

CSIRO での打ち合わせ (議事録)

日時 : 12 月 13 日 (火) 2011 年、午前 10 時~午後 4 時 (シドニー時間)

場所 : CSIRO、Lindfield, NSW AU

出席者 : CSIRO 側 Marcel Bick, Phil Martin, Mark Gross, Anatoli Chtanov, Matthias Burger, David Farrant, Jeff Seckold

東京大学側 三尾典克 (光量子センター)、廣瀬榮一 (宇宙線研究所)

議題 : LCGT 用 Beam Splitter(BS)とシリカテストマスの研磨・コーティング

作成 : 廣瀬 (2011 年 12 月 14 日)

Beam Splitter

① コーティング

予めこちらが提出した仕様 (下表) に対する Mark Gross さんのコメントを以下に記す。

Beam Splitter の仕様

Substrate	Silica	AGC(Asahi Glass Corporation), AQ2
Diameter	38cm	
Thickness	8cm	
Wedge (S2 side)	0.383° (±0.008°)	
Incident angle	45.15° (±0.05°)	
Transmission @ 1064nm	50%(±1%)	
Transmission @ 532nm	> 0.9	
S1	S-state Beam Splitter	
ROC	Flat (> 100km)	as flat as possible
Astigmatism Z22	8nm	
LSF(<1mm-1) @ r < 100mm	2nm	
LSF(<1mm-1) @ r < 170mm	3nm	
HSF (Micro Roughness, >1mm-1)	0.3nm	
Loss @ 1064nm	< 100ppm	
Loss @ 532nm	< 1%	
S2	AR	
ROC	Flat (> 100km)	as flat as possible
LSF(<1mm-1) @ r < 100mm	2nm	
LSF(<1mm-1) @ r < 170mm	4nm	
HSF (Micro Roughness, >1mm-1)	0.5nm	
Reflectivity @ 1064nm	< 50ppm	
Reflectivity @ 532nm	< 5%	

1) S-polarization は P-polarization より層の数が少なく済むので、一様性を達成するという観点から good。aLIGO と偏光以外の仕様が同じでも、難易度が下がり非常に有難い (CSIRO 側から S 偏光にするように要請されていたという経緯がある)。具体的には AR 面、HR 面で要求される一様性の例としては以下のようなものである。

AR 面 : Ta₂O₅ と SiO₂ による 4 layers で total thickness が 340nm。

誤差に関しては、層の厚みで±0.4%、屈折率で±0.1%が要求される

HR 面 : 3 layers で total thickness が 439nm。

レーザー波長 1064nm の反射率 50%に対する誤差が±0.5%のとき
層の厚みで±0.7%、屈折率で±0.1%が要求される

レーザー波長 1064nm の反射率 50%に対する許容誤差が±0.1%のとき
層の厚みで±0.1%、屈折率で 0.01%が要求される

P 偏光にすると層数が倍になり、難しくなる。 LCGT の場合、反射率に対する誤差も 1 %
なので、それも難易度を下げるのでよい。

2) 問題になるかもしれないのは、コーティングそのものではなく残留応力を除去するためにおこなう熱処理 (数時間 400°C のオープンに入れる) で、基材が変形する可能性があることである。 Corning は熱処理に対して不安定 (変形量が大きい)、Heraeus は安定。 AGC をすでに購入したということだが、この熱処理に対する安定性がどうかを見極めなければならない (問題になる可能性がある)。 オプションは 2 つあり、ひとつは CSIRO はそれに対して責任を持たない、もうひとつは AGC の熱処理に対する安定性を確認しておくことである (CSIRO でやってもいいと言ってくれている。 やり方はまだ未定)。 厚みが 80 mm あるのは、aLIGO の 50 mm よりも変形が抑えられる方向なのでよい。 また、aLIGO はきちんとコーティング後の変形を明記して「Sagitta が 8nm 以下になるように」というような指示がある。

3) コーティング Mechanical Q に対する要求値がないが、ないなら気にしないが、もしあるなら提示する必要がある。

4) Clear Aperture (CA) の大きさについて、直径で 220 mm 以下であればシングル測定で領域をカバーできる測定装置があるが、それを超えると余計に時間がかかる。 CA が 220 mm でいいのか、それ以上いるのか教えてほしい。 大きくても不可能ではないが余計時間がかかり、そのぶんコストもかかる。

5) 全体を通してのコメント。 コーティングそのものはそんなに難しくない。 問題はいかに確かに (不確かさを小さくして) 測定するかである。 測れないものはつくれない。 重力波の人間は気難しい (gravitational-wave people are difficult!)

