

**(独) 科学技術振興機構
戦略的創造研究推進事業
個人型 (さきがけ)**

研究領域事後評価用資料

**「光の創成・操作と展開」
(2005-2010)**

研究総括 伊藤弘昌

2011. 5. 18

目次

1. 戦略目標	4頁
2. 研究領域	4
2-1 研究領域の概要	4
2-2 研究領域の方針	4
(1) 【研究加速】	4
(2) 【研究視野拡大】	5
(3) 【研究国際化と成果アピール】	5
(4) 【研究協力】	5
(5) 【昇格異動支援】	5
3. 研究総括	5
4. 採択課題・研究費	6
5. 研究領域のねらい	9
6. 研究課題の選考について	9
7. 領域アドバイザーについて	10
8. 研究領域の運営の状況について	11
(1) 採択テーマ、研究者の分布	12
(2) 理論研究者の採択	12
(3) 海外で研究を進めている斬新テーマの採択	12
(4) 領域会議と光関連件施設見学（年2回開催、二泊3日の宿泊研修）	13
(5) 光関連研究施設見学会	13
(6) 他領域研究者との交流	14
(7) 領域パンフレット作成と配布	14
(8) 研究総括（または技術参事／事務参事）の研究者訪問	14
(9) 研究加速と研究者昇格異動の支援	15
(10) 研究協力促進	15
(11) 研究者の海外研究機関での先端研究実施支援	16
(12) 研究者提案の国際会議支援	16
(13) 「研究終了報告会」：国内外研究者を招き、大規模学会内で開催	16
(14) さきがけ冊子「光科学の未来を拓く」出版	18
(15) さきがけ制度のアピール	18
9. 領域のねらいに対する成果の達成状況	18
(1) 昇格異動と研究環境立ち上げ支援	19
(2) 研究協力促進	19
(3) 研究発展・・・新ファンド獲得	20
(4) 新産業育成へ向かっての展開	21
(5) 新しい概念・手法の探求	21
(6) 新しい研究形式への挑戦	22
(7) 女性研究者の活躍と支援	23
(8) 外部からの高い評価	23
(9) 今後の研究活動支援への布石	24
10. 科学技術上の進歩に資する成果／社会・経済・文化的な価値創出への期待	24
<基礎科学技術上の進歩に資する成果>	24
<応用科学技術上の進歩に資する成果>	25
<社会・経済的価値創出>	26
<文化的な価値創出>	26
11. 総合所見	27

【詳細目次】

1. 戦略目標	4 頁	(1 3) 「研究終了報告会」	16
2. 研究領域	4	・ ・ ・ 「さきがけフォーラム」開催（研究成果報告会）	
2-1 研究領域の概要	4	国内外研究者を招き、大規模学会内で開催	
2-2 研究領域の方針	4	(1 4) さきがけ冊子「光科学の未来を拓く」出版	
(1) 【研究加速】	4	(1 5) さきがけ制度のアピール	18
(2) 【研究視野拡大】	5	9. 領域のねらいに対する成果の達成状況	18
(3) 【研究国際化と成果アピール】	5	(1) 昇格異動と研究環境立ち上げ支援	19
(4) 【研究協力】	5	(2) 研究協力促進	19
(5) 【昇格異動支援】	5	①[研究者間の協力]大村研究者・桂川研究者・長谷研究者	
3. 研究総括	5	②[研究者とアドバイザー間の協力]長谷研究者・富永アドバイザー	
4. 採択課題・研究費	6	③[理論研究者が実験研究者に提案]越野研究者・清水研究者	
5. 研究領域のねらい	9	④[実験研究を理論研究者が裏づけ]大村研究者・森下研究者	
6. 研究課題の選考について	9	(3) 研究発展・ ・ ・ 新ファンド獲得	20
6-1 応募内容	9	(4) 新産業育成へ向かっている展開	21
6-2 採択の考え方	9	(4-1) 研究資金獲得	
6-3 選考結果	10	(4-2) 産業化へのアプローチ	
6-4 応募内容・採択テーマ分析	10	(5) 新しい概念・手法の探求	21
7. 領域アドバイザーについて	10	(6) 新しい研究形式への挑戦	22
8. 研究領域の運営の状況について	11	・青木隆朗研究者：カリフォルニア工科大学に2年間滞在	
(1) 採択テーマ、研究者の分布	12	・榎引俊宏研究者：マサチューセッツ総合病院に1年半滞在	
(2) 理論研究者の採択	12	・森下亨研究者：[滞在型ワークショップ][実験研究者のもとへ滞在しての研究実施]	
(3) 海外で研究を進めている斬新テーマの採択	12	(7) 女性研究者の活躍と支援	23
(4) 領域会議と光関連施設見学	13	(8) 外部からの高い評価	23
(年2回開催、二泊3日の宿泊研修)		(8-1) 学会特集号	
①研究者の視野拡大		(8-2) 外部表彰	
②研究協力促進		(9) 今後の研究活動支援への布石	24
③研究者と研究総括／アドバイザーのコミュニケーション促進		10. 科学技術上の進歩に資する成果	24
④全研究期間ならびにさきがけ研究後を睨んだ会議テーマ設定		／社会・経済・文化的な価値創出への期待	
(5) 光関連研究施設見学会	13	<基礎科学技術上の進歩に資する成果>	24
①光関連の最先端研究施設視察：研究総括、アドバイザーの所属機関を中心に選定		・原子・分子の振る舞いの探求	
②光技術に関連する“巨大光科学プロジェクト”施設見学		<応用科学技術上の進歩に資する成果>	25
③研究の出口を常に意識して研究に取り組むために、産業化に向けての最先端研究施設見学		・THz帯の応用	
(6) 他領域研究者との交流	14	<社会・経済的価値創出>	26
：さきがけ「物質と光作用」研究領域との領域交流		・田中拓男研究者：3次元的なナノサイズの新しい金属ナノ加工技術開発	
(7) 領域パンフレット作成と配布	14	・尾松孝茂研究者：トポロジカル光波を創成	
(8) 研究総括（技術／事務参事）の研究者訪問	14	・榎引俊宏研究者：光で間葉系幹細胞の分化を制御	
(9) 研究加速と研究者昇格異動の支援	15	<文化的な価値創出>	26
(10) 研究協力促進	15	・研究終了報告会と科学技術外交	
(11) 海外研究機関での先端研究実施支援	16	・研究終了報告会を学会講演会の中で実施	
(12) 研究者提案の国際会議支援	16	11. 総合所見	27

1. 戦略目標

戦略目標「光の究極的及び局所的制御とその応用」（平成 17 年度設定）

- (1) 光による原子の量子的制御と量子極限光の開拓
 - ・ボース・アインシュタイン凝縮やフェルミ凝縮などを利用した光による原子の精密制御の開拓や光の本質にもとづく新たな物質科学の創出
- (2) 光と物質の局所的相互作用に基づく新技術の創出
 - ・近接場光などを活用した回折限界を超えた超微細加工技術の高度化
 - ・非線形光学や近接場光などのナノ構造・生体物質の観察・分析技術への展開
- (3) 究極的な光の発生技術とその検知技術の創出
 - ・究極的に高品質な光源および超小型光情報処理素子の実現を目指した量子ドット、フォトニック結晶、非線形光学などの飛躍的發展
 - ・量子通信や極限計測技術の飛躍を目指した単一光子光源や単一光子検出技術の創出

2. 研究領域

「光の創成・操作と展開」（平成 17 年度発足）

2-1 研究領域の概要

本研究領域は、光の本質の理解、光に関わる新しい現象・物性の解明、光の制御や光による物質の制御に関する新しい概念・手法の探求などに関して研究を進めるもので、将来もたらされると期待される新パラダイムを見据え、個人の独創的な発想に基づいたこれまでにない研究を対象とした。

具体的には、赤外、可視、紫外のみならず広範な領域を対象とした、光の発生・伝搬・検知の手法・技術に関する研究、それらに対応する素子等の研究、光と物質の局所的相互作用に関する研究、光による原子・分子の制御手法の研究、光の波長・振動数、位相、エネルギー密度計測手法などの光の本質の理解に関する研究、などがあげられる。これらの研究によって、新たな原理の発見、方法論の創出が成され、革新的な技術展開の契機となることを期待したものである。

2005 年 10 月に第 1 期研究者 10 人の精鋭を集めて発足し、2006 年 10 月に第 2 期研究者 6 名、2007 年 10 月に第 3 期研究者 8 名を加え計 24 名のバーチャルラボを運営した。

2-2 研究領域の方針

当領域では、さきがけ研究テーマの遂行促進に努めると共に、研究の視野拡大、国際化など新しい発想で研究に取り組むマインドの醸成を図ることとし、更に、若い成長途上にある研究者の昇格異動などに積極的な支援を行なっている。

