

平成15年度 基盤研究(C)(企画調査)研究計画調査

基盤C(企画調査) 1

注1. 別途平成15年度基盤研究(C)(企画調査)研究計画調査作成・記入要領(藍色)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。

機関番号	14301
整理番号	

研究区分	()・(2)	審査区分	企画調査				
審査希望部門	分野	分科	細目			細目番号(4桁)	
	数物系科学	プラズマ科学	プラズマ科学			4501	
	類型	1	「作成・記入要領」4.を参照	分割番号	A・B	総合・新領域系のみ(「作成・記入要領」3.を参照)	
ふりがな	しばた かずなり		所属研究機関・部局・職		京都大学・大学院理学研究科・教授		
研究代表者氏名	柴田 一成 印						
研究課題	新展開を迎えた磁気リコネクションに関する企画調査 - 実験室から天体まで -					研究者総数	
						24	
研究経費(千円)	使用内訳(千円)						
	会議費	印刷費	消耗品費	国内旅費	外国旅費	謝金	その他
4,997	130	360	0	4,124	263	120	0

研究目的

企画調査の必要性及び共同研究等の意義・価値についても記入してください。また、「研究対象の類型」がのものについては、将来、特定領域研究の研究領域として発展させる意義・必要性等についても併せて記入してください。

<研究目的>

磁気リコネクションとは、高電気伝導度を持ったプラズマ中で本来凍結されるべき磁力線が「つなぎかわる」ことである。その機構解明はプラズマ物理学、地球惑星物理学、天体物理学といった理学から、プラズマ応用工学、プラズマ核融合工学といった工学や生産技術まで幅広い分野にとって重要である。しかし、これまで半世紀にもわたる研究の努力にもかかわらず、基礎過程の多くの点が未解決のまま残されていた。ところが、近年、日本の研究者がリコネクションの各分野で世界をリードする研究成果を次々と挙げ始め、その結果、リコネクションの基礎過程の全貌解明への近道と考えられる次のような重要課題がとくに日本の研究者の努力により浮かび上がってきた。(1) 速いリコネクションはなぜ起こるのか？(ペチェック型リコネクションは実在するか？)、(2) 電気抵抗はなぜ増えるのか？(異常抵抗か、無衝突断力か？)、(3) リコネクションの3次元性の寄与は何か？、(4) リコネクションにともなう新しい粒子加速や電磁放射はあるか？本研究計画は、これらの課題を解明することを目的とした特定領域研究の発足を目標とし、そのためにはどのような研究戦略・体制をとるのが良いのか、普段は異なる学会に属し独立した研究活動をおこなっている日本の代表的リコネクション研究者を一同に集めることにより、調査研究することを目的とする。

<本研究の意義・価値>

磁気リコネクションは、実験室・核融合プラズマから地球磁気圏、太陽コロナ、原始星、銀河間空間等、すべての磁化プラズマの磁場構造変化や加熱に共通する基礎過程であり、各分野の問題を解く共通のキーとしてその機構解明が強く求められている。太陽観測衛星「ようこう」はX線撮像観測によってフレアにおけるリコネクションの証拠を世界に先駆けて観測し、磁気圏観測衛星「GEOTAIL」はリコネクションのマイクロ過程を初めて明らかにし、室内プラズマ実験ではリコネクションに特化した独自の実験が世界をリードしてきた。また、日本の観測陣の活躍を受けて、理論・シミュレーション・グループも大規模数値実験に基づいた観測結果の新しい解釈を示すことによって大きな成果を挙げた。このような時期に、本研究計画によりわが国で分野横断的な研究交流を行い、上記の課題を明らかにするための研究戦略を構築することは、今後新しい分野(例えば、X線天文学で発見された様々な天体プラズマ現象)にリコネクション物理学を応用していくためにも、きわめて重要である。

