



4	防振 Vibration Isolation (VIS)	Type-B SAS用Outer frameの振動	Outer frameの共振により地面振動が励起される。	Type-Bの防振比は設計上十分とあるので、大きな問題にはならないだろう。	Outer frameの強度、共振などは事前に十分調べておく。	2	1	2	Takahashi Feb.14
4	VIS	Maraging鋼の入手性	GAS bladeなどに使用されるMaraging鋼は生産量が限られるため入手が困難。	新規発注の場合納期が2年程度かかり、調達計画が破たんする。	現在メーカー責任でストックを確保しているが、経済状況が悪いため保持できるか不明。プロジェクトで確保すべき。	2	3	6	Takahashi Feb.14
4	VIS	Stackの防振性能	Stackが微小変位に対して機能しない。	MCや補助光学系の防振比が十分に取れなくなり、周波数雑音や散乱光雑音が増える。	CLIOサイトにて事前に確認する。スタックが機能しない場合には上に乗せる振り子の段数を増やす。	1	2	2	Takahashi Feb.14
4	VIS	TAMAにおけるType-B SAS試験の実現性	TAMAにおけるType-B SAS試験のための予算、人員などのリソースがまだ十分に確保されていない。	リソース確保ができないとTAMAでの試験実施ができなくなる。	TAMAでの試験ができない場合はiKAGRAと並行して行うSRMへの導入・試験でその代わりとする。	1	2	2	Takahashi Feb.14
4	VIS	Type-A上下接続パイプのアクセス性	Boreholeに入る上下接続パイプに側面からアクセスできないためパイプ内のトラブルにすぐに対処できない。	SAS全体をいったん上部へ引き出さなくてはならないため、トラブル対応に数週間を要する。	ケーブル接続などの信頼性を高める。予備のケーブルを通しておく。SASの再インストールの手順を確立しておく。	3	1	3	Takahashi Feb.16
4	VIS	Stack-Bの性能	トップヘビーになるためStackのpitch modeが励起され、ミラーのRMSが大きくなる。	RMSが大きくなりすぎると干渉計がロックできない。場合によってはアライメントすら取れなくなる。	iKAGRAではStackを固定し、Payloadの防振性能のみで運用する。	2	2	4	Takahashi Feb.16
5	低温 Cryogenics (CRY)	サファイヤファイバー	サファイヤファイバーの製作。	サファイヤファイバーが製作できず、懸架ができない。	十分なR&Dと評価試験。	2	3	6	Int.Rev.2012
5	CRY	ヒートリンク	ヒートリンク防振性能が不十分。	干渉計性能の劣化。		2	2	4	Int.Rev.2012
5	CRY	縦防振	低温下での縦防振。			2	2	4	Int.Rev.2012
5	CRY	散乱光	バツフルの設計が不十分なため、散乱光が問題となる。	干渉計性能の劣化。				0	Int.Rev.2012
5	CRY	Type-A+低温懸架の	Type-A+低温懸架系の総合試験は現地で行うことができない。	十分な性能での動作ができない。	現地での総合試験を充実させる。	?	3	0	Int.Rev.2012
5	CRY	サファイヤ鏡インスト	3ヶ月という短時間で本番用サファイヤ鏡をインストールする必要がある。	スケジュールの遅延。	それまでの試験によって十分な経験を積んでおく。	3	?	0	Int.Rev.2012
5	CRY	予算	2014年度からの開発経費。低温懸架、シールドダクトの継続開発が必要。	低温懸架、シールドダクトの継続開発が遅れ、全体計画の遅延につながる。		?	3	0	Int.Rev.2012
5	CRY	クリーン環境	鏡、ペイロード、クライオスタットのクリーン環境を保つ必要がある。	鏡性能、冷却性能などの劣化。干渉計性能の劣化につながる。		?	2	0	Int.Rev.2012
5	CRY	キーコンポーネントの	アルミナFRP、ヒートリンク材料となる高純Al細線、などの重要コンポーネントがメーカーの事業撤退により販売されなくなる。企業の経営の硬直化による既存生産ラインから外れた特注加工品への	不十分な実用データに基づいた設計による低温系の性能劣化。開発項目増加のための計画遅延。	重要コンポーネントは先に入手しておく。代替品調査。プロトモデルによる性能実証。	2	2	4	Suzuki Feb.18
5	CRY	未獲得予算への依存部分	シールドダクトの製作経費。開発経費、メンテナンス、運用経費。	シールドダクトが無いと鏡の冷却が成立しない。鏡懸架は開発課題を多く残している。長期にわたる観測機としての運転が出来ない。	製作対象に応じた予算配分案の設定と同時に、あらゆるレベルでの予算獲得に努力する。	3	3	9	Suzuki Feb.18
5	CRY	搬入時のトンネルの運	クライオスタットのインストール時の可搬性。	クライオスタットが設置できないため致命的。修正に時間と予算が必要。全体計画の大幅遅延。	トンネル検収条件にモックモデルによる事前通過試験を含める。追加工事による狭隘部分の拡張。	2	1	2	Suzuki Feb.18

