

若手 (A・B) - 1

平成 17 年度 若手研究 (A・B) 研究計画調書 (新規)

注 1. 別途平成 17 年度若手研究 (A・B) 研究計画調書作成・記入要領 (鶯色) を参照してください。
注 2. ※印の欄は研究機関において記入してください。

若手研究		A・(B)	※機関番号		82118
審査希望部門		分野	分科	※整理番号	
工学		機械工学	生産工学・加工学	細目番号(4ケタ)	5002
					分割番号
					A・B

総合・新領域系のみ (「作成・記入要領」2. を参照)

研究代表者	ふりがな	とまる たか ゆき	年 齢 (H17.4.1 現在)		34 歳	
	氏 名	都丸隆行 印			S.	45 年
	所属研究機関 部局・職	高エネルギー加速器研究機構・共 通基盤研究施設・助手		学位	理学博士	現在の専門

研究課題	精密研磨における研磨粒子形状の影響に関する研究					エフォート
						40 %

研究経費 (千円未満の 端数は切り 捨てる)	年 度	研究経費 (千円)	使 用 内 訳 (千 円)				
			設備備品費	消耗品費	旅 費	謝 金 等	そ の 他
	平成 17 年度	1,340	200	900	200	0	40
	平成 18 年度	1,290	300	300	600	50	40
	平成 19 年度	0	0	0	0	0	0
	総 計	2,630	500	1,200	800	50	80

研究略歴	
<p>平成 16 年 8 月～現在 高エネルギー加速器研究機構超伝導低温工学センター 助手</p> <ul style="list-style-type: none"> 次世代大型低温干渉計型重力波検出器 (LCGT) のための超高性能ミラーの技術開発 LCGT 用超低振動小型極低温冷凍機の開発 大強度陽子加速器用超伝導マグネットの光学的アラインメント計測技術の開発 <p>平成 16 年 4 月 高エネルギー加速器研究機構超伝導低温工学センター 機関研究員</p> <ul style="list-style-type: none"> 低温干渉計型重力波検出器プロトタイプ (CLIO) 用低振動小型極低温冷凍機システムの開発 干渉計型重力波検出器のための散乱光・迷光対策に関する研究 <p>平成 13 年 4 月 日本学術振興会特別研究員</p> <ul style="list-style-type: none"> 低温干渉計型重力波検出器プロトタイプ (CLIO) 用低振動小型極低温冷凍機システムの開発 CLIO 用高熱伝導材料 (サファイア、純金属) の研究 <p>平成 13 年 3 月 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 修了 学位取得</p> <ul style="list-style-type: none"> 低温干渉計型重力波検出器の熱レンズ効果に関する研究 (博士論文) レーザー干渉計型重力波検出器 (TAMA300) のミラー形状精度の解析 	

若手研究 (A・B)	研究機関名	高エネルギー加速器研究機構	研究代表者氏名	都丸 隆行
------------	-------	---------------	---------	-------

このページは、若手研究 (A) で応募する研究者のみ記入

現有施設・設備

(研究の遂行に必要な現有の主要施設・設備の利用予定について記入してください。(「研究計画・方法」で記入する設備も含む。))
 (設置場所には、「研究室内」、「〇〇センター (学内共同利用)」等を記入してください。)

施設・設備の名称	設置場所	本研究での使用目的

準備状況等

(I. この研究課題の準備状況等について焦点を絞り、具体的かつ明確に記入してください。
 なお、この研究課題に密接に関連した研究課題の成果を発展させる場合は、そのことについて記入しても差し支えありません。)
 (II. 海外共同研究者がいる場合の相手国研究者との連絡調整の状況など、研究着手に向けての状況について記入してください。)

