

# 戦略的創造研究推進事業

－CRESTタイプ－

## 研究領域

「新機能創成に向けた光・光量子科学技術」

## 研究領域事後評価用資料

平成25年2月25日

# 目 次

1. 研究領域の概要.....	1
(1) 戦略目標.....	1
(2) 研究領域.....	2
(3) 研究総括.....	2
(4) 採択課題・研究費 .....	3
2. 研究領域および研究総括の選定について.....	5
3. 研究総括のねらい .....	5
4. 研究課題の選考について .....	6
5. 領域アドバイザーについて .....	7
6. 研究領域の運営について .....	8
7. 研究を実施した結果と所見.....	10
8. 総合所見.....	10

## 1. 研究領域の概要

### (1) 戦略目標

「光の究極的及び局所的制御とその応用」

#### i. 具体的な達成目標

光・光量子科学技術は、非常に幅広い多様な研究分野に関わりを持つ横断的で重要な基盤となる分野である。また、天然資源に乏しい我が国は、人的資源の活性化をもとに新規産業を世界に先駆けて創出し、産業面での国際競争力を確保・持続していく必要がある。このため、我が国が優位に立っている光・光量子科学技術を核にした次世代基盤技術を早期に開拓することが重要である。このような観点に立って、以下のような領域について基盤的研究を進めるとともに、応用技術の開発にも努める。

##### (1) 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発展
- ・ 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) 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) 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

#### ii. 目標設定の背景及び社会経済上の要請

(1) 量子ドット、フォトニック結晶、非線形光学などの研究開発による高品質の光発生技術の開発及び近接場光をはじめとする光と物質との局所的相互作用の解明と利活用は、光科学発展のために極めて重要であり、我が国において最先端の研究が進められている。これらの研究開発は基礎科学への貢献のみならず、新しい概念に基づく光源などの素子開発、超微細加工技術開発、計測技術開発など産業界へ多様な波及効果も期待されることから、今後も我が国が世界をリードしていくために、さらに強化を図る必要がある。

(2) 原子の量子制御技術や量子極限光の研究は、光と物質の相互作用や光の本質を解明することによって、光に関する研究開発全体の基礎となるものであり、新しい材料開発にもつながる可能性を秘めており、中長期的な観点から研究開発に取り組んでいく必要がある。

これまでは、我が国において光科学に関する研究開発の一端を企業が担っていたが、最近の不況により研究者が転職するなど企業の研究開発力が低下傾向にあった。また、このような状況下で後継若手研究者・技術者の育成も不十分な状況にあり、これまで培ってきた研究開発力を維持発展させるためには早期に国家的に取り組む必要がある。

### iii. 目標設定の科学的裏付け

我が国は、光ファイバ通信技術、LED、光計測・加工技術など光科学の産業応用技術開発において米国と並んで主導的に研究開発を行って世界をリードしてきた。これらの技術開発は、単なる商品開発にとどまらず、継続的に新しい技術を生み出し光科学の学問的発展にも貢献してきた。量子ドットやフォトニック結晶などは、その一例であり、当初は学問的興味から進められたが、今日では実用的な素子に応用しその効果を引き出せる段階に至っている。また、非線形光学効果活用は材料面での地道な努力などにより、さらなる進展が期待される。

光・光量子科学技術の未だ十分に解明されていない本質的な課題である量子レベルでの物質との相互作用や非線形性の起源などを探究することは、今後の科学技術の展開に必須のものであり、学術的に大きな意義を有する。

#### (2) 研究領域

「新機能創成に向けた光・光量子科学技術」(平成 17 年度発足)

本研究領域は、情報処理・通信、材料、ライフサイエンスなど、基礎科学から産業技術にわたる広範な科学技術の基盤である光学および量子光学に関して、光の発生、検知、制御および利用に関する革新的な技術の創出を目指す研究を対象とするものである。

具体的には、情報処理・通信技術や計測技術などの飛躍を目的とした量子ドット、フォトニック結晶、非線形光学の応用などによる新しい光機能素子などの原理や技術、分子・原子や化学反応の制御、生体観察・計測、産業・医療などへの利用を目的とした未開拓の波長域発生などの新しい光源・検出手法の開発・高度化と利用技術、近接場光などを利用した光と物質の局所的相互作用の解明と超微細加工や超大容量メモリなどの利用技術、光による原子の量子的制御技術や光の本質に基づく新たな物質科学などの創出を目指す研究を対象とする。また、以上の研究にブレイクスルーをもたらす、新材料に関する研究も対象としている。

#### (3) 研究総括

伊澤 達夫 (元 東京工業大学 理事・副学長)

## (4) 採択課題・研究費

(百万円)