5	CRY	真空リーク	シール劣化。ビューポート破損。機械的衝撃などによって起こった真空リーク。	リーク箇所とリークの大きさに依存する。少量リークの場合、真空系で対策済み。小規模の場合、低温部へのガスの凝縮による鏡の性能劣化、断熱性能の低下。ポンプの寿命低下。大規模リークの場合、機器の破損。ゲートバルブ緊急閉止が間に合わない場合、全系への影響。回復のための計画遅延。	少量リークの場合、真空系で対策済み。大規模リークの場合、安全との関わりが生じる。ゲートバルブ閉止時間(40秒)以下で伝わる影響には今のところ対策無し。	1	2	2	Suzuki Feb.18
5	CRY	過剰な熱負荷	クライオスタットは2011年3月の時点での仕様に基づいて製作されるため、その後明らかになった熱流入は過剰の熱負荷となる。主ビーム散乱、鏡の吸収、断熱施工不備、モニター類の増加、防振のための常温部との結合の増加、などから想定を超える熱負荷が生じれば冷却で	冷却時間の大幅増大。場合によっては目標温度に到達せず。	ヒートリンクからcryopayloadを冷却する経路と、インナーシールドを冷却する経路を分離する。Cryopayload冷却路の熱的防護。原因の究明と改善。	2	2	4	Suzuki Feb.18
5	CRY	冷却路、シールドの振動過剰	Cryopayload冷却路、内部シールドの振動が地盤レベルに比べて大きい。	Cryopayloadや、クライオスタット内に設置する物に想定以上の振動を与える。ヒートリンク経由での鏡の振動を励起。クライオスタット内設置機器の防振設計の条件変更。	震動源と流入経路の究明。防除対策の追加。ヒートリンク防振の導入と強化。	2	2	4	Suzuki Feb.18
5	CRY	クリーン環境	インストールを含む作業手順の不適切によるダスト発生、残留ダストの再散乱。大気圧からの排気の際のダスト巻き上げによる汚染。クライオスタットおよび冷凍機ユニット製作時のクリーン環境(JISレベル7)不十分。	機器の性能劣化。	気中、液中、真空中のダストおよび物体表面のダストの計測手段、測定器の整備。ダスト物質の分類と影響の理解。作業手順の確立。場合によっては無人化を図る。など。	3	2	6	Suzuki Feb.18
5	CRY	冷却, 昇温時間	初期冷却, 昇温に予想以上の時間がかかる。	コミショニングや運用時の効率低下。	温度域に応じた冷却パスを用意して初期冷却の短縮を図っている。ヒートスイッチは、CLIOでの経験から新たなリスク要因となる危険を考慮して、今のところ計画していない。昇温については、ゲートバルブで仕切れる範囲での熱交換ガス導入により低温系全体の昇温時間短縮を図れると考えている。	2	2	4	Suzuki Feb.18
5	CRY	稼働中のリーク	真空系のリークの項と同じ。					0	Suzuki Feb.18
5	CRY	多湿環境中での機器	トンネル内の多湿環境下での運用による機器の劣化。	異種金属の接触部からの腐食、電気系統の故障などによる修理、回復時間を要する。メンテナンス期間の短縮。	CLIOの経験から圧縮機の電気系統が弱い事は解っているので、圧縮機設置はトンネル内に区画を設けて除湿を行うなどの対策を考えている。	3	1	3	Suzuki Feb.18
5	CRY	トンネル静寂環境劣化	多数の圧縮機、クリーンルーム空調機等がトンネル内に設置されることによる地面振動、音響振動、気温安定性などの環境劣化。	干渉計安定度・性能の劣化。	圧縮機は防音仕切を設けた中に置く事を計画している。空調機は今のところ隔離策は取っていない。音響に対する能動的抑制は未検討。圧縮機、クリーンルーム空調からのトンネル内廃熱はトンネル空調への負荷になる。圧縮機は水冷タイプであるが、周囲大気への放熱が約1kW近くはある。	2	2	4	Suzuki Feb.18

