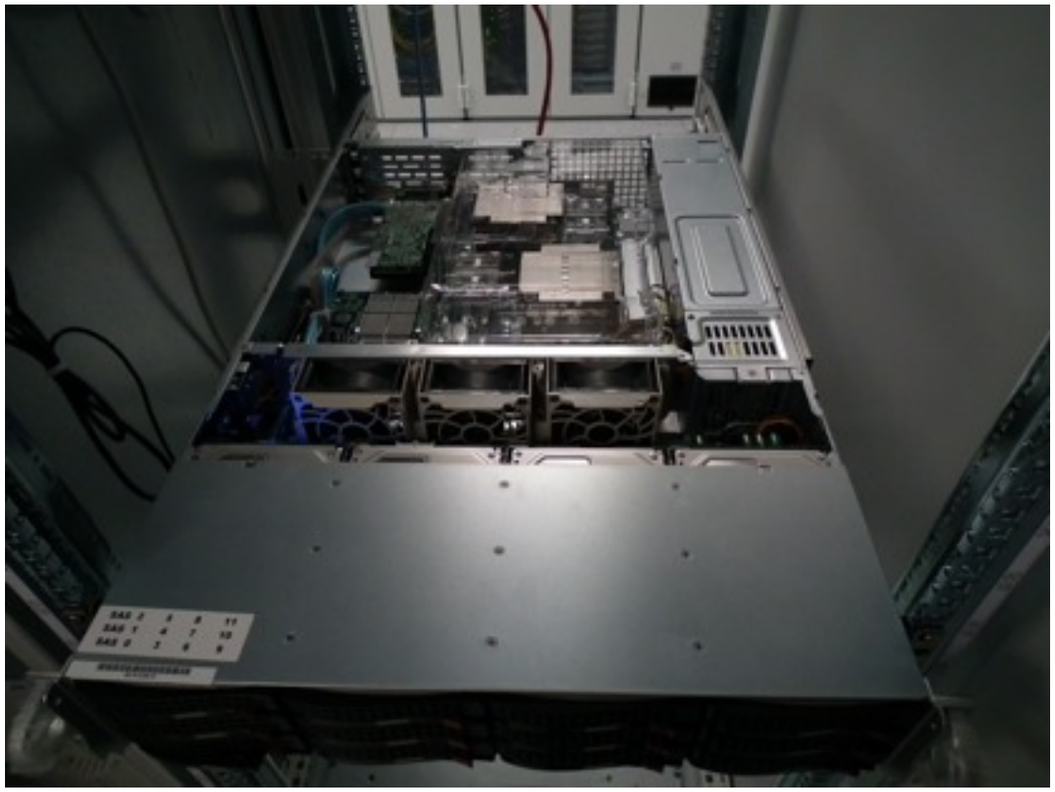
Pyramid Computer 811X Arbeits-Nodes
Intel Xeon X3220 2,4 GHz Quad Core
8GB RAM, 500 GB HDD
1 NIC 1Gbit Daten
1NIC100Mbit Wartung
計5368 CPU Cores

ATLASの設置部屋


1.3m
9m
Umluft-
Klimaschrank
2. BA
Umluft-
Klimaschrank
UMK 3
Umluft-
Klimaschrank
UMK 2
Umluft-
Klimaschrank
UMK 1
M. 22-23°C
max. 26°C
Front
Back
2.01
2.26
19.250m
110