採択年度	研究代表者	中間評価時 所属・役職	研究課題	研究費*
平成 17年度	岸野 克巳	上智大学工学部 教授	ナノコラム結晶による窒化物半導体レーザの新展開	470
	末宗 幾夫	北海道大学電子科学研究所 教授	超伝導フォトニクス創成とその応用	477
	野田 進	京都大学工学研究科 教授	フォトニック結晶を用いた究極的な光の発生技術の開発	529
	堀 裕和	山梨大学大学院医学工学総合研究部 教授	ナノ光電子機能の創生と局所光シミュレーション	398
	山下 幹雄	北海道大学大学院工学研究科 特任教授、名誉教授	極限光電場波形制御による新光量子技術の創出	460
平成 18年度	兒玉 了祐	大阪大学大学院工学研究科 教授	高エネルギー密度プラズマフォトニクス	366
	五神 真	東京大学大学院工学系研究科 教授	時空間モルフォロジーの制御による能動メゾ光学	330
	馬場 俊彦	横浜国立大学大学院工学研究院 教授	フォトニックナノ構造アクティブ光機能デバイスと集積技術	341
	松岡 隆志	東北大学金属材料研究所 教授	温度安定性に優れた光通信用 InN 半導体レーザの研究	420
	宮野健次郎	東京大学先端科学技術研究センター 教授	電子相関による光と電子の双方向制御の実現	332
	渡部俊太郎	東京理科大学総合研究機構 教授	高強度光電界による電子操作技術の開拓	333
平成 19年度	太田 淳	奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科 教授	バイオメディカルフォトニック LSI の創成	278
	門脇 和男	筑波大学大学院数理物質科学研究科 教授	超伝導による連続 THz 波の発振と応用	327
	橋本 秀樹	大阪市立大学複合先端研究機構教授	光合成初期反応のナノ空間光機能制御	242

	平山 秀樹	(独)理化学研究所 主任研究員	230-350nm 帯 InAlGa <sub>N</sub> 系深紫外高効率発光デバイスの研究	305
	宮永 憲明	大阪大学レーザーエネルギー学研究中心教授	アダプティブパワーフォトリソの基盤技術	360
<b>総研究費</b>				5,968

## 2. 研究領域および研究総括の選定について

以下のような検討結果に基づいて本研究領域が選定された。

本研究領域は、情報処理・通信をはじめ、本研究を通じて将来創出しようとする革新的技術の対象を明確にしなが、光素子の新しい原理と技術や光の新しい発生・検知技術などに関する研究を中心に据えつつも、直接的に光関連技術の革新に寄与するのみならず物理学などの新展開にも寄与しう、光による物質の制御や光と物質の相互作用などまでを含めた幅広い研究を対象としている。

以下のような検討結果に基づいて研究総括が選定された。

伊澤達夫は、光ファイバ、光導波路および光回路デバイスの分野において先導的な研究を行ってきており、とくに気相軸付け法(VAD法: Vapor-phase axial deposition)と呼ばれる光ファイバの母材の連続製造法を發明し、またその周辺技術の確立を行った。VAD法は、わが国発の高性能光ファイバ製造技術として、国内の光ファイバのほぼ100%が同法で製造されるなど、光通信産業に不可欠な技術となっている。また、日本電信電話(株) 基礎技術研究所 光エレクトロニクス研究所、基礎技術総合研究所の所長、NTT 取締役、NTT エレクトロニクス代表取締役社長等を歴任し、実際の研究経験のみならず、本研究領域に関わる広範な分野において研究を統率、マネジメントした経験を有しており、本研究領域を推進するにふさわしい先見性・洞察力および本研究領域のマネジメントを行うに適した経験・能力を有していると見られる。さらに、電子情報通信学会 会長や、OECC(光エレクトロニクス・光通信国際会議) 運営諮問委員会 委員長等を歴任している。これらを総合すると関連分野の研究者から信頼され、公平な評価を行いうると見られる。

## 3. 研究総括のねらい

光科学技術は、1960年にレーザ技術が開発されて以来、光ファイバ通信、光ディスクメモリ、レーザ溶接、LED照明など広く産業に取り入れられ、各技術分野の機能や効率を抜本的に改善するなど、社会・経済に与えた影響は非常に大きい。産業応用だけでなく、Spring-8、X線自由電子レーザ、極短パルスレーザなどの光技術は、超電導、強磁性の機構解明、たんぱく質の構造解析、化学反応の超高速動態変化の瞬時計測など物理・化学現象の解明などに広く使われ、学問の進展に大きな貢献を果たしてきた。

20世紀後半に進められた光科学技術の進展において、日本の科学技術者が果たした役割は大きなものがあつたが、いわゆるITバブルの崩壊と共に企業の研究開発投資が急減し研究者が他分野に移動するなどにより、日本の研究者の影響力・貢献度は後退気味であつた。