5	CRY	クライオスタット内のスペース不足	後付けでクライオスタット内に設置する必要が生じた機器を取付けるスペースがない。ボルトを締める位置にスパナが入らない。作業のため必要な姿勢と視野が取れない。など。	作業遅延、あるいは停止。	クライオチャンバーは道路輸送の点から、ほぼ最大サイズを取っている。内部シールドは1m x 1.6mの長方形の隅が0.26m欠けた八角形床で高さ1.7mのスペースを持っている。フレームにφ 10の穴が50mmピッチでつけてあり、耐荷重100kgを想定している。クライオチャンバー内の作業では基本的にシールドに乗らない事を想定。チャンバーと外シールドとの隙間に人が立てるスペースはあ	2	2	4	Suzuki Feb.18
5	CRY	冷凍機ユニット運転の	冷凍機ユニットが設計性能、検収時の性能を安定して保持しない。	メンテナンスのために時間を喰う。	KAGRA(LCGT)で使用する冷凍機は4K、80KともにCLIOで使用している機種ではないため、トンネル内での長期使用の実績が無い。4K冷凍機ユニットはプロトモデル試験を経ているが、80K冷凍機ユニットはこれから製作する。冷凍機ユニット単体でプロトモデル試験の余裕が無いので、シールドダクトと合わせてのアナログ機器担当からの指針に出来るだけ沿った計測機器選択を行う。冷凍機バルブユニット駆動信号についてはシールドと接地を注意し、メタル製のガス配管には絶縁カップラーを用意する。	1	2	2	Suzuki Feb.18
5	CRY	低温機器からの電気ノイズ発生	DC駆動対応しきれなかった機器からのラインノイズ。機器固有のノイズが漏れる。	ノイズ退治に時間を要する。	クライオスタットは輸送時の対策として、3軸方向で9.8 m/s <sup>2</sup> までの耐加速度で設計してある。	2	2	4	Suzuki Feb.18
5	CRY	地震による被災	検出器動作不能。大地震の場合は地震の揺れによる主要機器の破損。	複数の機器の同時破損。	TAMAが観測機として復活する見通しが立たず、CLIOがKAGRAのための開発機として使用されていると、日本では常時動いている検出器を用意できない。	1	3	3	Suzuki Feb.18
5	CRY	準備期間中のGWイベント	建設あるいは調整期間中に起こってしまったGWイベントを逃す。	この分野に関係するものの大失態と見なされる。もし外国のグループで検出成功すればKAGRAの第一目標が失われる。		1	3	3	Suzuki Feb.18
5	CRY	予算	KAGRAに実際にインストールするpayloadやダクトシールドは最先端以降となる	予算がないと作れないので非常に深刻。遅延はインストール手順などroadmapを複雑にする恐れがある。	予算をとる(最大限の努力をする)	2	3	6	Yamamoto Feb.15
5	CRY	クリーンルーム	鏡と同様	鏡と同様	宇宙線研新准教授?	1	3	3	Yamamoto Feb.15
5	CRY	ITMのインストール	DRMI実験の後しかITMIはインストールができない。いまのroadmapでは3か月。これは神岡でないとできない。つまりそれ以前(鉱山外)ではできない	インストール完了が遅れた分確実に計画全体が遅れる。	ETMで経験を積む。もしくはDRMIのスケジュールの調整	2	2	4	Yamamoto Feb.15
5	CRY	Type Aとcryogenic pa		予期せぬトラブルの可能性	1/4実証機とType Bの試験で知見を積む。	2	2	4	Yamamoto Feb.15
5	CRY	低温実験でのトラブル	それ自体は深刻なものでもなく昇温、修理、冷却に時間がかかる。	計画の遅延	1/4実証機で事前に問題の種をつぶす、もしくはそのノウハウを蓄積する。小さい(冷却時間が短い)クライオスタットがあるとやりやすい	2	2	4	Yamamoto Feb.15
5	CRY	組立	かなり大きくて重い(100kgのものまで)取り扱う。	組立時にトラブルがあるとrecoverが大変	1/4実証機や模型で確認(模型は人に説明するときも役に立つ)	2	2	4	Yamamoto Feb.15
5	CRY	人員(bKAGRA)	bKAGRAにおけるインストールなどに人が必要。最低6人、もしかしたらその倍。	bKAGRAにおけるインストールなどの遅れ	研究者というより技術職員か	2	3	6	Yamamoto Feb.15