<特定領域研究へと発展させる意義>

磁気リコネクション研究進展の新しい契機を受け、世界に先駆けて磁気リコネクション過程の統一的描像を作り上げるには、持続的な研究活動を維持できる研究組織の構築が必要である。そのために特定領域研究化を目指す。なお、本企画調査の分担者は各分野の代表的研究者のみで構成されるが、特定領域が発足すれば、各分野の関連研究者が広く参加できるようにする予定である。

基盤研究(C)	研究機関名	京都大学	研究代表者氏名	柴田一成
---------	-------	------	---------	------



研究組織（研究代表者及び研究分担者）		研究分担者も、本研究計画に常時参加する者です。			
氏名（年齢）	所属研究機関・部局・職	現在の専門	学位	役割分担 (本年度の研究実施計画に対する分担事項)	平成15年度研究経費
柴田一成(48)	京都大学・大学院理学研究科・教授	太陽・宇宙プラズマ物理学	理学博士	全体総括	4,997千円
小野 靖(43)	東京大学・高温プラズマ研究センター・助教授	プラズマ工学	工学博士	実験分野総括・実験室プラズマにおける磁気リコネクション	
長山好夫(50)	核融合科学研究所・プラズマ計測研究系・助教授	プラズマ物理学	工学博士	磁気リコネクションと3次元自己組織化過程	
林 隆也(50)	核融合科学研究所・理論シミュレーション研究センター・教授	プラズマ物理学	理学博士	磁気リコネクションにおける粒子加速過程	
佐藤哲也(63)	地球シミュレーターセンター・センター長	プラズマ物理学	工学博士	磁気リコネクションと3次元自己組織化過程	
堀内利得(50)	核融合科学研究所・理論シミュレーション研究センター・教授	プラズマ物理学	理学博士	磁気リコネクションにおけるマイクロ過程（抵抗の起源）	
鶴飼正行(54)	愛媛大学・工学部・教授	プラズマ物理学	工学博士	磁気リコネクションにおける非定常過程とプラズモイド	
星野真弘(44)	東京大学・大学院理学系研究科・教授	宇宙空間物理学	理学博士	磁気圏分野総括・リコネクションにおけるマイクロ過程（抵抗の起源）	
長井嗣信(50)	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授	磁気圏物理学	理学博士	磁気圏リコネクションにおける粒子加速過程	
荻野竜樹(54)	名古屋大学・太陽地球環境研究所・教授	磁気圏物理学	工学博士	磁気圏における3次元磁気リコネクション	
町田 忍(50)	京都大学・大学院理学研究科・教授	磁気圏物理学	理学博士	磁気圏尾における磁気リコネクションとプラズモイド	
向井利典(59)	宇宙科学研究所・教授	磁気圏物理学	理学博士	磁気圏リコネクションにおけるマイクロ過程（抵抗の起源）	
小嶋浩嗣(39)	京都大学・宙空電波科学研究センター・助教授	磁気圏物理学	工学博士	磁気圏リコネクションにおけるマイクロ過程（波動現象）	
大村善治(45)	京都大学・宙空電波科学研究センター・教授	磁気圏物理学	工学博士	磁気圏リコネクションにおけるマイクロ過程と電磁放射	
松本 紘(60)	京都大学・宙空電波科学研究センター・教授	磁気圏物理学	工学博士	磁気圏リコネクションにおけるマイクロ過程と電磁放射	
寺沢敏夫(52)	東京大学・大学院理学系研究科・教授	磁気圏プラズマ物理学	理学博士	磁気圏リコネクションにおける粒子加速過程	
藤本正樹(38)	東京工業大学・大学院理工学研究科・助教授	磁気圏物理学	理学博士	磁気圏における3次元磁気リコネクション	
松元亮治(45)	千葉大学・理学部・教授	宇宙物理学	理学博士	天体分野総括・降着円盤における3次元磁気リコネクション	
黒河宏企(60)	京都大学・大学院理学研究科・教授	太陽物理学	理学博士	太陽フレア・コロナにおける3次元磁気リコネクション	
常田佐久(48)	国立天文台・太陽物理学研究系・教授	太陽物理学	理学博士	太陽フレア磁気リコネクションにおける粒子加速と電磁放射	
草野完也(43)	広島大学・大学院先端物質科学研究科・助教授	プラズマ物理学	理学博士	太陽フレアにおける3次元磁気リコネクション	
横山央明(36)	国立天文台・野辺山太陽電波観測所・助手	太陽物理学	理学博士	太陽フレア・コロナにおける磁気リコネクションとプラズモイド	
牧島一夫(53)	東京大学・大学院理学系研究科・教授	X線天文学	理学博士	天体プラズマにおける磁気リコネクションと粒子加速・電磁放射	
山田雅章(59)	プリンストン大学・プラズマ物理学研究所・主任研究員	プラズマ物理学	Ph. D.	実験室プラズマにおける磁気リコネクション（抵抗の起源）	
合計	24名			研究経費合計（研究(1)のみ該当）	4,977千円