- (1) 【研究加速】研究テーマの促進においては、技術参事が研究者と密に課題発掘

を行い研究遂行上の課題を先取りして対処を行なっている。研究加速のための施策、新テーマの設定などに関し研究総括と連絡を取り的確なテーマ設定、費用増額などを行なった。

- (2) 【研究視野拡大】研究の視野拡大としては、最先端研究施設見学会を定期的に催した。光関連の最先端研究施設のみならず、巨大プロジェクトの施設、産業界の研究施設見学も盛り込み、研究者が普段見ている研究分野以外の領域も見学し視野が広がることを目論んだ。
- (3) 【研究国際化と成果アピール】国際的な視野を養ってもらうために、まず、採択において研究テーマならびに個人の資質を重視すると共に、海外研究機関で研究を進めているテーマにも留意し選定を行なった。又、研究終了時には海外から研究者を招き国際的なシンポジウムとして報告会を開催し、多くの参加者を得ると共に国際的な議論を重ねた。
- (4) 【研究協力】新しい発想で研究に取り組むマインドの醸成として、さきがけ内の研究協力を推奨し多くの成果を得ている。
 - ①研究領域内で多くの研究協力関係が生まれ、成果を論文に纏めると共に、新しい研究資金獲得にも共同で応募する動きとなっている。
 - ②アドバイザーが領域会議でのアドバイスに留まらず共同で実験を進める研究協力例も多く生まれている。
 - ③実験研究と理論研究の融合を目指し理論研究者を毎年採択している。その結果、実験研究者と理論研究者のコラボレーションが生まれ多くの研究協力結果が得られている。
- (5) 【昇格異動支援】年齢的に若いさきがけ研究者は異動等の昇格異動を抱えている。この為、ポジションのプロモーションに対する協力、異動に伴う新研究環境立ち上げ費用の支援などに積極的に取り組んだ。その際、異動に伴うアイドル期間短縮に勤め、技術参事は研究者と密に連絡を取り合い異動を先取りした対策を講じた。

3. 研究総括

伊藤 弘昌（東北大学名誉教授、JST プラザ宮城 館長）

4. 採択課題・研究費

		(百万円) ※各研究課題とも3年間の見込みの総額		
採択 年度	研究者	所属・役職 上段：研究終了時 (中段：研究実施場所が途中異なる場合記載) 下段：応募時[研究実施場所が異なる時記載]	研究課題	研究費
平成 17 年度	芦田 昌明	大阪大学大学院基礎工学研究科 教授	光伝導アンテナによる光電場の直接検出	5 2
		同上 助教授		
	石川 顕一	東京大学大学院工学系研究科 特任准教授 (理化学研究所次世代計算科学研究開発プログラム 上級研究員)	高強度超短パルス短波長光中の原子分子ダイナミクス	3 8
		同上 助教授		
	井戸 哲也	情報通信研究機構新世代ネットワーク研究センター 主任研究員	位相コヒーレント真空紫外パルスによる精密原子分光	5 0
		JILA Research Associate		
	大村 英樹	産業技術総合研究所計測フロンティア研究部 主任研究員	位相制御光による量子的分子操作と極限計測技術への展 開	4 1
		同上 研究員		
	尾松 孝茂	千葉大学大学院融合科学研究科 教授	トポロジカル光波シンセシス	4 2
		千葉大学工学部 助教授		
	桂川 眞幸	電気通信大学情報理工学部 准教授	分子光変調による超高繰り返し超短パルス光の発生	5 5
		電気通信大学電気通信学部 助教授		
	久保 敦	筑波大学大学院数理物質科学研究科 助教 University of Pittsburgh Department of Physics and Astronomy Postdoctoral fellow	ナノ光学素子中のプラズモンダイナミクスのフェムト秒 映像化	6 2
	熊倉 光孝	福井大学大学院工学研究科 准教授	原子波回路を用いた物質波ソリトンの光学的制御	5 4
		京都大学大学院理学研究科 助手		
	長谷 宗明	筑波大学大学院数理物質科学研究科 准教授	コヒーレント物質波制御による電子・光子の操作	4 6

		物質・材料研究機構材料研究所 主任研究員		
	菱川 明栄	名古屋大学大学院理学研究科 教授 自然科学研究機構分子科学研究所 助教授	光電子ホログラフィーによるレーザー場反応追跡	4 1
	青木 隆朗	京都大学大学院理学研究科 特定准教授 (California Institute of Technology Department of Physics Visiting Associate)	キャビティ QED による原子と光子の量子操作	6 8
	芦原 聡	東京大学大学院工学系研究科 助手 東京農工大学大学院共生科学技術研究院 特任准教授 東京大学生産技術研究所 助手	赤外サイクルパルス光波による分子振動ダイナミクスの追跡	5 7
平成 18 年度	木下 俊哉	京都大学大学院人間・環境学研究科 准教授 The Pennsylvania State University Physics Department Postdoctoral fellow	光格子によるアトムトロニクスのためのデバイス開発	5 2
	櫛引 俊宏	大阪大学大学院工学研究科 特任講師 (Harvard University Massachusetts General Hospital Visiting Scientist)	光技術による生体幹細胞の分化制御 —再生医療実現化にむけた光技術の創成一—	6 6
		同上 特任助手		
	越野 和樹	東京医科歯科大学教養部物理学科 准教授 和歌山大学システム工学部 助手	光子数確定パルスの空間制御理論	1 8
	田中 拓男	理化学研究所基幹研究所 准主任研究員 理化学研究所中央研究所 前任研究員	プラズモニク・メタマテリアルの創製と新奇光デバイスへの展開	5 4
平成 19 年度	板谷 治郎	東京大学物性研究所 准教授 科学技術振興機構 ERATO 研究員、グループリーダー[採択時研究実施場所：Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory Materials Sciences Division Visiting Scholar]	高次高調波のコヒーレンスを利用した分子動画観測	4 6
	清水 亮介	電気通信大学先端領域教育研究センター 特任准教授	多光子波束による物質の非線形光学応答	5 6

	科学技術振興機構 CREST 研究員[採択時研究実施場所：東 北大学電気通信研究所]		
永井 正也	大阪大学大学院基礎工学研究科 准教授 京都大学大学院理学研究科 助教 慶應義塾大学工学部物理情報工学科 准教授	テラヘルツ電磁波による高速電子スピン操作	4 5
早瀬 潤子	(電気通信大学先端領域教育研究センター 特任助教) 情報通信研究機構第一研究部門新世代ネットワーク研究セ ンター 専攻研究員	量子ドットによる光・量子メモリの創出と高光非線形性の 探求	6 5
前田 はるか	青山学院大学工学部物理・数理学科 准教授 University of Virginia Department of Physics Research Scientist	デコヒーレンスフリーな非発散波束の生成と量子制御へ の応用	8 1
宮丸 文章	信州大学理学部物理学科 助教 同上 助教	フラクタル構造による光制御可能性の探索と光機能素子 の創製	6 4
三代木 伸二	東京大学宇宙線研究所 助教 同上 助教	重力波検出技術が拓く超巨視的量子性の物理	5 6
森下 亨	電気通信大学情報理工学部 助教 (Kansas State University Department of Physics Visiting Professor) 電気通信大学電気通信学部 助教	強高度レーザーによる超高分解能4次元時空イメージン グ	6 4

総研究費

1, 273

5. 研究領域のねらい

「光の創成・操作と展開」研究領域で取り扱う光・光量子科学技術は、わが国がこれまで積み上げてきた高いポテンシャルを有する分野であり、さらなる優れた基礎的科学技術の創出が求められている。本領域では、新たな光の創成に繋がるものとして、光による原子・分子の制御、光の波長・振動数、位相、エネルギー密度などの光の本質の理解に関する研究を取り上げ、光の操作・展開に発展するものとして、赤外、可視光、紫外の広範な領域の光の発生・伝搬・検知の手法・技術や素子等に関する研究、光と物質の局所的相互作用に関する研究、ならびに、光技術の医療に向けた研究、を進めることとした。

新しい光であるレーザー発振の実現以来「光科学」「光技術」は大きな発展を遂げ、様々な分野で最先端の科学技術を生み出す中心的役割を担っている。これらの新規研究分野では、「光」をキーワードにして多種多様な研究分野の科学技術が、分野横断的に融合した結果創出されている。更なる光の発見に繋がる光の本質の理解には、実験と理論の協調が必要であり、新規研究分野開拓に繋がる光の操作・展開には異分野の研究者間の交流が必要である。その為、研究テーマには理論テーマの配置を図ることとし、研究者間交流としては領域交流、関連研究所視察を組み込むこととした。