5	CRY	人員 (iKAGRA)	iKAGRAにおけるR&Dなどで人が必要。10人？	bKAGRAのためのpayloadの供給の遅れ	研究者が必要。いまから3年なので院生、ポスドクのテーマによいかも。	2	3	6	Yamamoto Feb.15
5	CRY	ファイファイバ	鏡を懸架するためのファイファイバとそれに付随する技術 (bonding、鏡への耳など) の開発が遅れている	鏡がつかないのは致命的	人員の配置、シリコンファイバー？	2	3	6	Yamamoto Feb.15
5	CRY	シールドの地面振動	CLIOでは地面振動の100倍で振動。	KAGRAもそうなら感度を悪化させる。	KAGRAの場合の振動の調査 (シミュレーションもしくは測定)、ヒートリンクの設計	2	2	4	Yamamoto Feb.15
5	CRY	低温縦防振用バネ	低温下での縦防振のバネが必要	ないと感度が悪化	早急な開発 (人員など)	2	2	4	Yamamoto Feb.15
5	CRY	クライオスタット内のノイズ	鏡からの大角度散乱光を止めるバッフルがクライオスタット内に必要。但し実際にどの程度効果はあるかは実際にやってみないとわからない。	無いと感度悪化	知見を活かし最善のものをつくる。	2	2	4	Yamamoto Feb.15
5	CRY	制御およびparameter	干渉計の感度を維持するために必要。ただし雑音や parametric instabilityを本当にきちんと抑制できるのかは KAGRA干渉計にインストールしないとわからない。	感度の悪化もしくは干渉計を運転できない。	知見を活かし最善のものをつくる。	2	2	4	Yamamoto Feb.15
6	MIR	鏡の性能評価	光学素子の事前特性評価試験が十分にできない可能性があり、干渉計本体で評価することになる。	問題が発生した場合、干渉計性能の劣化、もしくは、計画の遅延が起こる。	評価設備の整備、LIGOや国内機関などの協力を受けての評価試験の可能性を検討。	2	2	4	Mio Feb.18
6	MIR	クリーンインストール	鏡をインストールする際のダストの影響で干渉計性能の劣化などが起こる。	鏡をインストールする際のダストの影響により、干渉計内光パワーの低下、散乱光の増加、鏡の損傷などの可能性がある。その結果、干渉計感度の低下、計画リサイクリング鏡類の付け替えとそのため製作やり直し。防振系のインストールスケジュールに影響がでてプロジェクト全体の遅延を引き起こす可能性	施設・防振系などと協議し、スキームを確立する。	2	2	4	Mio Feb.18
6	MIR	g-factorの途中変更	ネガティブでiLCGTをつかったものの、曲率大の研磨がファイファイで不可能と判明し、より簡単な曲率小のポジティブに移行	研磨・コーティングのスケジュールにそのまま影響し、プロジェクト全体が遅れる	なるべく早い段階でファイファイテスト研磨を開始してどこまでできるのか見極める。もしくはbLCGTでは計画以上のパワーを入れず、最初からポジティブで製	2	2	4	Mio Feb.18
6	MIR	ファイファイ基材の入手	低吸収ファイファイが計画通りに供給されない	研磨・コーティングのスケジュールにそのまま影響し、プロジェクト全体が遅れる	GTATにもう少し積極的に働きかけをすると同時に、他メーカーの可能性 (バックアッププラン) を常に探しておく。	2	2	4	Mio Feb.18
6	MIR	大型鏡のハンドリング、クリーニング	質量20kg以上の鏡は手ではハンドリングできないので、それ相応の機械とノウハウが必要。	きちんとできないと鏡の汚染や破損につながり、プロジェクトに多大な影響がでる。	LIGOラボでのノウハウを学び、LCGT独特の環境 (地下、トンネル内) にもうまく合うようなやり方を確立する。	3	1	3	Mio Feb.18
6	MIR	リサイクリングミラーの曲率誤差大	リサイクリングミラー研磨がうまくいかず、曲率誤差が仕様0.5%に対し5%くらいになってしまい、使い物にならない、あるいはbLCGTで使えない。研磨やコーティングを海外メーカーに依頼するときの入札に関わる問題、あとは入札自体時間がかかり契約を速やかに結べない	作り直しによるコスト増加と入手タイミングの遅延、それに伴うインストール計画への影響。	予め、バックアップとして、リサイクリングミラーを研磨してくれる可能性のあるところと話をすすめておく。	2	2	4	Hirose Feb.18
6	MIR	契約の問題		プロジェクトに遅延をもたらす	信頼できる会社に依頼することや、途中で複数メーカーと協議するなどしてなるべくリスクが小さくなる努力をする	2	2	4	Hirose Feb.18