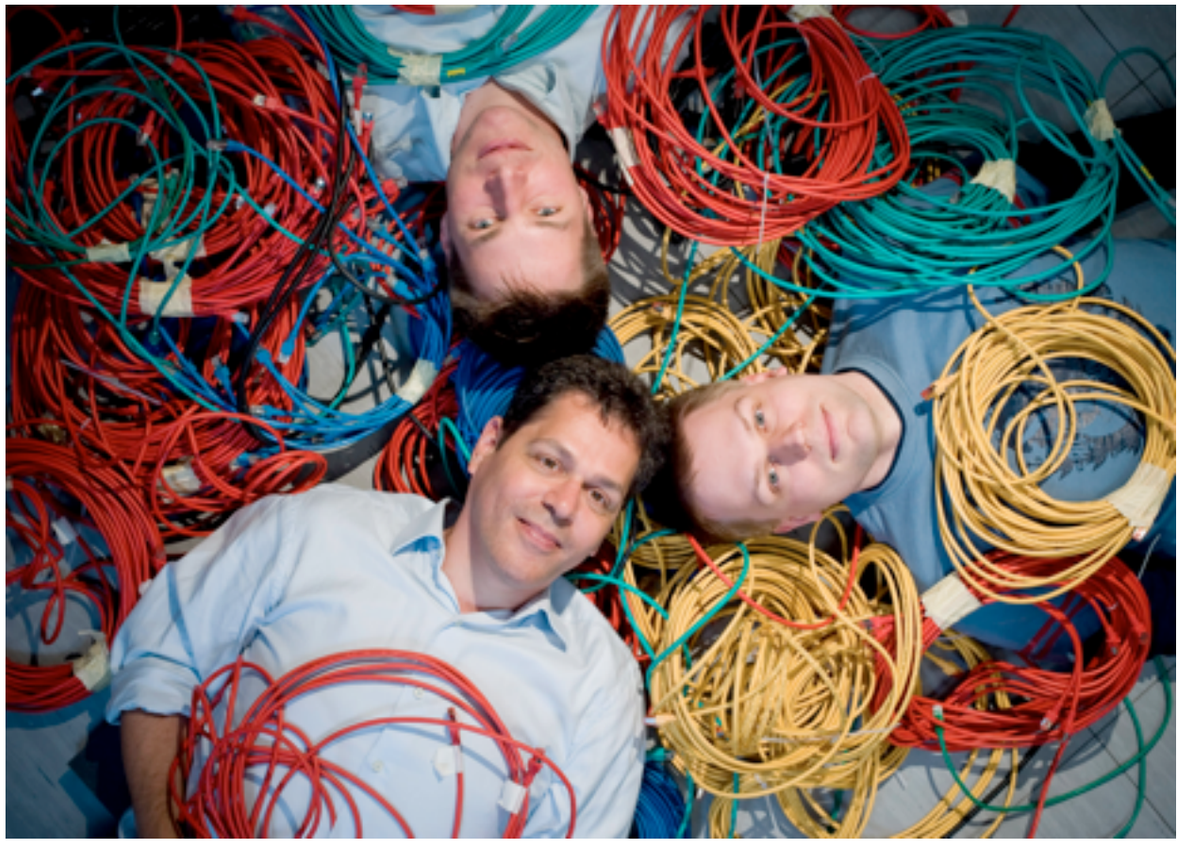
Sun

Abluft



20 °C

ATLAS
powered by RIMATRIX5



TAMAへの計算機設置について

- 利用目的

  LCGT、aLIGO、aVIRGOのデータ解析がメイン。また共同利用計算機としてLIGO、VIRGOの人にも自由に使ってもらう。

- 設置スペース

  ATLASでは縦横高さ：1.3m x 9m x 2m が6列

- データストレージ

  全ての望遠鏡のデータ、解析を考えると、数PByte/year

  (現在on-siteでのストレージの見積もりは数PB/10yrとなっており、LCGTのみのデータであればそれで十分だと思われる。8*16384*3600*24*365*10=4.1e+13B=4.1e-2PB)

- 消費電力

  ATLASでUPS、coolingシステムを入れて600kW。(~1CPU100Wx1000)　ATLASはaLIGOに向けて1MWにする予定。

- データトランスファー

  Super Sinetを用いれば問題無し。光結合VLBIの技術を利用(？)。Note: オンライン解析はh(t)-generationでリミットされる。

- グリッドコンピューティング

  LVC内の大きな計算機はグリッドコンピューティングで連携しており、どの計算機にも同じ認証でアクセスできるようになっている。認証はCertificate Authority(CA)が統括しており、日本ではKEK,AIST,NAREGIがCAになっている。

TAMAへの計算機設置（続き）

- 計算機の構成

  プログラムの実行にはCondor[*1]というジョブ管理システムを用いる。condorはジョブをクラスタ内の空いているノードに振り分け、効率的にシステムを使う。計算機を大勢の人が使うことを考慮すると、一つ一つのノードはそれほど速くなくてもノード数が多い方がlatencyが低くなる。