② 研磨 (以下は Matthias Burger さんのコメント)

パッと見たかぎり、問題になるような仕様はない。 外形は現在の基材の大きさから 2 mm くらいは小さくなる。 もし外形が 380 mm でなく、370 mm であれば aLIGO 用に使っているジグをそのまま使えるので検討してもらいたい (準備がいらぬのでコスト、納期の観点

ともに有利である)

ITM and ETM (Silica)

ITM の仕様

Substrate	Silica	AGC(Asahi Glass Corporation), AQ2
Diameter	25cm	
Thickness	10cm	
Wedge (S2 side)	0.2° (±0.002°)	
Transmission @ 1064nm	0.004(+0.001/-0)	
Transmission @ 532nm	0.2(±0.1)	Transission of ITM must be larger than ETM @ 532nm
Transmission asymmetry @ 1064nm	< 0.01	2*(T1-T2)/(T1+T2) where T1, T2 are transmission of ITMX, ITMY
Transmission asymmetry @ 532nm	No requirement	
S1	HR	
ROC	1.68km(±0.008km)	0.5% error
Astigmatism Z22	3nm	
LSF(<1mm-1) @ r < 70mm	0.5nm	
LSF(<1mm-1) @ r > 70mm	2nm	
HSF (Micro Roughness, >1mm-1)	0.16nm	
Loss @ 1064nm	< 45ppm	
Loss @ 532nm	< 1%	
S2	AR	
ROC	Flat (> 100km)	as flat as possible
LSF(<1mm-1) @ r < 70mm	2nm	
LSF(<1mm-1) @ r > 70mm	4nm	
HSF (Micro Roughness, >1mm-1)	0.5nm	
Reflectivity @ 1064nm	200ppm (+100/-0ppm)	
Reflectivity @ 532nm	< 5%	as small as possible

ETM の仕様

Substrate	Silica	ETMs used in initial LIGO (@LLO)
Diameter	25cm	
Thickness	10cm	
Wedge (S2 side)	0.2° (±0.002°)	
Transmission @ 1064nm	5ppm < T < 10ppm	
Transmission @ 532nm	0.2(±0.1)	Transission of ITM must be larger than ETM @ 532nm
Transmission asymmetry @ 1064nm	< 0.01	Best effort
Transmission asymmetry @ 532nm	No requirement	
S1	HR	
ROC	1.87km(±0.009km)	0.5% error
Astigmatism Z22	3nm	
LSF(<1mm-1) @ r < 70mm	0.5nm	
LSF(<1mm-1) @ r > 70mm	2nm	
HSF (Micro Roughness, >1mm-1)	0.16nm	
Loss @ 1064nm	< 45ppm	
Loss @ 532nm	< 1%	
S2	AR	
ROC	Flat (> 100km)	as flat as possible
LSF(<1mm-1) @ entire surface	40nm	
HSF (Micro Roughness, >1mm-1)	2nm	
Reflectivity @ 1064nm	200ppm (+100/-0ppm)	
Reflectivity @ 532nm	< 5%	as small as possible

(上の二つは材料と基材のサイズ以外は bLCGT の ITM、ETM と同じ仕様である)

ITM と ETM に関しては検討してからコメントするが、aLIGO と同等の仕様だとすると、

簡単ではないが不可能ではない。

契約に関して

問題点としてお互い認識していることは、

- 1) 入札制度をつかって契約を結ぶしかないが、すべての手続きは日本語でおこなわれる。CSIRO はオーストラリア政府からの支援を受けている Institution であり、そのオーストラリア政府はドキュメントは英語によるものしか認めていない → 間に代理店に入ってもらわなければならない。
- 2) かなり高額な内容のため、CSIRO は security deposit が必要。LCGT としてはものが納品されてから全額支払うという方法しかない → 代理店にリスクをもってもらうしかない
- 3) 来年の 10 月くらいまでは LCGT の仕事にはとりかかれない。これは aLIGO の仕事でかなり忙しいからである。急いでも、2012 年の年度末 (2013 年 3 月) までに BS を納品できるかどうか約束できない → オプティクス予算を繰り越して使用できるようにしなければならない → 入札に関するいろいろな手順、手続きを考えると、LCGT 側でこの繰り越しができるようにしなければいけない
- 4) トンネルが掘り終わる 2014 年中に鏡をそろえる必要がある。→ ITM、ETM の詳細な検討が残っているが契約のことがクリアされれば CSIRO として BS、シリカテストマスを提供することはおそらく可能である。

Marcel Bick さんのコメントとしては、LCGT 側が契約に関してクリアにしなければいけないハードルがあるものの、それがクリアされれば CSIRO としては 2014 年中ごろまでに BS とシリカテストマスの提供は間に合うというものである。