研究計画

〔企画調査の具体的方法について詳しく記入してください。また、この研究計画と主要な経費との関連性についても併せて記入してください。〕

研究目的にも書いたように、各分野における研究の発展によって、リコネクション研究は新展開を迎え、次のような課題がリコネクション基礎過程全貌解明への近道として浮かび上がってきた。

- 課題(1) 速いリコネクションはなぜ起こるのか？ (ペチェック型リコネクションは実在するか？ テアリング不安定性の非線形発展、プラズモイドや非正常性の役割は何か？)
- 課題(2) 電気抵抗はなぜ増えるのか？ (異常抵抗か、無衝突過程か？)
- 課題(3) リコネクションの3次元性の寄与は何か？ (3次元リコネクションは2次元リコネクションと本質的に異なるのか？ ミクロとマクロで3次元性に違いはあるか？)
- 課題(4) リコネクションにともなう新しい粒子加速や電磁放射はあるか？
(粒子加速はどこで起きているのか？ 加速された電子ビームはどんな電磁放射を引き起こすか？)

本企画調査では、これらの課題解明を目的とした特定領域研究設置のための調査研究を行う。すなわち、上記の課題を解明するには、具体的に何を観測し何を実験しないといけないか、どのような理論・シミュレーションが必要か、研究体制作りはどうするか、これらの課題毎に以下のようなグループを作り、調査検討する。

	実験室	地球磁気圏	天文
課題1	小野、堀内	町田、長井	柴田、横山
課題2	山田	小嶋、向井、鶴飼	星野
課題3	長山、佐藤	藤本、荻野	松元、黒河、草野
課題4	林	寺沢、大村、松本	常田、牧島

本研究では実験室から天体まで広範な対象をカバーしているので、全てに共通する側面と、系のスケールに特化した側面を分離し、それぞれに対し最も有効な研究手法・手段を明確化するために、上の表のような分野毎のグループも作る。これら3つの分野は次に述べるそれぞれの特長を有しており、それらを有機的に総合することが大切である。実験室分野の特長は、電流シートの構造や異常拡散現象などについて、境界条件制御や能動的計測が可能であること、磁気圏分野では、電流シート内の粒子の3次元位相空間分布・異常電気抵抗・粒子の異常拡散をになう波動の同定を行うことができること、天文分野の太陽フレア観測ではリコネクション現象のマクロな構造の高時間分解・高空間分解観測が可能であること、である。さらに、原始星フレア・降着円盤の研究はリコネクションに関するスケール則を検証する舞台を与え、相対論的プラズマを舞台とした磁気リコネクションの研究は全く新しい物理像を生み出す可能性を秘めている。これら各課題グループ内、各分野グループ内の討論、全体的討論のための打ち合わせ旅費、研究会開催費用が本企画調査の主な経費であり、その内訳は以下の通りである：各分野担当者の打ち合わせ旅費。4課題3分野での作業会を各1回、計7回。以上の打ち合わせ、作業会を踏まえ、申請テーマでの全体会議を2回開催する。全体会議のうち1回には、室内実験による磁気リコネクション研究の世界的権威者である山田博士(米プリンストンプラズマ物理学研究所)を招聘したい。さらに、本企画調査に含まれていない専門家招聘のための謝金が必要である。