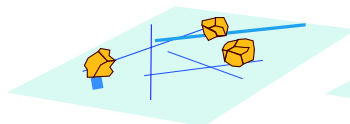
--

研究目的

- ①研究の背景（着想に至った経緯等）、
 ②研究目的（科学研究費の交付を希望する期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか）、
 ③当該分野におけるこの研究（計画）の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義、
 ④国内外の関連する研究の中での当該研究の位置づけ、
 ⑤平成17年度において継続して科学研究費補助金以外の研究費（他府省・地方公共団体・研究助成法人・民間企業等からの研究費）の助成を受ける場合は当該継続研究課題と本研究課題との相違点、
 について焦点を絞り、具体的かつ明確に記入してください。

- 1. 研究の背景** 重力波検出器やX線分析器、リソグラフィーなどで使用されるミラーやレンズでは、**ナノスケールの超精密研磨・加工技術**が要求され、現在技術開発が盛んに進められている。ナノスケールの超精密研磨・加工では、前段階の粗研磨～精研磨で高い形状精度（低空間周波数成分）を達成するとともに、研磨面への残留物の付着や微細な傷（高空間周波数成分）を極限まで減らしておく必要がある。このため、被研磨基板と研磨粒子の化学的結合性や研磨粒子同士のクラスター形成、ポリッシング液の材質などさまざまな角度から検討されているが、研磨粒子自身の形状が被研磨面に与える影響については今まで**ほとんど検討されてこなかった**。しかし、近年半導体フィラー用の球形微粒子が開発され、これを研磨に応用すれば、研磨粒子形状の影響についての考察が可能となる。
- 2. 研究目的** 本研究の目的は、**研磨粒子の形状が被研磨面に与える影響を評価すること**にある。具体的には、通常の破碎製造された研磨粒子と**球形粒子**を用いて、同じ研磨条件下でシリコンおよびサファイア基板の研磨を行い、基板の表面プロファイル（形状歪みと面粗さ）を計測・比較することで、被研磨面に研磨粒子の形状がどう影響するかを考察する。
- 3. 研究の学術的特色・独創的な点と意義** 研磨粒子形状が被研磨面に与える影響についてはこれまでほとんど研究例がなく、精密研磨・加工分野に**新しい視点**を与えることになる。特に、球形研磨粒子には次のような利点が考えられ、より高精度な研磨法の開拓が期待できる。
 図1のように、破碎研磨粒子ではどの部分が被研磨面と接触するかで、物理的・化学的相互作用の強さが異なる。したがって、粒径より高空間周波数領域で細かい傷ができやすい。球形研磨粒子の場合には被研磨面と一様な強さの相互作用が期待でき、また、粒子自身の表面が滑らかでクラスターを作りにくいことから、粒径に対応した特定の空間周波数以外では**一様に高い研磨が可能**となる。はっきりと素性の分かっている凹凸は、最終段階で処理しやすいため、結果的に高精度研磨が達成しやすくなる。さらに、一般に用いられている研磨のシミュレーションでは粒子形状を球形と仮定しており、実際の破碎研磨粒子との整合性に疑問が持たれているが、本研究により実験とシミュレーションの対比が容易になり、**研磨のメカニズムをより深く理解**できるようになる。
- 4. 当該研究の位置づけ** 本研究は近年誕生した球形微粒子を研磨に応用したもので、他に類似の研究例を見ない。したがって、精密研磨分野に新しい視点を与える。このような技術発展により、重力波検出器用超低光損失ミラーの開発や、X線分析器・リソグラフィー用高性能ミラーの開発に大きく貢献することができる。
- 5. その他の継続研究助成** なし

粒子のサイズが揃っていても粒子の接触する面によって、無数の非一様な傷が残る。



球状の粒子では一様な研磨が達成できる。

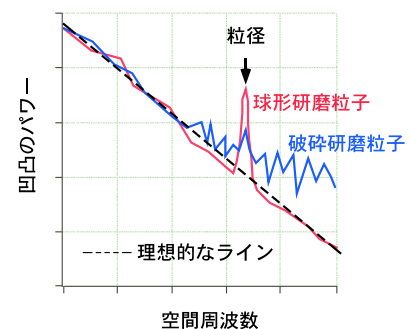
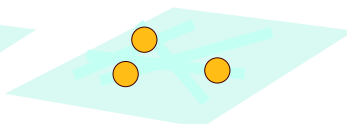