また、個人の独創的な発想に基づき、現在の自分の研究テーマと、その延長線上に広がる科学技術の進展、社会へのインパクト、新しい生活の姿を見据えたこれまでにない研究を対象として活動を展開してもらうことを目標とし、研究終了報告会で広く世に問うことを行なう事とした。

6. 研究課題の選考について

6-1 応募内容

研究提案の応募内容は、赤外、可視光、紫外の広範な領域の光の発生・伝搬・検知の手法・技術や素子等に関する研究、光と物質の局所的相互作用に関する研究、光による原子・分子の制御、光の波長・振動数、位相、エネルギー密度などの光の本質の理解に関する研究、光技術の医療に向けた研究など幅広く寄せられた。

6-2 採択の考え方

提案の採択にあたっては、研究のねらい、提案者自身のオリジナリティ、研究計画、個人研究に適した実施規模であることなどを考慮しているが、特に、提案内容が「将来どのような新しい科学・技術分野に展開できる可能性を持っているか」を重視し、新現象の解明を目指す基礎的研究から素子やシステムの革新を追求する研究に至るまで幅広い研究提案を採択した。

又、補足的には書き案件に留意し選考を行なった。

①全ての年度に1件、理論物理関連テーマを採択。

②海外研究機関で活躍中の新進気鋭の研究者のテーマの採択（全5件採択）。

③平成18年度には、光のバイオテクノロジー応用に関するテーマを採択。

6-3 選考結果

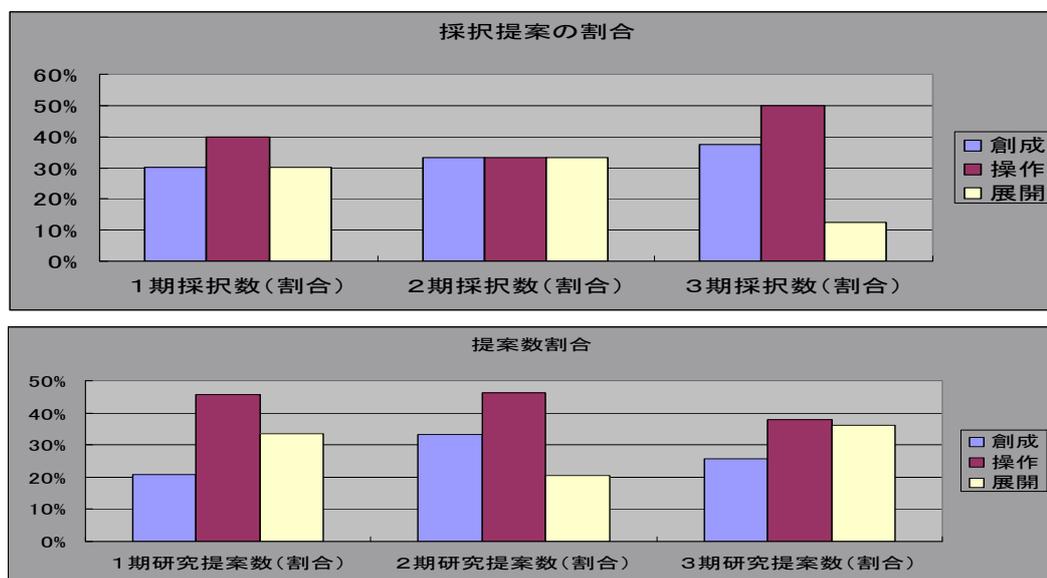
提案内容と個人の資質を顧慮して選んだが、その結果はテーマがバランスよく分布した。また、研究者の所属機関も偏りの無いものであった。

初年度 10 テーマ、2 年度 6 テーマ、最終 3 年度 8 テーマの計 24 の研究テーマを採択した。採択された提案はいずれもオリジナリティが高く、理論的、実験的裏付けに基づく研究計画を明示し、本研究の成果が光・光量子科学技術に革新性をもたらす事が期待できるものである。また、実験的裏付けが十分でないものの、極めて独創性が高く、実現性に説得力がある提案についても採択が行われている。

6-4 応募内容・採択テーマ分析

初年度の採択テーマは、「原子分光・光周波数コム」分野、「アト秒科学」分野、「超短パルス発生・光シンセシス」分野、「コヒーレント制御・光物性」分野等のものであった。2 年度では、更に、「プラズモニク・メタマテリアル」、「光技術による再生医療」などのテーマが加わり、最終 3 年度には「光・量子メモリ創出」、「光機能素子創出」に関するテーマを採択した。採択の内容分布は下記のようになっている。

- ①光による原子の量子的制御と量子極限光の開拓[光の創成：8 件]
- ②光と物質の局所的相互作用に基づく新技術の創出[光の操作：10 件]
- ③究極的な光の発生技術とその検知技術の創出[光の展開：6 件]



テーマ内容分析(上段:採択テーマ、下段:提案テーマ全て)

7. 領域アドバイザーについて

領域アドバイザーの人選に当たっては、本領域の幅広い技術範囲をカバーするため、専門分野や研究テーマのバランスを十分に考慮し、物理、工学の分野で豊富な知識と経験を有する研究者に就任を依頼した。また、平成 18 年度に発足した「物質と光作用」研究領域の

筒井研究総括にも加わって頂いた。研究者にとっては、専門分野からの助言と共に、多彩なアドバイザー陣による多方面からの指摘が大きなインパクトとなり研究推進に役立った。また、「物質と光作用」研究領域とは、有志による領域相互交流に発展し、研究者の研究分野を広げるのに大きく役立った。

領域アドバイザー名	所属（委嘱時）	役職	任期
伊澤 達夫	NTT エレクトロニクス（株）	取締役・相談役	平成17年4月～平成23年3月
筒井 哲夫	九州大学	教授	平成18年4月～平成23年3月
占部 伸二	大阪大学	教授	平成17年4月～平成23年3月
枝松 圭一	東北大学	教授	平成17年4月～平成23年3月
江馬 一弘	上智大学	教授	平成17年4月～平成23年3月
桜井 照夫	産業技術総合研究所	シニアアドバイザー	平成17年4月～平成23年3月
笹木 敬司	北海道大学	教授	平成17年4月～平成23年3月
栖原 敏明	大阪大学	教授	平成17年4月～平成23年3月
富永 淳二	産業技術総合研究所	センター長	平成17年4月～平成23年3月
張 紀久夫	福井工業大学	教授／大阪大学名誉教授	平成17年4月～平成23年3月
納富 雅也	日本電信電話(株) NTT 物性科学基礎研究所	グループリーダー（主幹研究員）	平成17年4月～平成23年3月
野田 進	京都大学	教授	平成17年4月～平成23年3月
緑川 克美	理化学研究所	主任研究員	平成17年4月～平成23年3月
横山 弘之	東北大学	教授	平成17年4月～平成23年3月
覧具 博義	東京農工大学	教授	平成17年4月～平成23年3月

8. 研究領域の運営の状況について

本研究領域では採択時に、光の本質の理解・応用テーマの採択の他に、実験と理論の融合が期待できるテーマ振り分け、海外で研究を進めている斬新テーマの採択、新しい研究分野である光の医工学テーマの採択などを考慮した。挑戦的で想像力豊かな研究者24名がバーチャルラボを構成し研究を進めたが、運営に当たっては研究者同士が直接的に刺激し合

うこと、相互交流・協力の成果が生まれること、研究の視野を広げること、などを心掛けた。

また、さきがけ制度の国内外への認知度向上にも取り組んだ

(1) 採択テーマ、研究者の分布

提案内容と個人の資質を顧慮して選んだが、採択テーマは戦略テーマに即してバランスの良い分布となっており、理論研究者も毎年1名採択された。また、研究者の所属機関も国内研究機関において偏りが無く、海外研究機関からの応募採択も5名を数えた。

<採択テーマ分布>

①光による原子の量子的制御と量子極限光の開拓[光の創成：8件]

②光と物質の局所的相互作用に基づく新技術の創出[光の操作：10件]

③究極的な光の発生技術とその検知技術の創出[光の展開：6件]

<採択研究者 所属機関分布>

大学関係は、東北大、東大、京大、阪大の他に、千葉大、電通大、信州大、和歌山大からの採択があり、研究機関としては、産総研、理研、NICT、物材研、分子研からの採択が在る。海外研究機関では、ピッツバーグ大、ペンシルベニア州立大、バージニア大、JILA、ローレンスバークレイ国立研究所からである。