- 価格

  まだ調べてないが、http://www.hpc-technologies.co.jp/で見てみると、

AMD Opteron

HPC-ProServer DPeR815 標準価格 (含2.5inch SAS 500GB HDD)													
製品番号	CPU番号	CPU Clock (GHz)	CPU数	コア数	コア総数	総理論演算性能 (GFLOPS)	理論演算性能単価 (GFL./円)	HT3 (GT/s)	メモリ容量 (GB)	メモリ Clock (MHz)	メモリ総理論帯域幅 (GB/s)	メモリ理論性能単価 (GB/s/円)	販売価格 (税込)
6174Q64GR2	6174	2.2	4	12	48	422	3,878	6.4	64	1333	170	9,579	1,638,000
6174Q128GR4	6174	2.2	4	12	48	422	4,895	6.4	128	1333	170	12,090	2,067,450
6174Q256GR8	6174	2.2	4	12	48	422	6,903	6.4	256	1333	170	17,052	2,915,850
6174Q512GR16	6174	2.2	4	12	48	422	12,556	6.4	512	1066	137	38,712	5,303,550
6172Q64GR2	6172	2.1	4	12	48	403	3,849	6.4	64	1333	170	9,075	1,551,900
6172Q128GR4	6172	2.1	4	12	48	403	4,914	6.4	128	1333	170	11,587	1,981,350

[*1] http://www.cs.wisc.edu/condor/

リアルタイムのフルデータ解析に向けて

- inspiral searchでは現在のシングルPCを用いるとリアルタイム解析にはmatched filter analysisで>50CPU、χ^2検定で50CPUが必要。さらにイベントのソースポジションの決定などのpost processingにもCPUが必要。
- リアルタイムでフルデータ解析を行うためにはGPGPU(General Purpose Graphics Processing Unit)クラスタが経済的にも効率的にも優れた解になりうる。
- GPGPUはゲームの世界でリアルタイムグラフィックレンダリングを行うためにデザインされた並列計算専用のユニットである。2007年にNVIDIAが汎用のC言語インターフェースCUDAを提供した。それを機に様々なサイエンスに使われ始め(天文ではN-body simulation、signal convolutions for radio telescope arrays、...)、重力波業界でも2008年から提案されて開発が進められている。(AEIを含めていくつかの機関が行っている。)
- inspiral searchの計算コストの80%を占めるFourier変換がGPUを用いることで劇的に速くなる(論文[*1]ではテンプレート数〜700のinspiral searchで〜16倍だが、最新のものを使えば〜100倍早くなると考えられる。)
  ⇒ CPUの1/100で速報レベルのスピード解析が可能になる。
  (もちろんCalibrationの問題が解決する必要)
- 値段的にも同価格で性能比はかなり上(数十倍以上)

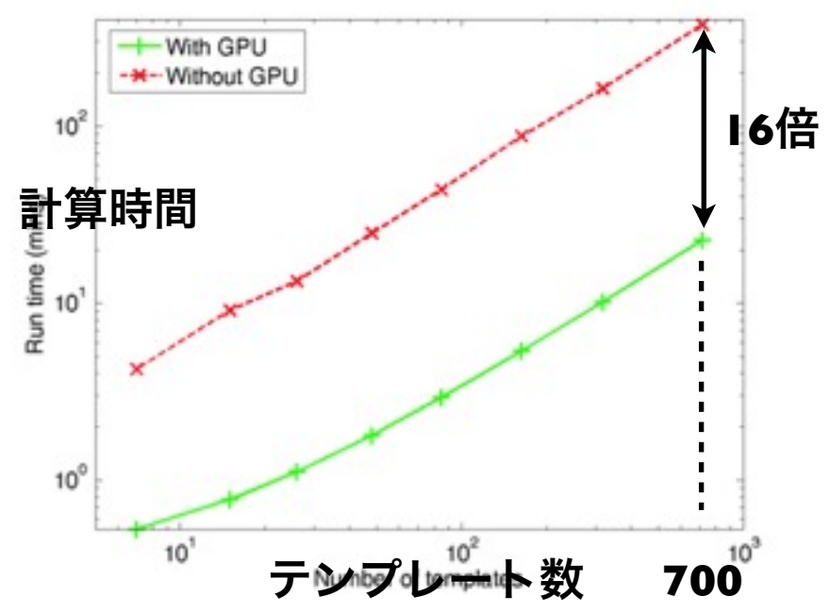


Figure 6. The run time for executing the inspiral search with χ^2 veto enabled, both with and without GPU acceleration. The green solid line shows the run time of inspiral search with the GPU, while the red dashed line shows the run time of inspiral search without the GPU.

[*1]CQG 27:135009(2010)

LCGTデータ解析以外への利用

- LCGTよりもさらに計算コストが膨大になるDECIGO
- .....