図1 研磨粒子形状の影響

従来の研究経過・研究成果 〈 I 及び II を区別するため、I を記入後は点線を引いて分けてください。〉

- I. この研究課題又はこれに密接に関連した研究課題で、従来受けた科学研究費補助金の研究種目、期間（年度）、研究課題名、研究経費を記入のうえ、それぞれの当初の研究計画、研究経過及び研究成果等について、具体的かつ明確に記入してください。
 - II. I 以外で、この研究課題又はこれに密接に関連した研究課題で受けた、科学研究費補助金以外の研究費（所属研究機関により措置された研究費・他府省・地方公共団体・研究助成法人・民間企業等からの研究費を含む。）におけるそれぞれの研究経過・研究成果等について、名称、期間（年度）、研究課題名、研究経費を記入のうえ、具体的かつ明確に記入してください。
- なお、従来受けた研究費には現在遂行中の研究も含まれます。

研究活動の状況及び本研究計画との関連性

（現在、参画している研究の状況（研究費の種類、研究期間、研究課題、役割分担内容）と今回応募している本研究計画との関連性を具体的に記入してください。）

研究計画・方法 (I、II及びIIIを区別するため、それぞれを記入後は点線を引いて分けてください。)

I. 研究目的を達成するための研究計画・方法について

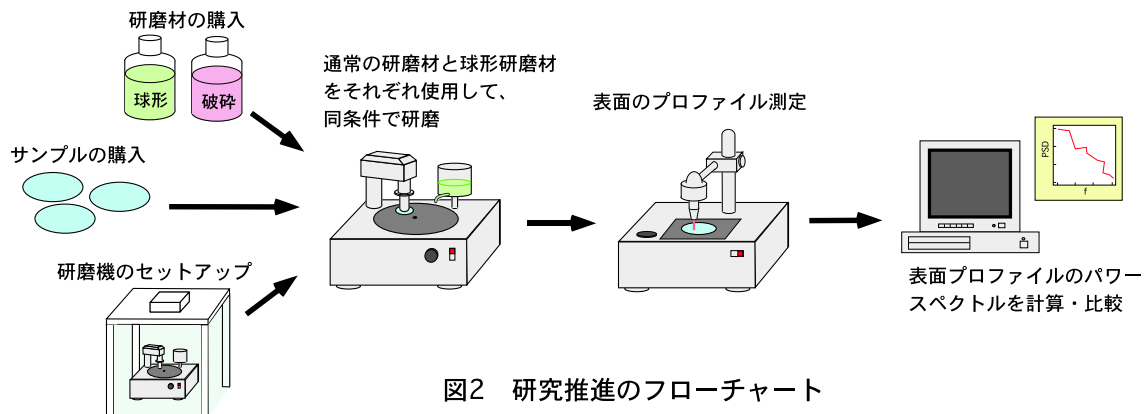
平成17年度と18年度以降に区別して、研究計画・方法を具体的に記入してください。また、①特に初年度については、例えば、主要設備(現有設備を含む)との関連、旅費については調査予定地域や実施体制、また、謝金等については人数や支援の内容など、経費と研究計画との関連性についても記入してください。②研究計画のいずれかの年度において、「設備備品費」、「旅費」又は「謝金等」のいずれかの経費が90%を超える場合(公募要領7頁を参照)には、当該経費の研究遂行上の必要性についても具体的に記入してください。

II. 研究を遂行する上での具体的な工夫について

例えば、効果的に研究を進める上でのアイデア、効率的に研究を進めるための研究協力者からの支援等について記入してください。

III. 生命倫理・安全対策等に関する留意事項(該当者のみ)

ヒト遺伝子解析研究、社会的コンセンサス等を必要とする研究及び生命倫理・安全対策に対する取組が必要とされている研究については、対策としてどのような措置を講じようとしているのか具体的に記入してください。