(2) 理論研究者の採択

領域の戦略目標である、更なる光の発見に繋がる光の本質の理解には実験と理論の協調が必要であり、新規研究分野を開拓に繋がる光の操作・展開には異分野の研究者間の交流が必要である。その為、研究テーマには理論テーマの配置を図ることとし毎年1名の採択が行なわれ、彼らと実験研究者との活発な研究協力が推進された。

<採択された 理論研究者>

第1期生 石川顕一研究者「高強度超短パルス短波長光中の原子分子ダイナミクス」

第2期生 越野和樹研究者「光子数確定パルスの空間制御理論」

第3期生 森下亨研究者「強高度レーザーによる超高分解能4次元時空イメージング」

(3) 海外で研究を進めている斬新テーマの採択

当研究領域の特徴として、研究提案採択時に海外研究機関で研究を進めている研究者が5名を数えたが、いずれの研究者も、新しい研究テーマを日本に持ち帰り更に発展するために、さきがけ研究期間内に国内研究機関への異動が適っている。その折のポジションのプロモーションに対する協力、異動に伴う新研究環境立ち上げ費用の支援などに積極的に取り組んだ。

又、これら研究者に対して現地を訪問しきめ細かなフォローを行った。特に、平成20年、21年にはJST本部のさきがけ担当者を同行し海外研究の実態および課題の把握を行なってもらった。現地担当者との海外研究契約に伴う問題についてディスカッション

ョンを行なうと共にさきがけ事業紹介を行なった。

＜採択時に海外研究機関に在籍していた研究者、研究機関名＞

井戸哲也 研究者（第1期生）：研究機関 J I L A

久保敦 研究者（第1期生）：研究機関 University of Pittsburgh

木下俊哉 研究者（第2期生）：研究機関 The Pennsylvania State University

板谷治郎 研究者（第3期生）：

研究機関 Lawrence Berkeley National Laboratory

前田はるか 研究者（第3期生）：研究機関 University of Virginia

（4）領域会議と光関連研究施設見学（年2回開催、二泊3日の宿泊研修）

領域会議を年2回、計10回開催したが、研究進捗内容の議論を行なうと共に、下記視点をポイントに運営した。

①研究者の視野拡大

研究者間の議論活性化。他領域研究者の参加。

②研究協力促進

理論と実験協調の相乗効果。アドバイザーの研究協力参加

③研究者と研究総括／アドバイザーのコミュニケーション促進

和風旅館にて宿泊、研究者が研究総括／アドバイザーと相部屋になるよう配慮。

④全研究期間ならびにさきがけ研究後を睨んだ会議運営

第1期から第3期までの各期ごとに研究ステージに合わせた発表・討議を行なった。中間まとめ時には、今後の研究展開と規模拡大を睨んだ研究協力を推奨し、また、研究終了時期に向かっては、個人研究型のさきがけからグループ研究型のCREST等への発展を目指してグループ提案課題の模索を促した。領域内に多数の研究力が生まれ、研究期間終了後もその後の領域会議に毎回参加し活発な議論を繰り広げた。例えば、平成22年度終了研究課題研究者（第3期生）の研究ステージに合わせた運営は下記である。

平成19年秋 研究開始

平成20年春 第3期生さきがけ研究内容紹介・進捗発表

平成21年秋 第3期生「中間まとめと今後の進め方」討議

平成22年秋 第3期生「研究終了評価と今後の展開」討議

平成23年3月 第3期生研究期間終了

（5）光関連研究施設見学会

“研究者の視野拡大”のために、アドバイザーの協力を得て、領域会議に併設して最新研究施設視察と見学先研究者との交流を実施した。

①光関連の最先端研究施設視察：研究総括、アドバイザーの所属機関を中心に選定。

見学先：東北大学 電気通信研究所・・・枝松アドバイザー

東北大学 東北大学未来科学技術共同研究センター・・・横山アドバイザー
理研（仙台）・・・伊藤研究総括

九州大学工学部（伊都キャンパス）・・・筒井アドバイザー

北陸先端科学技術大学院大学・・・潮田資勝学長（当時）講演
京都大学（桂キャンパス）・・・野田アドバイザー

北海道大学電子科学研究所・工学部・・・笹木アドバイザー

産業技術総合研究所（筑波）・・・桜井アドバイザー、富永アドバイザー

大村英樹研究者

②光技術に関連する“巨大光科学プロジェクト”施設見学と見学先研究者との交流を行い、大きな視点で研究を考えることを図った。

見学先：東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設（スーパーカミオカンデ他）
・・・三代木伸二研究者

日本原子力研究開発機構「もんじゅ」

・・・柳沢務 原研シニアアドバイザー講演

日本原子力研究開発機構「レーザー共同研究所」・・・大道博行所長講演

③研究の出口を常に意識して研究に取り組むために、産業化に向けての最先端研究施設見学と研究者交流を実施。

見学先：浜松ホトニクス中央研究所・・・山西正道顧問講演

光産業創成大学院大学・・・加藤義章学長講演

白木澤佳子調査役(JST)講演

(6) 他領域研究者との交流：さきがけ「物質と光作用」研究領域との領域交流

光関連研究領域双方の研究総括の申し入れで研究者の交流を行い、互いの領域会議に有志1～4名が毎回参加し人的交流を図るとともに研究協力を模索した。特に当領域には海外研究機関に長く在籍した者も多く、重点的に参加してもらい新たな人脈形成に役立ててもらった。

(7) 領域パンフレット作成と配布

各期の研究者採択毎に、研究内容の紹介を行う冊子（和文版、英文版 双方）を発行した。さきがけ研究者の研究内容を1頁で紹介すると共に、研究領域概要・研究総括紹介、アドバイザー陣容など JST サポート体制を示したもので、研究総括訪問時に関係者にさきがけ制度をアピールした。研究者が関係者に配布しさきがけ活動の理解を得るのに活用、各種イベントで自己紹介に活用し、領域事務所では領域の公開イベント時に活用するなど有効な活用を行なっている。

(8) 研究総括（または技術参事／事務参事）の研究者訪問

研究開始時に研究現場を訪問し、研究環境、設備等の確認及び研究費、研究の進め方のヒアリングを行った。併せて、組織責任者へ先の領域パンフレットにて活動を紹介すると共に協力要請を行った。また、さきがけ研究期間内で異動した研究者にもその都度訪問し、研究環境を確認した上で、新組織責任者への協力依頼、研究継続に必要な支援の決定を行った。訪問については、研究総括訪問に技術参事が同行しているが、更に、技術参事が別途研究者を訪問し研究者と密に早期課題発見並びに相談を行い、研究遂行上の問題に対して早い段階での対処を行なっている。そして、研究加速のための施策、新テーマの設定などを研究総括と連絡を取りながら、的確なテーマ設定、費用増額を行なった。

(9) 研究加速と研究者昇格異動の支援

研究テーマの促進においては、技術参事が領域会議の議論、半期進捗報告内容などを基に研究者と密に課題深堀を行い研究遂行上の課題を先取りする形で対処を行なった。研究加速のための施策、新テーマの設定などに関し研究総括と連絡を取り的確なテーマ設定、費用増額などを行なったが、大きな研究加速を実施した研究者は 8 名を数えた。又、海外研究機関からの帰国者が 5 名、国内での異動が 8 例、海外研究機関への長期出張研究者が 3 名と研究者昇格異動発生は多く、全 24 名中の半数以上に達している。ポジションのプロモーションに対する協力、異動に伴う新研究環境立ち上げ費用の支援などに積極的に取り組んだ。その際、異動に伴うアイドル期間短縮に勤め、技術参事は研究者と密に連絡を取り合い異動に伴う必要課題を先取りした対策を講じた。

(10) 研究協力促進

さきがけの研究活動においては、領域活動を通じてメンバーと情報交換を行ったり、知己を得られるという利点があるが、更に「さきがけ内研究協力」に発展し成果に結び付けられることも期待できる。さきがけ領域会議はクローズドで、かなり詳細・中途段階の研究内容も披露されるのできっかけを掴みやすい。これは、さきがけ事業ならではの特徴である。

研究協力の内容は、新素材、実験装置等のハード面での研究者協力のみならず、理論研究者と“理論と実験融合”での協力が行なわれているのが当領域の特徴である。当領域では、毎年 1 名の理論研究者が採択されているが、領域会議で実験研究者の発表に触発され自らの理論を発展させ、相乗効果で互いの研究推進に寄与した。

又、アドバイザーの領域会議席上のアドバイスに留まらない研究協力関係が築けているのも当領域の特徴である。

又、領域交流、関連研究施設見学を通じて領域外研究者との研究交流も盛んに行なわれた。

(1 1) 研究者の海外研究機関での先端研究実施支援

研究の良好な進展を受け、新しいテーマを設定し新たな取り組みで研究を促進するため3名の研究者が海外研究機関に長期出張して研究を進めた。領域事務所では、そのための体制作り、費用増額などを行い実施を支援した。