平成15年度に文部科学省に光科学技術の推進に関する検討会が設けられ、光科学技術の重要性が再認識され、平成17年度より独立行政法人科学技術振興機構において光の究極的および局所的制御とその応用についての研究が進められることとなり、研究領域“新機能創成に向けた光・光量子科学技術”が開始された。

発足時には光科学関係の大型研究プログラムがなかったため、対象とする研究分野は、光科学

技術に関連する材料開発、光源などの素子開発、計測技術、物性解明など幅広いものとし、関連する学問分野も物理、化学、バイオ、工学など多岐にわたって独創性に優れ成功の暁にはその研究分野で大きな影響力を残す可能性のある提案を選定した。

この様に幅広い分野を対象とした研究領域は、評価尺度も多様化し十分な成果を上げるためには運用が必ずしも容易でないが、あえて挑戦することとした。このためにアドバイザーには、各分野の光科学で十分な実績をあげた研究者を実験・理論の両面で揃え、研究総括を多面的に補佐していただき本プロジェクトが効果的に進むよう配慮した。

#### 4. 研究課題の選考について

光技術は、通信・情報処理機器をはじめとして民生機器、医療・産業機器、科学分析・計測機器などにも幅広く使われており、その発展によりこれら機器の機能・性能が飛躍的に改善される可能性を持っている。特に、新しい光源、検出器などの開発によって機器の性能改善だけでなく、今まで不可能と思われた新しい応用技術を生み出すことも期待できる。さらに、近接場光やレーザクーリングなど新しい手法を使った物質科学の進展とその応用技術の開拓も期待される。

本研究領域では、このような現状認識に立って光機能素子、測定・加工技術や関連する光科学など幅広い研究分野で世界を牽引していく可能性を秘めた革新的提案を期待し、選考にあたった。また、研究推進に当たっては、研究シナリオ、マイルストーンなどを事前に明示し、研究進捗状況を客観的に評価しながら進めることを求め、選考でも留意した。更に、研究領域の概要に例示した語句にとらわれることなく真に革新的・挑戦的な提案を歓迎する旨明示した。

選考に当たっては、特定の組織に偏ることがないように配慮し、特に小規模研究機関に所属し研究実績のある研究者の優れた提案が漏れることの無いよう慎重な審査を行った。

##### (2) 選考結果

平成 17 年度は 69 件の応募があり、11 名の領域アドバイザーと共に書類審査を行い、14 件の提案について面接審査を経て、最終的には 5 件の提案を採択した。採択テーマは、フォトニック結晶、超伝導・光量子科学、極限光電場波形制御、窒化物半導体レーザ、近接場光について各 1 件である。

平成 18 年度は 37 件の応募があり、12 名の領域アドバイザーと共に書類審査を行い、9 件の提案について面接審査を経て 6 件の提案を採択した。採択テーマは、高強度電界による電子操作、電子相関による光と電子の双方向制御、InN レーザ、時空間モルフォロジ制御による新しい光材料の開拓、高エネルギープラズマを用いた超小型光源の開発、フォトニックナノ構造デバイスである。

平成 19 年度は 32 件の応募があり、12 名の領域アドバイザーと共に書類審査を行い、11 件の提案

について面接審査を経て、最終的には 5 件の提案を採択した。採択テーマは、高温超伝導ジョセフソンジャンクションによるTHz波の発振、光合成初期反応の解明と制御、バイオメディカル用フォトニックLSIの開発と応用、パワーレーザの空間・時間特性制御、InAlGaN 系深紫外高効率発光デバイスの開発である。

各年度の採択テーマはいずれも、十分実績のある研究者からの極めて質の高い提案であり、中間評価時点でも外部から高く評価される研究実績をあげているグループが多い。

## 5. 領域アドバイザーについて

領域 アドバイザー名	終了時 の所属	役職	任期
荒井 滋久	東京工業大学	教授	平成 17 年 6 月～平成 19 年 3 月
荒川 泰彦	東京大学	教授	平成 17 年 6 月～平成 25 年 3 月予定
伊藤 弘昌	理化学研究所	客員主幹研究員	平成 17 年 6 月～平成 25 年 3 月予定
植田 憲一	電気通信大学	特任教授	平成 17 年 6 月～平成 25 年 3 月予定
大津 元一	東京大学	教授	平成 17 年 6 月～平成 25 年 3 月予定
加藤 義章	光産業創成大学院大学	学長	平成 17 年 6 月～平成 25 年 3 月予定
菊地 眞	(財)医療機器センター	理事長	平成 18 年 5 月～平成 25 年 3 月予定
小柴 正則	北海道大学	特任教授	平成 17 年 6 月～平成 25 年 3 月予定
小林 哲郎	大阪大学	特任教授	平成 17 年 6 月～平成 25 年 3 月予定
中沢 正隆	東北大学	教授	平成 17 年 6 月～平成 25 年 3 月予定
花村 榮一	東京大学	名誉教授	平成 17 年 6 月～平成 25 年 3 月予定
春名 正光	大阪大学	特任教授	平成 17 年 6 月～平成 25 年 3 月予定