I. 研究計画・方法


平成17年度 図2は研究推進のフローチャートである。本研究は2年計画である。初年度は、実験装置のセットアップと基板の研磨実験を行う。まず、研磨機・研磨環境の整備を行う。研磨機は、高エネ機構・機械工学センターの装置を使用する。被研磨基板の汚染を防ぐため、小型のクリーンブースを制作し、研磨機を設置する。このため、小型クリーンユニットや防塵シートなどの防塵対策費を必要とする。被研磨基板には、産業上用途の多いシリコン基板と重力波検出器で使用するサファイア基板を使用する。それぞれ表面を粗研磨した $\phi 30 \times 10$ mmの基板を6枚ずつ購入する。研磨粒子にはシリコンの研磨に適したシリカとサファイアの研磨に適したアルミナを用いる。粒径は $10 \mu\text{m}$ と $1 \mu\text{m}$ の2種類とし、破碎・球形研磨粒子をそれぞれ500gずつ購入する。平成17年度は、シリコン基板とサファイア基板の研磨を行うところまでとする。

平成18年度 平成18年度は、前年度に研磨したシリコン基板とサファイア基板の表面プロファイルを計測する。計測装置は高エネ機構・機械工学センターの形状測定装置を用いる。また、より広い空間周波数領域のデータを得るため、東大新領域、阪大超精密科学研究センターの計測装置も利用する。したがって、打ち合わせのための旅費および計測費を要する。取得したデータは、近年注目されている表面形状のパワースペクトラム解析(PSD解析)を用いて評価する。このため、専用コンピュータ1台とプログラム開発ソフトを購入し、PSD解析用プログラムを開発する。解析結果より、特徴的な空間周波数、粗さ、スペクトラムの傾き等を比較検討し、研磨粒子形状の被研磨面への影響を調べる。表面プロファイル計測とPSD解析にはそれぞれ半年を予定している。

II. 研究遂行上の具体的な工夫 本研究では高エネ機構の研磨装置や計測装置、東大新領域・三尾研や阪大超精密科学研究センターの計測装置を最大限活用し、低予算で十分な成果を得ることを計画している。特に、高エネ機構・機械工学センターの東助教授に研磨・計測両面で協力を仰ぐ。PSD解析では以前の重力波検出器TAMA300用ミラーの解析経験を生かして、より詳細なPSD解析のプログラムを開発する。

設備備品費の明細 <small>(多数の図書、資料を購入する場合は「西洋中世政治史関係図書」のようにある程度、図書、資料の内容が判明するような表現で記入してください。)</small>			消耗品費の明細	
年度	品名・仕様 (数量×単価) (設置機関)	金額	品名	金額
17	クリーンユニット・日本エアテック SS-MAC-53 (1×200) (高エネ機構)	200	シリコン基板 サファイア基板 無塵対策 研磨粒子 研磨機用消耗品 機械工作費	150 400 100 50 100 100
	計	200	計	900
18	解析用コンピュータ・Power Mac G5 (1×300) (高エネ機構)	300	計測費 機械工作費	200 100
	計	300	計	300

旅費等の明細 (記入に当たっては、若手研究 (A・B) 研究計画調書作成・記入要領を参照してください。)

年度	国内旅費		外国旅費		謝金等		その他	
	事項	金額	事項	金額	事項	金額	事項	金額
17	研究打合せ旅費	200		0		0	会議費 印刷費	20 20
	計	200	計	0	計	0	計	40
18	研究打合せ旅費	100	成果発表	400	外国語論文の校閲	50	研究成果投稿料 印刷費	20 20
	成果発表	100						
	計	200	計	400	計	50	計	40

研究業績 (学術誌等に発表した論文、著書のうち本計画に関連する重要なものを選定し、記入してください。)

発表論文名・著書名

(論文名、著書名、著者名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)について記入してください。)
(以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。著者名が多数にわたる場合は、主な著者を数名記入し以下を省略(省略する場合、その員数と、掲載されている順番を○番目と記入)しても可。なお、研究代表者にはアンダーラインを付すこと。)