								0	
7	LAS	ファイバーアンプの性能	高パワー化に伴う発熱の問題。	bLCGTとして高出力光を必要とする時期までの遅延は許容される。	メーカーに対応してもらう。固体レーザー構成に変更することは可能。	1	1	1	Mio Feb.18
7	Laser (LAS)	安全管理	対装置・対人それぞれに対する安全性。	装置破壊の可能性。健康被害はプロジェクトにとって致命的。	LCGT全体として安全方針の策定を進める。	2	2	4	Mio Feb.18
7	LAS	市販品の入手性	メーカーの方針により販売されなくなる。	寿命・故障の際に計画の遅延につながる可能性がある。	同等品をバックアップとして準備し、切り替えられるようにする。	2	2	4	Mio Feb.18
7	LAS	運転中の故障	干渉計の運転中にレーザーが故障	観測がとまる	同等なシステムを構築する	2	2	4	Mio Feb.18
7	LAS	冷却装置の故障	水冷システムのトラブル	レーザーが動作停止して観測がとまる。レーザーが破損することもある。	モニターシステムによりレーザーを速やかに停止するシステムを導入。観測継続のためには、バックアップシステムがモニターシステムによりレーザーを速やかに停止するシステムを導入。観測継続のためには、バックアップシステムが	3	2	6	Mio Feb.18
7	LAS	電源の故障	大電流のLD電源の破損	レーザーが動作停止して観測がとまる。レーザーが破損することもある。	レーザーが動作停止して観測がとまる。レーザーが破損することもある。	3	2	6	Mio Feb.18
								0	
8	Main Interferometer (MIF)	腕共振器のロスが増加	腕共振器の反射率が低下し、PRCがアンダーカップリングになる。	PRG低下。CARM等の信号減少。	反射率の異なるリサイクリングミラーを複数準備する。	2	3	6	Aso Feb.15
8	MIF	腕共振器のロスが小さい	腕共振器の反射率が低下し、PRCがアンダーカップリングになる。	二重復調信号などの散射雑音レベルが悪化。	影響を受けない単復調信号を用いる。	1	1	1	Aso Feb.15
8	MIF	腕反射率の非対称性	2つの腕の反射率非対称性が大きい	Homodyne位相の調整のために大きなオフセット信号を腕動作点に加える必要がある。	BAEの使用を断念する。	2	2	4	Aso Feb.15
8	MIF	腕反射率の非対称性	2つの腕の反射率非対称性が小さい	Homodyne位相を目標値に設定するためのDARMオフセットが小さくなりすぎる。OMCへの要求値が厳しくなる。	BAEの使用を断念する。Or 意図的にミラーにロスを導入。	2	2	4	Aso Feb.15
8	MIF	SRC制御信号の非線形	SRC制御のための誤差信号に非線形性がある。	地面振動雑音で取捨制御のバージョンにより、ライン雑音周辺の周波数にローブ雑音が生じ、感度が悪化する。	計算によると問題は無い見積もりになっているが注意が必要。	1	1	1	Aso Feb.15
8	MIF	デチューニング時の信号	帯域デチューニングを行う際に、変調RFサイドバンドが位相変化を受け、復調信号にオフセットが加わる。	RF位相雑音、強度雑音の影響が制御雑音に強く現れる	信号にオフセットを加えることで対処する。f1をPM-AM混合とする。	3	1	3	Aso Feb.15
8	MIF	アウトプットモードクリーナー	アウトプットモードクリーナーの詳細設計が遅れている。		信号取得法などの検討が必要。	2	3	6	Aso Feb.15
8	MIF	鏡の曲率誤差	PRC用の光学系の曲率半径の誤差によりモードマッチングがずれる。	モードマッチングの低下により、干渉計に入射される実効光量が低下し、感度が低下する。	防振系を数cm程度移動できる設計にしておく。(この対処方法で良いのかは議論中)	3	2	6	Aso Feb.15
8	MIF								Aso Feb.15
8	MIF	Stack-Bの性能	Stack-BのRMSが大きい	干渉計動作が不安定になる。	強いダンピングや強力なアクチュエータを使用する。	2	2	4	Aso Feb.15
8	MIF	レーザーの周波数雑音	レーザーの周波数雑音が大きい。	干渉計性能の劣化。	周波数安定化制御系の設計を詰める。	2	2	4	Aso Feb.15