青木貴朗研究者(2006/12-2008/11)

滞在研究機関: California Institute of Technology

研究テーマ: トロイド共振器キャビティQED系確立

櫛引俊宏研究者(2008/10-2010/3)

滞在研究機関: Harvard University Massachusetts General Hospital

研究テーマ: 幹細胞分化におよぼす光メカニズムの解明

森下亨研究者(2010/7--2011/3)

滞在研究機関: Kansas State University

研究テーマ: 量子ダイナミクス4次元時空イメージング研究

(1 2) 研究者提案の国際会議支援

研究者提案の国際会議を執り行ったが、研究者の研究促進が図られると共に、JST さきがけ活動の認知度向上を図ることができた。海外研究者の招聘に当たっては、領域事務局が「JST 国際強化支援」プログラムを申請し実行した。

①EXCON' 08 (2008年励起子国際会議)とのジョイントシンポジウム開催(2008/6)

JST 主催のシンポジウム“「超高速・テラヘルツ分光、光と物質の相互作用」国際シンポジウム”をジョイントで開催した。領域アドバイザーにセッションチェアマンを勤めてもらい、海外からの招待研究者と当領域研究者5名が講演を行なった。さきがけ研究内容をアピールすると共に招聘研究者他海外からの参加者との新たな研究連携の構築に成功した。

②“アト秒量子ダイナミクスの理論に関する滞在型国際ワークショップ”開催(2010/6)

森下亨研究者の研究場所(電気通信大学)に4週間に亘って5人の海外招待研究者が滞在し、セミナーと討論を行い、“滞在型ワークショップ”という、理論研究における新しい仕組みによる国際協力関係の基盤構築に成功した。

(1 3) 「研究終了報告会」に国内外研究者を招き、大規模学会内で開催

・・・「さきがけフォーラム」開催(研究成果報告会)

研究終了報告会を各期の研究者の領域活動集大成と位置づけ「さきがけフォーラム」として行なうこととし、研究者が自分たちの今後の研究活動に役立つ企画を立案し、領域事務所のサポートのもと実施した。研究者にとって最大効果を得るため、関連が深く参加人数の多い“春季応用物理学会講演会”のシンポジウムとして取り行な

い、毎回多くの参加者を得て活発な議論が行なわれた。開催時期が年度末や年度をまたぐこととなり事務作業上困難が多かったが、研究者ベネフィット最優先で取り組み実施した。

尚、応用物理学会としては前例のない 2 日間開催、ならびに個別のポスターセッション開催を許可いただいたことに感謝をしたい。又、第 1 期生、第 2 期生の報告会は応用物理学会主催の「2009 年度応用物理学会春季講演会プレスプレビュー」テーマに選定頂き発表を行なった。

<「さきがけフォーラム」企画のポイント>

- ①さきがけ研究の国際的アピールと、さきがけ研究者の研究分野での認知度向上を図る。
- ②国内外、世界の先達を招き交流促進を行なう。
- ③大規模学会のなかのシンポジウムとして開催し、広く研究者を招き入れる。
- ④この機会を利用し、領域研究者全員のポスターセッション、オープンな交流会などを組み込む。

<第 1 期生研究終了報告会>

第 1 期生 10 名の研究終了にともなう成果報告会を、ノーベル物理学賞受賞者 John L. Hall 博士、カナダ・Univ. Ottawa/NRC Paul B. Corkum 博士ら世界最高水準の学者 4 名に加わっていただき、2009 年度春季応用物理学会講演会のシンポジウムの 1 つとして開催した。世界最高水準の研究者にさきがけ研究者を認知頂くと共に JST さきがけの良さを知って頂いた。

海外研究者の招聘に当たっては、領域事務局が「JST 国際強化支援」プログラムを申請し実行し、第 2 期生の開催にも同様の援助を受けた。

<第 2 期生研究終了報告会>

成果報告という枠組みにとらわれず、光科学分野で活躍する若手研究者の研究発表を通して、光科学の最前線と新たな展開についての議論を深められる場を作った。研究の内容が高く評価されると共に、講演の締めくくりとして研究者育成の為のさきがけ研究の仕組みが紹介され海外研究者から賛辞が聞かれた。外国のさきがけ世代の研究者に JST さきがけの良さを知ってもらい世界にその名を広めることが出来た。

<第 3 期生研究終了報告会>

人的ネットワーク構築の重要性についての提言と共に、「光科学」「光技術」に関する様々な分野で活躍する研究者間での分野横断的な議論と、10 年先の新規研究領域開拓を目指した討論を展開した。

さきがけ制度の良さの一つ、研究者ネットワーク（人的コミュニケーション）をさきがけ研究後も更に輪を広げて展開する仕組みを残すことに成功した。

(14) さきがけ冊子「光科学の未来を拓く」出版・・・さきがけ研究成果の展開紹介冊子
さきがけ研究終了後の展開を社会への貢献を意図した“夢”として綴り、今後の研究展開を判り易くアピールする冊子を出版。夢あふれる研究を推進している当領域さきがけ研究者に、今抱いている自らの研究の夢を語ってもらうという企画を一冊の本にし、出版した。現在の自分の研究テーマと、その延長線上に広がる科学技術の進展、社会へのインパクト、新しい生活の姿、等々、その夢をまとめたもの。ひとり一人の研究者にスポットをあて、その総和としての研究力をアピールすると共に、研究のつながりを内外に広める足がかりとする事を意図し、「さきがけフォーラム」で配布し、好評を得た。

(15) JST さきがけ制度アピールと研究領域紹介

当領域の活発な活動状況から、学会誌など2誌から依頼され紹介記事を寄稿している。

①伊藤弘昌、平澤和夫、「JST さきがけ事業と光関連プロジェクト」

レーザー学会「レーザー研究」Vol. 34, No. 10(2006)

②特集“光科学の研究拠点 創出ラッシュ”、

伊藤弘昌、平澤和夫、「JST さきがけ「光の創成・操作と展開」=光科学の未来を拓く=」

日本工業出版(株)「光アライアンス」2009年9月号

当領域はさまざまな形で“JST さきがけ制度”の仕組みとその優れた点を活発にアピールしてきたが、その内容を纏める。

- 1) 領域パンフレット発行：研究者紹介と研究者支援メンバー紹介を行っている。本パンフレットを用い国内外の研究者訪問先でさきがけ制度アピールを行なった。
- 2) さきがけ冊子「光科学の未来を拓く」出版：研究者が自分の研究に抱く夢（科学技術の進展、社会へのインパクト、新しい生活の姿）を紹介。
- 3) JST 主催の国際会議を開催し“さきがけ紹介”を盛り込む：さきがけ紹介を行なうと共に、海外研究者に領域パンフレット、さきがけ冊子でさきがけをアピール。
- 4) 研究終了報告会：広く外部の人を集め国際フォーラムとして開催。国内外にさきがけ制度をアピール。
- 5) 学会誌等への寄稿：さきがけ制度の位置づけ説明、ならびに領域研究者をアピール。

9. 領域のねらいに対する成果の達成状況

本研究領域では、光の本質の理解、新しい現象・物性の解明と、光の制御や光による物質の制御に関する研究を、新しい概念・手法の探求と、将来の新パラダイムを見据えて取り組むことが重要と考えた。

採択されたテーマに更に新しい概念が生まれる仕組みとしては、海外研究者の斬新なテーマ採択、実験と理論と融合を図ったテーマ採択、最先端の研究施設内部見学などの施策を施し、新パラダイムを見据える仕組みとしては、海外外部研究者を交えての“さきがけフォーラム”の開催、産業化研究施設の見学などの対応を行なった。これら施策により新

たな原理の発見、方法論の創出が成され、革新的な技術展開の方向付けがなされ、領域の目的が達成されたと考えている。

(1) 昇格異動と研究環境立ち上げ支援

さきがけ研究者は比較的年齢が若く、さきがけ成果を受けてさきがけ研究期間に新しい地位を得て異動することが多い。当領域では昇格異動したものが24名中12名と半数を数える。この異動において、海外からの帰国研究者を始め多くの研究者は1からの研究環境立ち上げが必要であった。また、当領域研究者の研究設備の特徴としてレーザー光源など高額設備があり、その多くは異動で持ち出せないものであった。異動情報のより早い把握を行い、費用増額、早期設備導入などの必要な手はずを打ち、研究のアイドル期間短縮を心がけた。この結果、異動先において新規の研究設備を早期に構築でき多くの成果を得ることが出来ている。

