

第 6 回 LCGT デザインミーティング議事録

- 日時：2001 年 6 月 29 日 15:00 - 18:30
- 場所：東大理学部 1 号館 512 号室
- 参加者：安東、沼田、麻生、新井、新谷、川村、神田、黒田、佐藤（修）、佐藤（伸）、鈴木、高橋、田越、辰巳、辻、都丸、端山、三代木、武者、森脇、山元、Beyersdorf、大橋

1 スペクトル感度とコントア（神田）

- 様々な感度スペクトルに対してコントアを作成した。
<http://masamune.miyakyo-u.ac.jp/LCGT/SNR/>
- 200Mpc の NS-NS inspiral を $S/N=10$ でとらえるのは、どの感度曲線でも可能である。また 100 solar mass 程度なら 1Gpc まで見える。
- MACHOBH や NS-NS の inspiral や、merge phase を見るのを目的とするならば、高い周波数（100Hz 以上）の感度を向上させるべき。
- 100 solar mass 以上のチャープを狙うなら 100Hz 以下の感度を向上させるべき。しかしこの帯域の感度には様々な雑音源がある。
- 非常に steep に落ちるノイズ（seismic）なら問題ないが、緩やかに落ちるノイズ（熱雑音など $f^{-7/6}$ に近いもの）はコントアの様相をがらりと変えてしまう。
- detuned RSE は inspiral に対する S/N が改善されるが、高周波数で感度が悪くなるので merger phase を見ることを考えると不利。
- S/N は同じだが感度が違うといった場合でも、coincidence を行ううえでは問題なし。

2 重力波源（田越）

<ftp://t-munu.phys.s.u-tokyo.ac.jp/pub/LCGTdesign/LCGTsource.pdf>

- BH-BH：Flanagan-Hughes の簡単な波形のモデル化によると、LCGT でも merger phase やそれに続く ring down phase は、テンプレートがあれば高い S/N が期待できる。(100-1000) solar mass なら ring down や merger の方が inspiral より S/N が大きい。
- 超新星：以下のような超新星に関わる現象から重力波は放出される。一番最後のものは起これば前者 2 つより大きい。

- boiling:中性子星の対流不安定性 ($\sim 100\text{Hz}$)。LCGT でも難しい。
- 軸対称コア崩壊、バウンス、振動 ($200 \sim 1000\text{Hz}$)
- 回転により生じる不安定性 ($200 \sim 1000\text{Hz}$)
- 初期中性子星の回転不安定性：高速回転速度星の r-mode 不安定性によって重力波を介して角運動量を放出。1 年ほど継続する。理論的な不定性は様々あるが、もし起これば 20Mpc にあれば LIGOII で $S/N=10$ で検出されるかもしれない。(LCGT も同様であろう。)
- 連続波：例えば ScoX-1 伴星から NS の回りにガス降着によって (何らかのメカニズムにより (e.g.Bildstein)) 四重極モーメントが生じ、重力波を放出しているとする、周波数は 500-600Hz である。LIGOI で 1 年積分すれば検出可能かもしれない。
- stochastic background : TAMA-LCGT の共同観測？

3 重力波源と干渉計感度に関する議論

- 検出対象については、first detection を目指すのか、重力波形からの物理を考えるのか、また干渉計のデザイン感度によって変わるが、いまのところは 200Mpc 離れた NS-NS からの重力波を $S/N=10$ で検出するという目標は変えない。
- 検討された様々な感度を持つ干渉計のコントアは全てこの目標をクリアしている。
- MACHO-BH ($0.5\text{-}0.8$ solar mass) に対する S/N を調べておく必要があるが、event rate が大きいので多少感度が小さくても問題ないと判断する。
- 重い mass の merger,ring down はよく見えるだろう。これの inspiral を狙うなら 100Hz 以下の感度をよくする必要があるが、この帯域の雑音低減はかなり難しい。(具体例として山元から強度雑音による鏡の反跳揺らぎの見積もりが紹介された。)
- その他にも ScoX-1 や超新星などの重要な target もある。NS-NS 以外は次回以降に議論する。
- 干渉計方式についてとりあえずの結論が出された。軽い mass や merger を見るとすれば、高周波数での感度を向上させる必要がある。そのためにはレーザーパワーを上げざるえないが、現在のサファイアの熱吸収から考えると Broad band RSE にならざるを得ない。よって broadband RSE 方式を採用し、検討する。detune は特に積極的に導入する理由がないので考えない。
- 同じサイトに全く同じ感度曲線を持つ干渉計をつくるのはどうかという意見が出た。

4 神岡の環境について (佐藤 (修))

<ftp://t-munu.phys.s.u-tokyo.ac.jp/pub/LCGTdesign/environment/>

- 振動：地の利を生かす。サイトサーベイの必要性 (振動源 (特に国道 41 号線) から遠くなるようにする。断層、破碎帯 (れきが集まったところ) は極力避ける。ボーリング調査が必要。人工的な振動については best effort。

- 温度、温度勾配、湿度、空調。鉱山内は通年で 13-14 度。湿度は 90%以上。そのままではさび、かびでひどいことになるので除湿と温調は必需。20m 実験室は支障のない環境（発熱と除湿で実現。温度 22.5-23.5 度、湿度 40-50%）である。酸欠事故をおこさないためにも外気の導入と空調は必要。
- 電気環境：高安定電源（良質ブランド）が必要。電圧変動や瞬電（年に数回。TAMA300 でも同程度の頻度でおこる。）にそなえて UPS を導入したほうがよい。坑内は岩盤で囲まれているのでアースをとれない。SK は坑外からアース線を引っ張ってきているが、測定機器用（特別第 3 種）はない。新たに引く必要がある。水でアースをとるという方法もあるが、高電流では使えない。（Black Forest では水でアースを取っており、有効である。 by 新谷）
- 水：1ton/min のオーダーで水が出ている。防水は可能であるが、完璧にはできない。勾配をつけると 0.1%でも 3 m の高度差ができる。現在は段差をつけてポンプで水を汲み出す想定であるが、ポンプによる振動を考慮しなければならない。