

- 2/5(午前)

--S.Finn--

Binary システム、Pulsar、Stochastic Background、Core collapse Super nova などの GW 源に対し、LIGO I や LIGO II がどの程度の Detectability を持つかを示す。要するに LIGO I ではほとんど GW event は期待できないが、LIGO II だと有望になる。

--V.Kalogera--

Binary system の Event Rate の説明。NS-NS は 2.4×10^{-7} event / year になるが、Pulsar の Beaming で 6 倍、Faint Pulsar の存在で 1-200 倍、recycled pulsar とかも考えると 1.5-3 倍増えうる。こう考えていくと、NS-NS、NS-BH、BH-BH の event rate は、
NS-NS 10^{-6} --- 10^{-4} per galaxy.
NS-BH 10^{-7} --- 10^{-4} per galaxy.
BH-BH 10^{-7} --- 10^{-5} per galaxy.
LIGO II は 1500Mpc の BH-BH が見える。

--G. Harry--

Rotate する Super Nova が、核の不安定性により一瞬棒状に変型した球形にもどる現象が発生し、その瞬間に GW がでる。それを Detect するための装置として、Spherical Resonant Mass Antenna を紹介。Q- 10^7 のアルミを 50mK まで冷やし、感度 $h = 10^{-23}$ [1/rHz] を目標にする。

--F.Rasio--

Binary System の merger のシミュレーションで、質点の数を 10^4 --> 10^5 では、GW 波形に優位な差がでるが、 10^5 --> 10^6 では差がほとんどなくなる。

--H.Davoudiasl--

Extra dimension が現次元の他に存在し、縮退して見えない。しかし、存在しているのでその重力を現次元の物体は感じ、そこからも GW がくるらしい。しかも、将来 Dark matter と思われるものは、見えるようになるらしい。(全然わかりません)

--S.Zwart--

N 体シミュレーションによると、銀河周縁の globular cluster では、発生した BH はすべてその cluster から放出されるらしい。それを基に BH-BH system の個数や merge rate の計算をすると、LIGO II で 1 event /year は受かるらしい。

- 2/5(午後)
- 2/6(午前)

--S.Sigurdsson--

Galaxy formation と evolution について。1 銀河あたり 10^3 -- 10^4 個の BH があるらしい。Super massive BH の発生起源についての議論。

--R.Matzner--

BH-BH collision の話し。計算では必ず singularity の問題があるので、それを回避するいくつかの方法を紹介。 10^6 太陽質量の BH-BH coalescence では 10^{-17} [$1/rHz$]、 10^4 で 10^{-18} [$1/rHz$]の GW が発生。周波数は 0.001 --> 0.1 Hz。すべての銀河は 10^3 - 10^7 太陽質量の massive BH が存在し、たいがい、merger があるのでは。BH-BH coalescence では、Horizon の振動がある。

--N White--

NASA の将来大計画について。Gravity の研究に本格的に取り組む。得に BH にからむ観測を行う。Swift 計画 (gamma ray burst detection)、GLAST 計画 (X-ray imaging) -- Maxim Path Finder 計画、さらに X-mission へ。

--C. Lousto--

--M. Tinto--

--P.Bender--

- 2/6(午後)

--GEO600--

Recycling Mirror + 1Arm End Mirror + 1Near Mirror + 2MC + Laser まで完成。MC system は 50 時間連続運転。Auto Alignment System for 1.2 km Arm --> 10^{-8} rad/rHz ($f < 10$ Hz) の安定度。LIGO E5 の時には Recycling までだが LIGO E6 の時は Signal Recycling を入れたい。2001 年 12 月に LIGO と coincidence をとる。Garching 30m prot type は 12m になって、DR Recycling の研究をする。

--LIGO--

2001/12 に GEO600 との coincidence run、2002 Science run、2003 Data run を行う

予定。20001/1月にHanford 2kmが40分のfull lock。Lock Schemeは、PRM --> PRM with locked 1Arm --> Full lockです。Signalのsign changeを予想して、servoを切り替えている。ただ、Recycling Gainが予想以下。0.5-1Hzで、alignment controlによる発振あり。またshadow sensorが散乱光を受ける影響もあって、現在新しいshadow sensorを作成中。PD側にcoatingをするみたいです。Tidalによって、ロックが外れる。

--TAMA300--

--VIRGO

Center roomでのmirror installは完了。MC mirrorのcurvatureが間違っていたのを取り替えた。

--Bardetectors--

- 2/7(午前)