例えば、熊倉光孝研究者は福井大学に異動後、国内では7ヶ所目のBase凝縮体生成装置を完成し、今後量子凝縮相を利用した実験研究を広く展開する新しい研究室として凝縮体の基礎物理や応用研究に大きく貢献できる研究基盤を整えることができた。また、論文数も10件（筆頭2件）を数え、この分野の牽引的役割を果たしている。また、芦原聡研究者は、さきがけテーマである“水分子の分子振動ダイナミクス”において多大な成果を上げ、研究成果は主に5編の原著論文に纏められ高い評価を得ている。これらによって、平成21年度 文部科学大臣表彰若手科学者賞を受けている。

(2) 研究協力促進

さきがけ領域会議はクローズドで、かなり詳細・中途段階の研究内容も披露されるので研究協力のきっかけを掴みやすく多くの協力関係が生まれた。又、アドバイザーが領域会議でのアドバイスに留まらず共同で実験を進める研究協力例も多く生まれている。協力関係は、関係者の開発中の新素材、実験装置等のハード面での協力のみならず、理論研究者と“理論と実験融合”での協力が行なわれ新たな視点での研究展開が促進された点も特筆される。

①[研究者間の協力]大村研究者・桂川研究者・長谷研究者

長谷研究者の世界的レベルのコヒーレントフォノン発生・検出技術と、桂川研究者の極限光技術が組み合わさることで、これまでにない高密度のコヒーレントフォノンを生成（長谷研究者の研究テーマ発展）できるとの事で、長谷研究者開発のコヒーレントフォノン発生・検出装置を桂川研究室に導入し、共同実験を実施した。更に、大村研究者の研究内容を加え、新テーマ「イオン飛行時間計測器の設計・作成」として共同で新たな研究資金獲得の動きにつなげている。

②[研究者とアドバイザー間の協力]長谷研究者・富永アドバイザー

長谷宗明研究者はコヒーレント物質波の制御性を活用した全く新しいフォノン・デバイスの創成を目指しているが、発表を聞いた富永アドバイザーより新素材の提供を受

けるという協力が行なわれた。この結果、光記録膜材料の $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 超格子において局所的フォノンモードの配位数が超高速相変化することを見出し、新しい素材の可能性を得、論文2本に纏められている。(Phys. Rev. B, Vol. 79, 174112 (2009).、Optics Express, Vol. 19 (2), pp. 1260 (2011).)

③[理論研究者が実験研究者に提案]越野研究者・清水研究者

理論の越野研究者と実験の清水研究者との“理論と実験融合”での協力成果が得られている。領域会議での清水研究者の発表を聞き、越野研究者が理論計算でさらなる可能性を提案、清水研究者がそれに答えて実験設備を改良、得た結果と理論とで良好な成果を得たもの。清水研究者が量子的には対極的な性質を持つ二光子状態の生成に成功し、越野研究者が、この光源の持つ「周波数量子もつれ」を活用し高調波生成効率を極めて効率的に制御する可能性を理論解析で発見した。この成果は、「量子非線形光学」とも言うべき新しい光科学の展開を予感させるものである。成果を論文2本に纏めている。Journal of the Physical Society of Japan Vol. 78, No. 5, 054401 (2009)、Physical Review A 83 013824 (2011).

④[実験研究を理論研究者が裏づけ]大村研究者・森下研究者

大村研究者(実験)と森下研究者(理論)の実験結果が、査読委員の Lew Cocke 博士 (Kansas State University) に高い評価を受けている。

強いフェムト秒パルスによって発生した光電子の量子ダイナミクスは、世界中で精力的に研究が行われているがその中で、フェムト秒位相制御レーザーパルスによって発生した光電子の量子ダイナミクスは、特徴的な振る舞いをする事が知られていた。詳細な研究が不十分であったこの分野において、大村研究者は非対称分子と位相制御レーザーパルスを組み合わせるとことによって光電子ダイナミクスの特徴を増強されることを示し、その実験結果に対して、森下研究者が開発した3次元空間での時間に依存するシュレーディンガー方程式の数値的解法によって光電子ダイナミクスの詳細を解析することに成功した。

(3) 研究発展・・・新ファンド獲得

当領域では、今後の研究展開と規模拡大を睨んだ研究協力を推奨し、また、研究終了時期に向かっては、個人研究型のさきがけからグループ研究型のCREST等への発展を目指してグループ提案課題の模索を促した。これを受けて、さきがけ研究において得られた成果、ならびに研究協力によって多くの研究者がJSTあるいは科研費などの研究ファンド獲得により研究を進展させている。主なもの4件を記す。

- ・尾松孝茂研究者：CREST「トポロジカル光波の全角運動量による新規ナノ構造・物性の創出」(H22～H27)
- ・芦田昌明研究者：新学術領域研究(研究領域提案型)「新規絶縁体材料における光誘起相転移のダイナミクス」(H20～H24)
- ・田中拓男研究者：新学術領域研究「共振型3次元メタマテリアルの作製と機能評価」(H22～H26)

- ・早瀬潤子研究者：最先端・次世代プログラム「単一光子－半導体量子ドット電子スピ
ン集団励起間の革新的量子インターフェースの実現」(H22～H25)

(4) 新産業育成へ向かっての展開

(4-1) 研究資金獲得

当領域では、さきがけ研究終了後の展開を「社会への貢献を意図した“夢”」として持つことをお願いしたが、そのような意識付けが NEDO、JST からの資金獲得、各種民間からの研究資金受託に結びついている。

- ・尾松孝茂研究者：NEDO「省エネルギーレーザ加工のためのファイバ結合型レーザ光源の高効率化先導研究」(H20～H22)
JST 産学共同シーズイノベーション化事業(顕在化ステージ)(H20)
- ・桂川眞幸研究者：JST シーズ発掘試験研究(H18)
光科学技術研究振興財団 研究助成(H21～H22)
- ・青木隆朗研究者：JST A-STEP 探索タイプ(H22)
- ・大村英樹研究者：財団法人三菱財団自然科学研究助成(H17～H18)
- ・櫛引俊宏研究者：武田科学振興財団(一般研究奨励)(H20)
- ・宮丸文章研究者：泉科学技術振興財団(研究助成)(H22～H23)

(4-2) 産業化へのアプローチ

当領域の研究は基礎研究が多かったが、マインド醸成と産業化への露出機会創出に取り組んだ。

- ・研究の出口を常に意識して研究に取り組むために、産業化に向けての最先端研究施設見学と研究者交流を実施。
見学先：浜松ホトニクス中央研究所・・・山西正道顧問講演
光産業創成大学院大学・・・加藤義章学長講演
- ・JST の産業化支援制度の認知
戦略的イノベーション創出推進(S-イノベ)白木澤佳子調査役講演
- ・「nano tech」(国際ナノテクノロジー総合展・技術会議)出展
田中拓男研究者(2009年出展)、宮丸文彦研究者(2010年出展)
- ・内閣府主催の“科学技術フェスタ in 京都—H22年度 産学官連携推進会議—
「若手研究者による科学技術説明会」”に出展
宮丸文彦研究者

(5) 新しい概念・手法の探求

当研究領域は、光の本質の理解、現象・物性の解明を新しい概念・手法で取り組むこと求めている。この中で、前田はるか研究者は米 Virginia 大学での実績を基に、「クアントロニクス」という新物理テーマの研究を世界ではじめて開始するための実験シ

システムの土台を構築する」事に取り組んだ。実験設備の一からの立ち上げであったがようやく研究成果が出始め、“ボア原子の如くに振る舞う円形非発散波束の励起と観測を行い、これに世界で初めて成功した”。これらは 4 本の論文に纏められると共に続報を執筆中である。

このような姿勢は、次のような萌芽的研究取り組みにも結びついている。

- ・熊倉光孝研究者：挑戦的萌芽研究「ボース凝縮原子気体における新しい量子渦導入法の開発」(H20～H21)
- ・田中拓男研究者：挑戦的萌芽研究「DNA の自己組織化能を用いた可視光領域で磁性を有する新規メタマテリアルの創成」(H22～H23)

(6) 新しい研究形式への挑戦

当領域研究者には多くの研究進展が見られ、新しい研究テーマに取り組む姿も見られた。中でも、日本にない環境を海外に求め新たな研究スタイルで新テーマに取り組むものが 3 名現れた。研究発展の観点から積極的にサポートを行なったが、いずれのアクションも近い将来革新的な技術展開の契機になることを期待する。