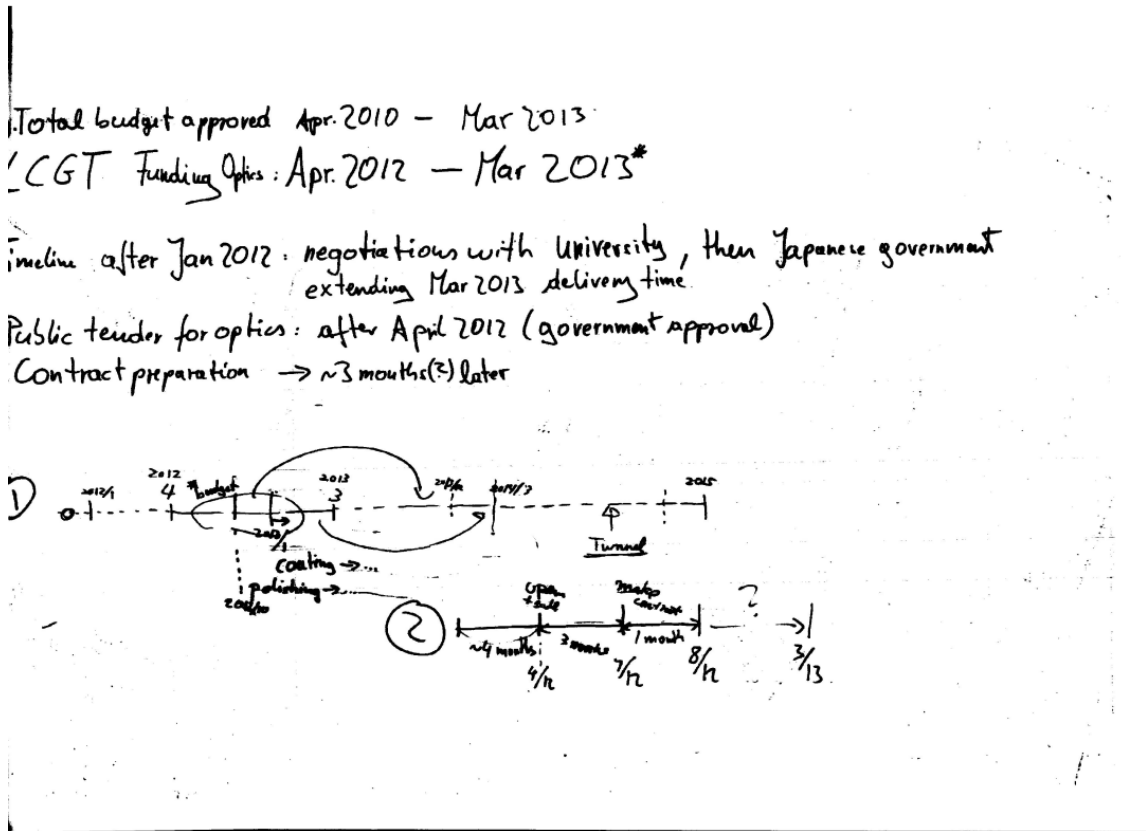
結論、決定事項

- 1) BS、シリカテストマスともに 2014 年中に納品可能である (ただし条件付き : LCGT 側が CSIRO が契約可能な条件をそろえる、つまり deposit の支払いと英語による契約)
- 2) BS について、外形 370 mm、CA220 mm で問題ないか CSIRO に回答する
- 3) AGC (AQ2) の熱処理に対する基材の安定性の確認をするための手順を決定する
- 4) 鏡の予算の繰り越し利用を可能にするように手配する
- 5) コーティング熱雑音に対する要求値を決め CSIRO に伝える。
- 6) 契約が決まったら、連絡を密にとる (ほぼ毎週テレコン) また、仮に代理店を立てたとしても LCGT と CSIRO で直接対話を続けることが重要。

以上

付録1

以下は CSIRO の会議室で話し合った時の Whiteboard のハードコピー (Marcel さん記)。



付録2

CSIRO 側で用意した時間は当初 2 時までだったが、結局契約関係の話が長引いて 4 時くらいまでかかった。以下にあるのは CSIRO 側で用意した会議スケジュールだが、昼食後ラボを見学させてもらった後は、4 時まで Marcel さん Phil さんと契約関係の話をした。

—

**LCGT (Japanese LIGO) - Tokyo University – DRAFT Agenda for 13th December
2011**

Attendees:

Tokyo University: Norikatsu Mio, Eiichi Hirose

CSIRO: Marcel Bick, Matthias Burger, Anatoli Chtanov, David Farrant, Mark Gross, Phil Martin, Jeff Seckold

10am: Arrival at CSIRO – Lindfield - *Tea/Coffee on arrival*

10:15am Welcome/Introductions

10:15am – 10:30am

– Introduction to CSIRO (Marcel Bick)

-- Overview Australian Center for Precision Optics (David Farrant)

10:30am – 11:00am Background on LCGT Japan (LCGT)

11:00am – 12:00am Review Fabrication and Coating Requirements BS, ETM, ITM (all)

12:00am – 12:30am Contractual matters, delivery times and Trade Agency (LCGT, MB and PM)

12:30 – 13:00 Lunch

13:00pm – 13:30pm Lab Tour

13:30 pm – 14:00 pm Summary/Actions (all)