--Miyoki--

--W.Johnson--

Suspensionにribon(BeCu)を使うことの可能性について。RobustでHigh Qだが、clamping lossやsurface depended lossがあったりする。Thermal linkはsuspension fiberでなくて、別にribbonを使うことを提案していた。その他いろいろ提案していましたが、常識的なことが多かった。

--M.Pinard--

Thermoelastic NoiseについてThermodynamics fluctuationとphotothermal fluctuationにわけて、サファイアとシリカで比較。サファイアの場合、室温では、Thermodynamics fluctuationが1-10kHzすべてを支配。一方1Kでは、SQLが支配し、thermoelastic noiseはSQLより十分下になる。シリカは室温で、brownian noiseが支配し、1KではPhotothermal noiseが支配(一部 brownian noise)する。SQLの支配する冷やしたサファイアが観測帯域ではベスト。Thermoelastic noiseを直接はかる実験を提案していたが、目標感度が1kHzで10-20 m/rHzだったので、Hough先生が、文句をつけていました。

--R.DeSalvo--

Cryogenic-LIGOはHeat evacuationでその性能が決まるので、熱の発生を極力小さく、

熱リンクは極力大きくとる。Flex joint instrument を提案し、熱抵抗を最大で 1/300 にできるらしい。Optical Refrigerator を紹介。室温で、InGaAs/GaN の Heterostructure のコーティングに 815 nm のレーザーを当てると熱が奪われるらしいです。ただ、入力レーザーパワーはかなり強くないとダメで、低温で動くかどうかは不明。その他、Ultra Sound Machining による研磨や Ar Cluster Polishing などの技術を紹介。とにかくやるべき R&D が多すぎるので、国際協力の必要性を強調。

- 2/7(午後)

--S.Rowan--

誘電多層膜 Coating のロスの計測と導出理論の検証を行う。コーティングのロスとコートしないバルクのロスから、コートされたバルクのロスを導出するモデル式は

$$\phi_{coated} = \phi_{bulk} + \frac{Y_{coating}}{Y_{bulk}} \frac{E_{surface}}{E_{bulk}} \phi_{coatingsurface} + \frac{E_{barrel?}}{E_{bulk}} \phi_{eff}$$

ϕ : Loss

Y : Young's modulus

E : energy for ???

1) 基材がシリカ

基材 (Coating : 7940(3G))。コーティング (HR coating 40 層、AR coating for 1064 nm)

mode(Hz)	coated(x10-7)	uncoated(x10-7)
f1(22k)	1.6	0.95
f2	1.2	1
f3	0.5	0.88
f4	1.9	0.95

f5	3.6	0.95
f6(36k)	0.9	0.87

計算されたコーティングロスは $1.7-1.5 \times 10^{-4}$ 。

2) 基材がサファイア

基材 (CSI : m-axis)。コーティング (HR coating 40 層、AR coating for 1064 nm by REO)

mode(Hz)	coated(x10-8)	uncoated(x10-8)
35k	9.4	3.5
54k	15	4.5
68k	14	11
82k	6.4	1.9
87k	9.4	32

計算されたコーティングロスは 3.7×10^{-4} 。

ロスの原因はよくわかっていないが、常識的な候補はいくつかあがっている。

--D.Crooks and G.Harry--

コーティングロスを導出する式に出た”エネルギー”を導出するプログラムの開発。

- 2/8(午前)

--LIGO II--

Advanced LIGO のあるべき姿について。Astrophysical GW results を出すことが絶対。

感度は量子雑音と熱雑音で制限されるものを目指す (3×10^{-24} 1/rHz @ 600 Hz)。スペックは

Recycling gain -- 17

Laser -- 125W

Power @ BS -- 2.1 kW

Mass -- 40 kg, 直径 32cm

Observe -- 300Mpc

TNI も進行中。

--LCGT--

--LISA--

--Resonant Detectors--

--EURO-

去年と状況は変わらず。

- 2/8(午前)

--A.Buonanno--

SQL を 1/2 落とす話。

--E.Black--

TNI の話。Subject は internal の Thermal Noise、Photothermal noise、SQL の observe。phase1 sensitivity = 10^{-17} m/rHz @ 100Hz by using SiO₂ mirror。Phase II using sapphire mirror to detect thermoelastic noise。TNI はレーザー、リングモードクレーナー、二本の高フィネス共振器からなる。