8	MIF	コミショニング	コミショニング期間がかかりすぎる。	スケジュールの遅延。	事前にコミショニングのプランをしっかりと立て、可能な準備はできるだけ済ませておく。	3	3	9	Aso Feb.15
8	MIF	鏡性能	鏡性能が十分でない	ロスが大きくて感度がでない。吸収が大きくて冷やせない。	、、、	2	3	6	Aso Feb.15
8	MIF	人員不足		予定通りにコミショニングが進まない	人手を確保する	3	3	9	Aso Feb.15
8	MIF	ロックアクイジション?	ロックアクイジションがうまくいかない。		Green Lockのデザインと準備を慎重にすすめる	1	3	3	Aso Feb.15
8	MIF	パラメトリックインスタ	パラメトリックインスタビリティが発生。	不安定モードが成長してロックが落ちる	制御で抑える	3	1	3	Aso Feb.15
8	MIF	制御信号のミキシング	干渉計の非対称性などによる制御信号のミキシング	副次的な不安定ループが形成される	制御信号の演算による対角化	2	2	4	Aso Feb.15
8	MIF	detchar用の計算機が	detcharシステムは坑内に置かれる場合、その場所の確保がされていないので置くことができないリスク。 detcharシステム構築の工台となる開発環境ソフトウェアは、デジタルシステムがLIGOと同じものを用いることから、主にLIGOのものと同様のことを計画している。detcharの開発環境ソフトウェア(DMT)とデジタルシステムの制御を行うソフトウェア群(DTT)					0	Hayama Feb.14
8	MIF		とは一つの大きなパッケージ(GDS)に含まれており、相互に整合性を保たなければならない。さらにdetcharは、将来のデータシェアリングを考えるとLIGO、VIRGOと足並みを揃えて開発をしていく必要がある。そのため、DGSが制御ソフトのバージョンを止めたい場合、整合性が崩れて機能しなくなるリスク。 GIFが環境モニタからのデータ取得を先駆けて始め、その後KAGRAが動き出してからケーブルを分岐してデジタルシステムに信号を送るという流れだが、それがうまくいくのか未知数であるリスク。 現在開発されているモニターソフトだけでも、膨大なため、マンパワーが足りなくなるリス					0	Hayama Feb.14
8	MIF							0	Hayama Feb.14
9	入出射光学系 Input/Output Optics (IOO)	レーザー室環境	2014年3月までに完成するかどうか。今後のトンネル掘削、施設整備次第。	初期スケジュールの遅延。完成しない場合は入射光学系のインストールが行えず、iKAGURSのスケジュールが遅延する。特に最初の1年での干渉計動作にとっては致命的となる可能性がある。	施設関連対応。バックアップ不可。	1.5	2	3	Telada Feb.14
9	IOO		温度・湿度の制御、クリーン度とエアフロー、静粛性の両立。		定盤を囲むエンクロージャー等ローカルに対応。 または、バランスを考慮する。	3	0	0	Telada Feb.14

9	IOO	熱レンズ効果	様々な光学部品で熱レンズ効果が表れた場合、マッチング率が下がる可能性がある。	特にMC、または、MC後のアイソレータで熱レンズ効果は、主干渉計へのマッチング率の低下を招く。	MMTの位置の変更で対応できない場合、MMTを作り直す。もしくは、MC鏡やアイソレータを交換する。	1	0	0	Telada Feb.14
9	IOO	安全管理	干渉計の制御が外れた時などに、高出力のレーザーによる、人的、物的被害を起す可能性がある。	人的被害は起こしてはならないが、物的被害でも、交換などによるスケジュールの遅れが生じる。	ビームシャッター等の検討を良く行う。適宜追加対策を施す。	2	1	2	Telada Feb.14
9	IOO	POX、POY用の出射	干渉計の重要なモニター信号であるPOXとPOYをとりだすテレスコープから光を取り出せない、または真空槽がせますぎて設置できない	FPcavityの初期アラインメントなどが困難になる。	M. SmithよりPOX、POYの取り出しにadditionalなテレスコープがいらぬ案が提案された			0	Akutsu Feb.18
9	IOO	ビームシャッターシス	IOOのほうに書かれると思われる。ビームシャッターの動作不良のことである。干渉計が動作点から外れたとき、大光量が光検出器を襲う可能性があり、これを事前に察知してビームをシャットするためのもの。					0	Akutsu Feb.18
10	補助光学系 Auxillary Optics (AOS)	マイルストーンを守れ	作業に比して関わる人数が少なすぎ、マイルストーンを守れない。また、予算の点からも同様の可能性あり	散乱光対策不能、SAS動作不能、FPcavity動作不能、干渉計大規模破壊、人的被害など	事前の対応としては人数の確保のみ。人数に換算して、散乱光対策で5人、optical leverに2人、テレスコープに2人、viewportに1人CCDモニターに0.5人、自動ターゲットに0.5人、ビームシャッターに0.5人、その他toolsに1人程度が必要と異なる必要と分かっている部分に適切な対策をほどこすのみ。建設後に散乱光による雑音の問題になった場合は、地道な努力と根性によって削減していくほかない。1つ考えられる方法として、問題となる散乱光の所在を探すために、アクティブに加振できるような仕組みを組み入れられるよう(つまりアクティブに動かせるハンマーをインストールしてパッフルやチャンバー表面を内側や外側からからががぶったたくなど)、よぶんな空間、よぶんな信号ポート用のフランジなどを残しておき、将来的になにかインストールできるようにしておくことなどが考えられる	3	3	9	Akutsu Feb.18
10	AOS	散乱光による雑音	散乱光の影響が大きい。電気雑音の周り込み等とともに、最後の最後で問題になるであろうノイズ源の1つである。シミュレーションなどによりある程度把握はできるが、やってみなければわからない部分である。	干渉計性能の劣化。		3	3	9	Akutsu Feb.18
10	AOS	クライオ内散乱光用	クライオ内に設置された、ITM/ETMの広角散乱をキャッチするパッフルの発熱を抑えられず、鏡にたいして熱輻射源となり、鏡を冷やせない。	干渉計性能の劣化	パッフル素材の再開発、冷却システムの再検討などだが、あては今のところない。	3	3	9	Akutsu Feb.18