- ・青木隆朗研究者：さきがけ研究テーマ「キャビティ QED による原子と光子の量子操作」開発加速のためカリフォルニア工科大学に 2 年間滞在し研究を進めた。本研究の成果として、微小トロイド共振器とテーパー・ファイバーのエバネッセント結合における「過結合領域でのキャビティ QED 系の構築」に成功した。これは発表直後から、世界最大級の光科学国際会議である CLEO/IQEC で招待講演を要請されるなど、大きな注目を集めた。
- ・楠引俊宏研究者：研究テーマ「光技術による生体幹細胞の分化制御」を手がけ、更に発展系として、新しい幹細胞として注目されている癌幹細胞をヒトから採取した細胞を用いて研究を行うことを計画した。その為、ヒト検体が入手でき、この種研究の中心であるマサチューセッツ総合病院とハーバード大学医学部に 1 年半出向いた。再生医療における重要技術として、細胞は光に反応し、光照射により遺伝子またはタンパク質の発現レベルで変化が起きることを本研究で確認したが、その注目度は高く「平成 18 年度日本レーザー医学会総会賞」、「第 31 回レーザー学会奨励賞」、「平成 20 年度文部科学大臣表彰若手科学者賞」等数々の賞を得ると共に、世界的に権威ある紳士録「Marquis Who's Who」に選ばれる程の高い評価を得ている。
- ・森下亨研究者：森下研究者の研究は最新実験結果を取り込む理論研究であるため新しい取り組みを行っている。世界の中で研究者ネットワークを張りながら、実験研究者の脇で研究を進め共同作業での相乗効果を図り多くの成果を得た。

[滞在型ワークショップ]

森下研究者の携わる理論研究分野においては、計算プログラムの大規模さ・複雑化に伴い複数の研究者が数週間の期間集い討論と計算機プログラム開発を行う、と言

う新しい研究の進め方が欧米に生まれつつある。この形態を「滞在型ワークショップ」と称しているが、森下研究者が日本においてこの取り組みを率先して実践し海外研究者5名を招いてのワークショップを開催し、その効果を実証した。尚、本開催には領域事務所が“JST 国際化支援プログラム”を申請し、その費用支援を受けて実施している。

〔実験研究者のもとへ滞在しての研究実施〕

良好な研究進捗を受け、新テーマ「量子ダイナミクス4次元時空イメージング」を設定した。この研究は、最新実験結果を取り込む理論研究であるため、実験技術を熟知した研究者との密接な議論の上、理論モデルを構築し、数値計算によって理論の妥当性を吟味しながら進める必要があった。高強度レーザーと物質の相互作用の研究分野において、実験研究と理論研究とを密に連携をとりながら研究をすすめている世界有数のグループであるカンザス州立大学AMOグループ (Atomic, Molecular & Optical Physics Group) に長期滞在して研究を加速している。

(7) 女性研究者の活躍と支援

当領域では助成研究者のテーマ採択は1件であったが、メンバーの協力を得てその活躍は目覚ましいものであった。早瀬潤子研究者は、採択当初は情報通信研究機構・専攻研究員であったが、その後2度の異動を経て慶応大学・准教授に就任された。前述の如く、異動に当たっての新研究環境設備整備は多くの困難が伴ったが、さきがけからの多くの支援を得て成果を上げている。主なものは、①量子ドット励起子として最長となる長寿命の位相緩和時間を通信波長帯にて観測することに成功、②量子ドット集合体における種々の不均一性の効果を考慮した理論計算を行ない、実験結果を良く再現することに成功、であるがその研究内容は高く評価され、多くの招待講演と、平成21年度 文部科学大臣表彰若手科学者賞、日本物理学会若手奨励賞 (H22) 受賞に結びついている。

更に、最先端・次世代プログラム「単一光子-半導体量子ドット電子スピン集団励起間の革新的量子インターフェースの実現」(H22~H25)に採択され研究を発展させる予定である。

(8) 外部からの高い評価

領域活動による成果は外部評価に現れているが、領域全体の評価が学会誌特集号、文部科学大臣表彰若手科学者賞などで示された。

(8-1) 学会特集号 (添付資料 P43 参照)

レーザー学会出版の「レーザー研究」誌1月号に、「若手研究者の描く光科学研究の展望」特集が企画され、掲載論文9編中、当領域研究者のもの7編が誌面を飾った。

大村英樹研究者、桂川眞幸研究者、長谷宗明研究者、青木隆朗研究者、木下俊哉研究者、櫛引俊宏研究者、早瀬潤子研究者

さきがけ領域のアクティビティの高さと活発さが評価されたもので、“今後の科学技術イノベーションの創出につながる”さきがけ研究のテーマ設定とその活動の高さを表すものとなった。

<論文掲載学会誌>レーザー学会誌「レーザー研究」Volume37, Number1, January2009

(8-2) 外部表彰

文部科学大臣表彰若手科学者賞：8名

井戸哲也、大村英樹、久保敦、長谷宗明、青木隆朗、芦原聡、櫛引俊宏、早瀬潤子
日本物理学会若手奨励賞：4名（井戸哲也、越野和樹、永井正也、早瀬潤子）

他に多くの学会奨励賞、論文賞、民間の表彰を受けている。

(9) 今後の研究活動支援への布石

当領域の第3期生は年齢が比較的若く、この世代の人達の情報収集機会に不安を感じていた。折しも、さきがけに参加しさきがけのような異分野研究者が自由に議論できる場の重要性を認識し、今後もこのような交流の場があることを希望し“さきがけ研究領域”の発展形として、新しい若手研究者の「光科学・工学に関する研究会」を立ち上げることを希望した。そこで、各方面に打診し「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」内の研究会として年1~2回の合宿研究会を開催して頂くこととなった。第3期生の終了報告会をそのキックオフミーティングとして位置づけ、「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」プログラムディレクター加藤義章氏（光産業創成大学院大学 学長）に講演をお願いした。この研究会はさきがけ領域に留まるものでなくもっと幅広く参加を募るものとなり、より多くの研究者を育むことが期待される。

10. 科学技術上の進歩に資する成果、社会・経済・文化的な価値創出への期待

<基礎科学技術上の進歩に資する成果>

近年、フェムト秒パルス光源の発達によって原子・分子の振る舞いの探求が盛んに進められている。当領域でも多数の研究者が取り組んでいるが、実験研究者と理論計算研究者がおり、相乗効果を上げている。分子の振る舞いに関して独創的な手法とアイデアで取り組んだ成果を示す。

- ・菱川明栄研究者：フェムト秒高強度極短レーザーパルスを用いたクーロン爆発イメージング法を考案し、化学反応において重要な役割を果たすことが知られている「分子内水素移動による超高速異性化反応」を分子構造の変化として明瞭に捉えることに初めて成功した。この成果論文はプレス発表もされ高い関心を呼んでいる。
- ・芦原聡研究者：“水分子の分子振動ダイナミクス”において多大な成果を上げ、研究成果は主に5編の原著論文に纏められ高い評価を得ている。また、レーザー研究誌「時間分解レーザー計測の最近の進展」(38-2, pp.101-105 (2009).)、分光研究誌(57-6, p.288 (2008).)などに寄稿を依頼されその研究内容を紹介している。これらによって、平成21年度 文部科学大臣表彰若手科学者賞を受けている。

- ・大村英樹研究者：波長の異なるフェムト秒光パルスを重ね合わせその相対位相を精密に制御した高強度位相制御レーザーパルスによる気体分子の異方的光トンネルイオン化の量子制御と、その結果として起こる分子配向操作（配向分子選択イオン化）を世界に先駆けて実現した。比較的大きな分子を対象として実験を行ったもので、適応範囲の広い汎用的な手法であるとして高い評価を受け、平成 22 年度 文部科学大臣表彰若手科学者賞を受けている。
- ・森下亨研究者：さきがけ研究テーマ「強高度レーザーによる超高分解能 4 次元時空イメージング」において、本研究で提案したイメージングの基本原則となる、“再衝突過程における「分離公式」”を見出し、厳密計算に基づく時間依存シュレーディンガー方程式の直接解によってその妥当性を示した。この手法と、菱川研究者、大村研究者の実験とを組み合わせ多くの相乗効果を上げている。