--J.Camp--

サファイアの基材としての可能性について。研究体制

Abs check:Stanford

Polish:caltech

Homogeneity:caltech

Q measurement:glasgow

Birefringence:caltech

Coating loss:シラコース大学

-Abs Loss-小さいサンプルで 15ppm/cm の作成に成功。アニーリング(1600度)が効果ありか？

-研磨-CSIRO で 15cm x 8cm のテスト進行中。1nm rms、0.2 nm microroughness を目指す。曲率 50km +/- 10km を目指す。

-Q measurement- 2×10^8 は出せる。コーティングで 10%くらい Q がおちる。

-Birefringence-ちょうど C-axis で Birefringence が緩和する。m-axis は anisotropic property がある。

-結論-ほとんど OK。

CSI 以外のサファイア供給会社は上海の SIOM。2002/6 にシリカかサファイアかの最終選択。

--D.Robertson--

- 2/9(午前)

--F.Fidecaro--

--C.Taylor--

--G.Mueller--

Modal model を使って、ミラー tilt 揺らぎへの requirement を計算-->10-8rad/rHz?。

--R.Drever--

二段振り子の Upper mass が FP 共振器になっている話。ただし、Input mirror の upper mass 内に BS が組み込まれ、Upper mass の上部にもミラーが固定されていて、片腕 FP-片腕固定腕マイケルソン干渉計になっている。これで、Mirror Mass へのフィードバック信号を 1/10 に減らせたらしい。Several days のロックもできて、Tidal も見えたらしい。

--T.Uchiyama-

CaF₂の可能性について。特徴は、2ppm/cm loss、high thermoelastic noise、Qはわからないので、測定予定。10Kまで冷やせば LCGT の目標を達成できる。

- 2/9(午後)

--M.Cerdonio--

--S.Pollack--

--S.Merkowitz--

--G.Hammond--

--B.Lantz--

LIGO II 用の Active Isolation の話。Requirement は 20dB for microseismic noise, 60dB @ 10Hz。プロトタイプのパフォーマンスは 15dB for 0.3-0.2Hz、55dB for vertical、45dB for horizontal @ 10Hz。

--C.Hardham--

Active alignment for microseismic noise, seasonal temperature change and control reallocation. ベローズタイプのアクチュエーターをスタック？の足につながる外の構造につけて調整する。

- 2/10(午前)

--W.Johnson--

W.Johnson の話は、ミラーのサスペンションでの dilution factor の話をしていました。別に結論に至っているわけではなく、ファイバーの変形を細い棒の曲げとして扱うときに、弾性エネルギーを張力の関数としてみると張力が増えるほど変形の際にストレスが集中してファイバー全体の弾性エネルギーも増える、と言うような話をしていました。そして、計算は未完だが、dilution factor がストレス依存性を持っているのではないかと思う、辺で終わりました(鈴木さんの談)

--G.Harry and D.Shoemaker--

その後の Harry, Shoemaker の話は coating の loss の探究の重要性を強調して、研究項目をいっぱい並べたものですが、native speaker が早口に喋りまくるので、全部はフォローできていません。要点は、
coating loss mechanism のモデル化
material
process
polishing method

chemical treatment

等をいろいろ比較しながら向上の道を探ろうということです。Campさんから、各グループの結果の比較を容易にするため、測定サンプルの標準化を行ってはどうかという提案がありましたが、特に賛成者が多かったことはありません。(鈴木さんの談)

--M.Fejer-

Stanford の Fejer の話の題目は Materials Issues でしたが、冒頭でサファイアの吸収は表面層付近を除いて 20 ~ 25ppm/cm が達成されているが、メカニズムはよくわかっていないし、coating という言わば violent な工程を含み、サファイア鏡開発はまだ多くの問題を抱えている。また、回折損失、thermoelastic noise, SQL については結晶の大きさが効くが十分に大きな単結晶が安定供給されるまでには至っていない。

それに比べると、Si は半導体産業のおかげで既に十分な大きさの単結晶供給が期待でき、物性的にもサファイアに対抗できる。とあって、後の話、全体の 80% くらいは Si grating, Si mirror を使った all-reflective interferometer の話でした Sagnac interferometer に関して私はあまり知りませんが、それほどうまい話ではないように思いました。grating にしてもこれは結晶表面に波長オーダーの傷を積極的につけるわけで、これまでの経験則からいうと Q 値には好ましくありません。

結語めいたものは・Optical materials and coating pose major challenge ・Reflective optics looks useful でした。(鈴木さんの談)

--R.Stebbins-