10	AOS	散乱光による破壊	散乱光によって、懸架ワイヤが焼き切れる。ハイパワーな散乱光が不明な経路をとって大光量の光がほかの装置を一瞬照らす可能性は否めない。とくにM. Smithによって懸念が指摘されているのはPR2より上流の入射光学系部分であるが、iKAGRA、bKAGRAともこの部分のCAD図面の詳細は未だ不明である。この部分を早急に確定させ、適切なバッフル(errant beam baffles)を設計、配置する必要がある。一旦これが起きてしまった場合、その装置の復旧はその装置がどれだけこの事態を事前に考慮して安全設計につとめているかにかかっている。したがってこの項目は補助光学系というよりはすべての装置サブグループが考慮すべき項目。	鏡の落下や懸架系の破壊。一度起きてしまった場合、かなりの大規模な破壊をとまなうので、マイルストーンの観点からはプロジェクトが破綻する。(たとえば懸架系のワイヤが切断された際に全ての重量物が加速度をもって落下し、最終的に真空槽やクライオの底に大きな運動量を与えることで全てが破壊される、などのシナリオが考えられる。たとえば強いレーザーに人間が焼かれる可能性もあるし、前述のベイロードの落下により真空槽内部の衝撃で部品が飛び散り、ビューポートを破壊、飛散し、一気に真空がやぶれる際にその近くに人間がいれば怪我を負う可能性がある。	破壊が起きた箇所の周辺に、バッフルを追加。	3	3	9	Akutsu Feb.18
10	AOS	補助光学系のための	空間が不十分のために、バッフルなどをインストールできない。	散乱光による干渉計性能劣化、破壊の危険性。	モックアップによるインストール試験。ぜひとも必要と考える	3	3	9	Akutsu Feb.18
10	AOS	エンドミラー後の出射	FPcavity透過光をモニターするためのテレスコプから光が出てこない。(設計、製作ミスなど。またはテレスコプとETM懸架系が相対的に動きすぎてビームスポットをキャッチできない)。FP cavityの透過光は干渉計を動作状態に引き込むために必須の情報である。またテレスコプの主鏡はLIGOでの解析によれば主要な散乱光源の1つである。	理論上はどうあれ、実験上、反射光だけのモニターではFPcavityはロックできない。また、左に述べた理由により散乱光雑音で干渉計の感度が悪化する。	どのような形であれ、テレスコプを用意しなければならない。ただ、応急処置として、cryoを止めて、干渉計に入射するレーザー光量を落とし、現在検討中の大口径ビームプロファイラをcryo内にいれることができれば、あるいはETM透過光のモニターは可能であろう。感度は悪化する。	2	2	4	Akutsu Feb.18
10	AOS	光てこの失敗	光てこ性能(レンジ、雑音、寿命=故障率)が十分でない。(同じ項目がVISグループにもあるべきである)TAMAでの実績上、光テコはSASの動作に必須であると考えられるため極めてクリティカル。話がずれるが、そもそもTAMAでなにゆえSASが失敗したのか詳しい解析が行なわれていないと思われる。	SASを動作できない。したがって、干渉計がそもそも建設できない。	事前の性能評価を十分行なう必要があるのみ。人的リソースの事前確保が課題	3	3	9	Akutsu Feb.18
10	AOS	ビューポートの破壊	ビューポートの破損によって、真空リークが起こる。	真空が破壊されて、復旧のためのスケジュールの遅延、真空系や鏡を含む真空内コンポーネントなどへのダメージや汚染。	十分に丁寧な扱いをする。	2	3	6	Akutsu Feb.18
10	AOS	腕内ターゲットが動作	腕ダクトに設置される自動のターゲット(初期アラインメント時に必須)が動作不良である。ターゲットが上らない。またはターゲットがおりない。	初期アラインメントができない。または干渉計の動作ができない。	真空チューブ設置の際に動作検証をしておく。	1	2	2	Akutsu Feb.18
10	AOS	大口径ビームプロファイラ	10cm径のビームのプロファイラを用意できない	初期運用時に困る。	ナイフエッジ	2	1	2	Akutsu Feb.18
10	AOS	クリーン環境でインス	なにか必要と思うが、考えられていない。UV-LEDとか？					0	Akutsu Feb.18