研究論文

Vibration Analysis of Cryocoolers

Takayuki Tomaru et al. (1番目/7人中), Cryogenics **44** (2004) 309-317

Heat Transfer of Several Materials at Cryogenic Temperature

Takayuki Tomaru et al. (1番目/7人中), Proceedings of 3rd International Symposium of Heat Transfer Engineering and Energy Conservation (2004) 751-756

Development of a cryocooler vibration-reduction system for a cryogenic interferometric gravitational wave detector

Takayuki Tomaru et al. (1番目/9人中), Class. Quantum Grav. **21** (2004) S1005-S1008

小型冷凍機の振動解析

都丸隆行 他 (1番目/8人中), 低温工学 **38** (2003) 693-702

Development of a Small Vibration Cryocooler for CLIO

Takayuki Tomaru et al. (1番目/8人中), Proceedings of 28th International Cosmic Ray Conference (2003) 3127-3130

Maximum heat transfer along a sapphire suspension fiber for a cryogenic interferometric gravitational wave detector

Takayuki Tomaru et al. (1番目/10人中), Phys. Lett. A **301** (2002) 215-219

Evaluation of the Performance of Polished Mirror Surfaces for the TAMA Gravitational Wave Detector by Use of a Wave-Front Tracing Simulation

Takayuki Tomaru et al. (1番目/21人中), Appl. Opt. **41** (2002) 5913-5920

Thermal lensing in cryogenic sapphire substrates

Takayuki Tomaru et al. (1番目/9人中), Class. Quantum Grav. **19** (2002) 2045-2049

Cryogenic measurement of the optical absorption coefficient in sapphire crystals at 1.064 μm for the large-scale cryogenic gravitational wave telescope

Takayuki Tomaru et al. (1番目/9人中), Phys. Lett. A **283** (2001) 80-84

Analysis of TAMA mirrors using FFT simulation

Takayuki Tomaru et al. (1番目/12人中), 2nd TAMA Workshop (2000)

Internal Friction Originating from Random Magnetism

T. Tanji, Takayuki Tomaru et al. (4番目/6人中), J. J. A. P **43** (2004) 3552-3555

Present status of large-scale cryogenic gravitational wave telescope

T. Uchiyama, Takayuki Tomaru et al. (26番目/50人中), Class. Quantum Grav. **21** (2004) S1161-S1172

Mechanical loss of the reflective coating and fluorite at low temperature

K. Yamamoto, Takayuki Tomaru et al. (7番目/16人中), Class. Quantum Grav. **21** (2004) S1075-S1081

Application of diamond-like Carbon (DLC) coating for gravitational wave detectors

R. Takahashi, Takayuki Tomaru et al. (5番目/9人中), VACUUM **73** (2004) 145-148

低温レーザー干渉計型重力波検出器の為のヒートリンクの研究

笠原邦彦, 都丸隆行 他 (2番目/9人中), 低温工学 **39** (2004) 25-32

研究業績 (つづき)

Measurement of damping performance of M2052 alloy at cryogenic temperature
T. Tanji, Takayuki Tomaru et al. (4 番目/9 人中) , J. Alloy, Compounds **355** (2003) 207-210

Current status of large-scale cryogenic gravitational wave telescope
K. Kuroda, Takayuki Tomaru et al. (27 番目/50 人中) , Class. Quantum Grav. **20** (2003) S871-S884

Force measurements of a superconducting-film actuator for a cryogenic interferometric gravitational-wave detector
N. Sato, Takayuki Tomaru et al. (12 番目/14 人中) , Cryogenics **43** (2003) 425-429

Japanese large-scale interferometers
K. Kuroda, Takayuki Tomaru et al. (25 番目/44 人中) , Class. Quantum Grav. **19** (2002) 1237-1245

Cryogenic contamination speed for cryogenic laser interferometric gravitational wave detector
S. Miyoki, Takayuki Tomaru et al. (2 番目/12 人中) , Cryogenics **41** (2001) 415-420