<応用科学技術上の進歩に資する成果>

THz 帯は応用範囲の広い周波数帯として注目されているが、当領域では光源から検知、応用まで多彩な研究がなされ多くの成果を上げている。

- ・芦田昌明研究者：パルス幅 5fs の極短パルス レーザーと大きな光学非線形性を有する有機結晶 DAST を用いて、サブ THz から 200THz の通信波長帯に至る超広帯域赤外光パルスの生成に初めて成功した。また、さきがけの研究課題である光伝導アンテナによる光電場の直接測定も達成し、発生した赤外光パルスがコヒーレントであることを実証した。この内容は注目論文を選抜している米国物理学協会 Virtual Journal of Ultrafast Science にも採択されるなど、高く評価された。（Appl. Phys. Lett. 97, 021105 (2010).）
- ・永井正也研究者：さきがけテーマ「高強度テラヘルツ光発生技術の構築」研究において“発生効率の観点では世界最高レベルのテラヘルツ電磁パルスの電場・磁場強度発生”という成果を早期に得た。この成果を踏まえ研究計画を前倒しに進め、新しく設定したテーマで得られた“高強度テラヘルツ電磁パルスによる有機結晶の分子間振動モードのソフト化”に関する成果が国際会議や国内会議で非常に高く評価されている。この成果は社会的価値が高く論文掲載に当たって下記のような表現でプレス発表された。

「熱を加えずに結晶を柔らかくすることに成功」

～高強度テラヘルツ電磁パルスで分子ネットワーク操作が可能に～
- ・宮丸文章研究者：表面波は、金属表面に強く局在する性質があるが、その特性を用いることによって、非常に微量な試料を高感度に検出することが可能な、表面波テラヘルツセンサーを開発した。この成果は、「nano tech 2010」（国際ナノテクノロジー総合展・技術会議、ならびに、内閣府主催の“科学技術フェスタ in 京都—H22 年度 産学官連携推進会議—「若手研究者による科学技術説明会」”）に出展し好評を得た。

＜社会・経済的価値創出＞

光は人類をはじめとしたあらゆる生き物の存在に不可欠根源的なものであり、この技術の進展は人類の生活に大きな価値創造をもたらすが当領域の成果をもたらすものを上げる。

- ・田中拓男研究者：3次元的なナノサイズの新しい金属ナノ加工技術開発に成功し、これまでの光学技術における常識を打ち破る全く新しい機能を持つ光学材料とそれを用いた新しい光学デバイスを作り出した。この3次元ナノ金属加工技術はその有効性が確認され、世界的に見てもオンリーワンの技術として評価されている。この技術が世界的にも高い評価を得、国際学術雑誌に論文13編、国内外の学会での招待講演74件、著書・解説論文22編、新聞発表等21件を数えるなど、国内外から多くの注目を集めた。特に、招待講演の多さは特筆すべきものである。研究成果は、「東京テクノ・フォーラム21 ゴールドメダル賞」、「ISOM09 Best Academic Paper Award」等多くの受賞に結びついている。
- ・尾松孝茂研究者：さきがけ研究では、超高速・高強度極限レーザー工学を用いて自在に操り、「角運動量」を有するトポロジカル光波を創成すること、トポロジカル光波の有する「角運動量」を縦横無尽に駆使して物質のナノ構造・物性の極限的新機能を創出すること、を目的とした。高出力高強度トポロジカル・ファイバーレーザーの開発に世界で初めて成功し、超解像金属加工がレーザー照射だけでできることを示した。このようなトポロジカル光波の「角運動量」と物質の相互作用による新機能は、電界放射電極、プラズモンプローブ、近接場光プローブ、さらには、ディスプレイや超解像顕微鏡やメタマテリアルやバイオMEMSなどの高機能性デバイスへ展開できる。この成果は戦略的創造研究推進事業（CREST）研究領域：「先端光源を駆使した光科学・光技術の融合展開」における「トポロジカル光波の全角運動量による新規ナノ構造・物性の創出」につながった。
- ・櫛引俊宏研究者：細胞をはじめとした生体組織への低エネルギーの光照射は生体刺激作用を有する技術の一つとして知られている。さきがけ研究では軟骨前駆細胞に波長405nmの光を照射することで軟骨細胞への分化を促すことができたことを見出した。光技術を用いることで間葉系幹細胞の分化を制御できることができ、さらに初代培養幹細胞を用いていることから、本手法は臨床応用への飛躍的なステップとなる。光技術は遺伝子組換えなど倫理的問題を伴わない非侵襲的な方法であるため、幹細胞の分化制御技術として有用な技術となることが期待されている。前述の如く研究成果は高い評価を得て、平成20年度 文部科学大臣表彰若手科学者賞を受けている。

＜文化的価値創出＞

研究者は研究活動で世界の研究者と交流することを通じ、科学技術外交を担っているこの意味で、研究終了報告会を成果報告会に留めることなく、ノーベル賞学者を始め世界の研究者を招き開催できたことは大きな外交的価値創出であろう。また、その機会に“JST

さきがけ”制度の良さを知ってもらい、さきがけ年代の若い外国研究者から賛辞の声が聞かれた。又、海外研究機関のさきがけ研究者訪問時においても“領域パンフレット”、“さきがけ冊子「光科学の未来を拓く」”を用いて JST さきがけのアピールに勤めてきた。これらも日本の研究制度の良さを世界に知らせる大きな側面支援になったものと自負している。

研究者が科学技術外交を担う上で、研究の技術議論と共に日本文化の代弁者にもなる。当領域は光関連施設見学を催し研究者に多彩な経験をして頂いたが、更に、近隣の会場で開催した領域会議では日本文化の伝統を色濃く残す会場を厳選し、研究者の日本文化経験にも大きな貢献をしたものと考えている。

また、当領域の研究終了報告会は、学会講演会の中で実施し多くの研究者の参加を得たが、これはさきがけ研究者の励みになると共に、さきがけ報告会に新しい形を提供したものであると思っている。当領域の開催以降、多くのさきがけ領域が学会内の報告会開催を計画するようになった。さきがけ成果のアピールに新しい方向付けを提供したものと自負している。

1.1. 総合所見

当領域では、研究テーマの促進・展開、研究視野拡大、人的ネットワーク構築、国際化促進など多くのテーマに取り組んできた。

まず、採択時には下記の手はずを整えた。

- ①戦略テーマに即したバランスの良いテーマ採択と所属機関に偏りのない人選。
- ②理論研究者の採択
- ③海外で研究を進めている斬新テーマの採択

次に運営に当たっては下記を推し進めた。

- ①運営方針を明確にした領域会議の開催と研究協力推奨
- ②光関連の最先端研究施設見学
- ③他領域研究者との交流など人的交流促進

更に、研究領域活動を進めていく上で直面した課題に対しては下記を行なっている。

- ①研究総括や参事の研究者訪問による課題早期発見と対処
- ②研究加速と研究者昇格異動への支援
- ③研究者の海外研究機関での先端研究実施支援
- ④研究者提案の国際会議支援
- ⑤昇格異動と研究環境立ち上げ支援

研究終了に当たっては成果報告会を、ノーベル物理学賞受賞者 John L. Hall 博士、カナダ・Univ. Ottawa/NRC Paul B. Corkum 博士ら世界最高水準の学者 4 名に加わっていただき、2009 年度春季応用物理学会講演会のシンポジウムの 1 つとして開催したことが特筆すべきものである。世界最高水準の研究者にさきがけ研究者を認知頂くと共に JST さきがけの良

さを知って頂いた。この後、多くの領域において学会との連携企画を進めようという機運が一気に高まってきた様子が見て取れる。当領域の先進的な取り組みが、その契機になったものと嬉しい限りである。

又、さきがけ制度の広報にも力を注ぎ下記の対応を行なった。

- ①領域パンフレット作成と配布・・・研究者の紹介を行う冊子（和文版、英文版）
- ②さきがけ冊子「光科学の未来を拓く」出版・・・さきがけ研究成果の展開紹介冊子
- ③レーザー学会「レーザー研究」、日本工業出版「光アライアンス」への寄稿・・・
JST さきがけ制度のアピールと領域紹介

これらの活動の成果として研究者は、さきがけ期間に研究成果に並行して次のような多くの成果を得、又さきがけ後を睨んだ大きな財産を得ることが出来たものと自負している。研究者には、“さきがけ冊子「光科学の未来を拓く」”に執筆者自身が書いた自分の夢を、夢ではなく正夢になるよう努力を続けて欲しいと願っている。

- (1) 研究発展・・・新ファンド獲得
- (2) 新産業育成へ向かっての展開
- (3) 新しい概念・手法の探求
- (4) 新しい研究形式への挑戦
- (5) 女性研究者の活躍と支援
- (6) 外部からの高い評価
- (7) 今後の研究活動支援への布石

領域の運営を成功裏に終えることが出来たのは、1つは研究テーマの選択が適切であったこと、質の良い研究者が集まったこと、又、さきがけ期間に成長の割合が目に見える形で現れたことであり、それを可能にした多くのアドバイザーの方々の指導と、アドバイス以上の研究協力関係を構築頂いた事である。いまひとつは、何にも増してこのさきがけの素晴らしい仕組みと伝統があったからで、JSTの方々の手厚く適切な支援が研究の発展、強化を後押ししたことに感謝する。

以上