11	アナログ Analog Electronics	ACライン雑音	60HzのACライン雑音の混入。	干渉計および各サブシステムの雑音・ダイナミックレンジ・安定度に問題を引き起こす。	電気回路のグラウンドの取り方に配慮する。			0	0	Ext.Rev.2011
11		RF雑音カップリング	変復調用RF信号のクロストーク。	復調信号のオフセットとそのドリフト、電気雑音の混入。	電気回路のグラウンドの取り方に配慮する。			0	0	Ext.Rev.2011
11		音響雑音のカップリング						0	0	
12	デジタル Digital System (DGS)	サイバーセキュリティ			VPN等のネットワークセキュリティーの配慮。業者等の専門家に依頼する。	1	2	2	0	Miyakawa Feb.14
12	DGS	時刻同期信号の分配	坑内に遅延補正も含めてうまくタイミング信号を配分する		遅延補正が考慮されているaLIGOシステムの導入済み。	0	1	1	0	Miyakawa Feb.14
12	DGS	多数の電気回路の製	開発及びテストの人手が足りない。		回路の制作、テストまで含めて業者に依頼。	0	1	1	0	Miyakawa Feb.14
12	DGS	トラブルシュート	発生した時にトラブルシュートが困難に	小さなトラブルで、全システムがダウンする可能性がある。	冗長性を持った設計と、診断システムの開発が重要。	2	2	4	0	Miyakawa Feb.14
12	DGS	コミッションング	各サブシステムの坑内に入る前での事前テストが十分でないため、スケジュール通りのコミッションングが行えない。	スケジュールに大幅な遅れを出す	コミッションングの時間もきちんと考えた、現実的なスケジュールを組む。Simulated Plantの開発などで、十分な事前試験を行う。	3	2	6	0	Miyakawa Feb.14
12	DGS	LIGOのサポート	LIGOが大きな方向転換をしないかという心配	万が一LIGOが方向転換をしサポートが期待できなくなり、致命的な欠陥が見つかったときは自分たちだけで問題を解決しなくてはならないが、このようなことはあまり想定していない。	aLIGOもすでに走っているの、これ以降大きな方向転換をする心配はないと思われる。仮にあったとしても、すでに現在考えている物でKAGRAは動くはず。	0	1	0	0	Miyakawa Feb.14
12	DGS	ソフトのバグ	バグは全部なくすことは当然出来ないが、KAGRAが重力波を受けることができる程度の性能を出せばよしとする。	eLIGOまでの技術的な資産があるので、重力波検出くらいまでは問題ないと思われる。	現在aLIGOではサブシステムに組み込んだ状態でのバグ出しが活発に行われている。我々も時期を見て随時バージョンアップしていく。	1	1	1	0	Miyakawa Feb.14
12	DGS	ハードの予備	現行品の予備を用意するという話と、将来のアップグレードの心配	現行品の予算が十分に取れない場合は、十分な測定、観測体制が敷けない場合がある。また、アップグレードに関してはまだ何も予算のあてがない。	機器を揃えるときに予備も含めて発注する。アップグレードは予算も何も確保されていないので、将来にゆだねる。一応現行品でbKAGRAまで対応できる予定。	3	2	6	0	Miyakawa Feb.14
13	データ解析 Data Analysis (DAT)	計算能力とデータ保管	CPU能力やデータ保管容量が不足し、十分な処理ができない。	取得データを無駄にする可能性がある。	予算とマンパワーの充実。関連機関への協力依頼。	1	3	3	0	Int.Rev.2012
13	DAT	ネットワーク環境	ネットワーク速度が十分でなく、データ転送が行えない。	プロジェクトの成功を妨げる可能性がある。	神岡サイトでデータ保管を行う。メディアの物理的輸送を行う。	1	2	2	0	Int.Rev.2012
13	DAT	人員の不足			若手研究者の勧誘。	1	1	1	0	Int.Rev.2012
14	地物干渉計 Geophysics Interferometer							0	0	

\*2 Risk management is to include  
the following:

a) All the potential risk items that will hinder the full success are to be sorted out and are to be listed.

b) The estimated probability P of the occurrence of the listed items is to be shown using the following number from 0 to 3:

0 The probability is extremely low and will almost never occur.

1 The probability is not large and will probably not occur.

2 The probability is around 0.5.

3 The probability is large and will probably occur.

c) The degree of seriousness S of the item is to be shown using the following number

0 It will not affect the successful completion of the project.

1 It will to some degree affect the successful completion of the project.

2 It will to some degree endanger the successful completion of the project.

3 It will result in the failure of the project.

d) Calculate the degree of risk R using the formula  $R = P \times S$ .

e) If the number R is equal to or larger than 2, give a back-up strategy if there is any.