他の組織との関連性 (例えば学会等との関連性について記入してください。)

プラズマ核融合学会では核融合プラズマの制御の観点から、地球電磁気・地球惑星圏学会では、磁気圏におけるエネルギー・物質輸送支配的過程として、さらに、天文学会では太陽フレアや降着円盤・宇宙ジェット生成機構などに関連した電磁流体素過程として、磁気リコネクションの研究が行われている。このように各分野における磁気リコネクション研究は近年ますます活発に行われているが、分野横断的な研究交流は数年に一度程度の頻度で、学会の特別セッションなどで行われたに留まってきた。このような状況の中で、本研究計画参加者の小野、柴田、寺沢を中心として、平成11年度東大シンポジウム「スペースおよび実験室における磁気リコネクション」(平成12年2月29日～3月3日)を開催し、シンポジウムでの議論の中で学際的研究を活発化することに向けてのコンセンサスが得られた。この国際会議は、天文学会より一部資金援助を受け、また、その論文集は地球電磁気・惑星圏学会発行の Earth, Planets, and Space 誌の53巻6号(2001年)に出版された。さらに小野、星野、藤本、柴田が中心となって、プラズマ核融合学会誌の平成14年10月号に、小特集「磁気リコネクション研究の到達点と課題」と題した解説記事が掲載された。このように、本研究計画参加者の活動は、天文学会、地球電磁気・惑星圏学会、プラズマ核融合学会から高い評価とサポートを得ている。一方、米国では現在、リコネクション研究が学際的な科学として新しく大きく発展しようとしており、リコネクションに関するCOE研究プロジェクト(アイオワ大学、プリンストン・プラズマ物理研究所など)が続々と始まっている。本研究では、これらの米国グループと連携を取って、今後の研究計画を考えるための国際集会(上記全体会議との合同会議)を開く。すでに米国とはこの2年間、日米科学技術協力事業核融合分野のワークショップとしてUS-Japan Symposium on Plasma Merging and Magnetic Reconnection を開催するなど、継続的な情報交換・研究協力を行っており、日本への期待も大きい。それに応えるためにも、平成15年度に本研究が認められた場合、本企画研究の分担者以外の関連研究者も広く含めて、平成16年度よりただちに特定領域研究を始めたい。

基盤研究(C)	研究機関名	京都大学	研究代表者氏名	柴田一成
---------	-------	------	---------	------

研究経費の明細					
(記入に当たっては、基盤研究(C)(企画調査)研究計画調書作成・記入要領を参照してください。)					
(金額単位:千円)					
会議費		印刷費		消耗品費	
事項	金額	事項	金額	事項	金額
作業会(磁気リコネクション特定領域準備世話人会、7回、5人)	300	報告書(特定領域発足提案書、400部)	360		
全体会議(磁気リコネクション特定領域準備会、2回、15人)	100				
計	130	計	360	計	0
国内旅費		外国旅費		謝金	
事項	金額	事項	金額	事項	金額
特定領域準備打ち合わせ旅費(東京 京都:1泊2日 2人×5回)	420	招聘旅費(米国 日本、7泊8日)	263	専門的知識の提供(招待講義、6010円/時×4時間×5人)	120
作業会(磁気リコネクション特定領域準備世話人会)旅費、東京 京都:2泊3日、5人×7回)	1,960				
全体会議(磁気リコネクション特定領域準備会)旅費(出張15人)(東京 京都:2泊3日 9人×2回;多治見 京都:2泊3日 2人×2回;豊川 京都:2泊3日 1人×2回;松山 京都:2泊3日 1人×2回;東広島 京都:2泊3日 1人×2回;野辺山 京都:2泊3日 1人×2回)	1,744				
計	4,124	計	263	計	120
その他					
事項	金額				
計	0				