Cryogenic contamination of an ultra-low loss mirror for cryogenic laser interferometric gravitational wave detector
S. Miyoki, Takayuki Tomaru et al. (3 番目/13 人中) , Cryogenics **40** (2000) 61-66

A measurement of the frequency dependence of the spring constant
S. Matsumura, Takayuki Tomaru et al. (3 番目/5 人中) , Phys. Lett. A **244** (1998) 4-8

受賞歴

低温工学論文賞
都丸隆行 他 (1 番目) , 低温工学協会 (2004)

特許

極低温冷却装置
出願番号：2003-190886, (2003)

極低温冷凍機
出願番号：2003-165908, (2003)

冷凍機を用いた物品の冷却法、および冷凍機
出願番号：2003-204710, (2003)

研究代表者の所属研究機関において記入する事項	機関番号	82118
	整理番号	

平成 17 年度科学研究費補助金応募カード (学振)

(記入に当たっては「平成17年度科学研究費補助金応募カード(学振)作成・記入要領」に基づき記入してください。)

研究代表者が記入する事項

1. 研究種目 (該当する研究種目を○で、「基盤研究」及び「若手研究」についてはアルファベットも○で囲むこと)
 (基盤研究 (S · A · B · C) · 萌芽研究 · (若手研究) (A · (B)))
2. 審査区分 (基盤研究 (A·B·C) のみ、該当する番号を記入)
 「一般」 : 1 「企画調査」 : 2 「海外学術調査」 : 3

3. 細目 (該当する細目番号 (「海外学術調査」は関連する細目番号) を記入)

5	0	0	2
---	---	---	---

 (4ケタ)

4. 分割番号 (総合・新領域系のみ) 5. 分割番号 (基盤研究(C)「一般」のみ) 6. 研究対象の類型 (基盤研究(C)「企画調査」のみ)

	(分割 A : A)		(分割 1 : 1)		(1, 2又は3を記入)
	(分割 B : B)		(分割 2 : 2)		

7. 分野 (「海外学術調査」のみ、該当する番号を2ケタで記入)

		「人文学A」 : 0 1	「人文学B」 : 0 2	「社会科学A」 : 0 3	「社会科学B」 : 0 4
		「数物系科学A」 : 0 5	「数物系科学B」 : 0 6	「化学」 : 0 7	「工学」 : 0 8
		「生物学」 : 0 9	「農学」 : 1 0	「医歯薬学A」 : 1 1	「医歯薬学B」 : 1 2

8. 研究課題 (40字以内で記入)

精	密	研	磨	に	お	け	る	研	磨	粒	子	形	状	の	影	響	に	関	す	
る	研	究																		

9. 研究代表者氏名 (記名押印又は署名)

(ふりがな) とまる たかゆき

 氏 名 都丸 隆行 印

10. 研究代表者の研究者番号

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

11. 所属部局 (学部等) · 職

部局名 共通基盤研究施設

 職名 助手

- 所属部局番号

9	9	9
---	---	---

- 職番号

2	3
---	---

12. 研究経費 (1マスに1文字を右詰めで記入、応募のない年度は「0」を記入)

平成 17 年度	1	3	4	0	千円
平成 18 年度	1	2	9	0	千円
平成 19 年度				0	千円
平成 20 年度				0	千円
平成 21 年度				0	千円

13. 平成 17 年度分担金配分の有無

「有」 : 1 「無」 : 2

14. 研究者数 (右詰めで記入)

人

15. 【継続分の研究課題番号】
 (大幅な変更がある場合のみ)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

16. 開示希望の有無 (該当する番号を記入)

「審査結果の開示を希望する」 : 1
 「審査結果の開示を希望しない」 : 2

17. 【研究計画最終年度前年度の応募】 (公募要領 13頁を必ず参照してください)

←「応募する」 : 1 ----->

(平成 17 年度が研究期間の最終年度に当たる研究計画の課題番号を記入)
 「応募しない」 : 2
 (該当しない場合)