### \* 人選に当たっての考え方

本領域が扱う研究分野は、光科学の多方面にわたるので半導体光デバイス(荒井、荒川)、近接場光(大津)、大出力レーザ・超短パルスレーザ(加藤、植田)、光ファイバ通信システム(中沢)、バイオ(春名、菊地)、物性理論(花村、小柴)、光材料・素子(荒川、小林)非線形光学(伊藤、花村)、テラヘルツ波(伊藤)など各分野で著名な研究業績をあげている研究者にお願いした。

荒井先生は、自ら本領域に応募したいとの申し出があり、退任された。また、17 年の募集でバイオ関係の応募が多かったため菊地先生に加わっていただいた。

## 6. 研究領域の運営について

本領域の各テーマは研究代表者の独創性に基づくもので、その運営についても研究代表者の自主性を尊重することを旨としたが、設定目標、マイルストーンからの大きな乖離、特に進行状況については十分な管理・指導を行った。特に、研究を幅広く展開しすぎて進捗がおもわしくないチーム、研究チーム内の管理で問題が発生した場合などについては必要に応じて議論・指導を行った。また、必要に応じて学会等の会合や電話・メールで十分な連絡が取れるよう配慮した。

研究課題の指導については、研究開始年度に開催したキックオフミーティング、毎年一回開催する研究報告会、研究総括と関連分野の領域アドバが参加するイサイトビジットを30回程度実施し、研究状況を把握し、進捗のための助言を行った。

キックオフミーティングは非公開で開催し、研究総括、領域アドバイザー、関係研究チームのメンバーが参加し、当該年度に研究を開始する研究チームの全体計画、当該年度計画、中間時点のマイルストーン、研究終了時の成果のイメージについて説明を求め、研究総括と領域アドバイザーが研究チームに対して、速やかな研究立ち上げのための助言を行った。

毎年開催している研究報告会は、非公開で研究総括、領域アドバイザー、関係研究チームのメンバーが参加して開催し、研究開始後1年を経過した研究チームに対して、研究の経過と成果の報告を求めた。研究総括と領域アドバイザーが研究チームに対して、それ以降の研究推進のための助言を行った。この報告会で明らかになった課題の解決に向けて、別途研究総括が電話、メール等で議論を深め、研究予算の追加等の措置をとった。

研究設備の準備状況や研究の進捗度を確認するためイサイトビジットを実施し、研究担当者からの研究発表を求めるとともに研究総括並びに参加領域アドバイザーとの討論を行い、研究チームが効率的に研究を進められるよう配慮した。特に、研究推進上の各種課題について率直な意見の交換を行い、問題の解消に努めた。

採択後3年程度経過した時点でそれまでの研究成果を公開シンポジウムで報告してもらうとともに、研究総括、領域アドバイザー、研究代表者が参加する非公開の中間評価報告会を開催した。ここでは忌憚のない議論が行われ各チームに対し下記のような対応を行った。

### ①岸野チーム

一体集積化三原色LEDの実現の可能性も高いので、一層の推進を図るため、実験製作のキー治具であるガリウム分子線蒸発源2台の予算追加を行った。

### ②末宗チーム

最終の目標である「もつれあい光子対生成」に研究を集中し、一層の研究を推進し目標達成を図るべく指導し、1.55ミクロンもつれあい光子対測定用単一光子対検出器及び高速相関測定系に関連する追加予算を行った。

### ③野田チーム

これまでも高い研究成果をあげているが、より一層の研究の推進をはかるべく、光子寿命測定用高速電子倍増管とフォトニクス結晶作成基板関連の予算追加を行った。

### ④山下チーム

本研究で開発された広帯域 SLM は、超短パルスの波形制御、超短パルス発生から、繰り返し周波数制御に至るまで、幅広い応用範囲をもつ。その応用の一つとしての遺伝子発現制御の研究を加速するため、高次高周波スペクトル評価装置、試料マクロ循環装置関連の予算を追加した。

### ⑤堀チーム

研究の構想は優れており、新しい光科学を創出しようとするもので、本領域の目標に合致しているが、実験面での進展が遅れている。後半は特に実験面を加速すると共に、研究代表者が強いリーダーシップを発揮して、全メンバーの研究をまとめていくよう特に指導した。

### ⑥松岡チーム

チームの構成は、結晶成長デバイス化、光学物性評価、結晶基板、DFB 化の4つであり、実用的レーザ完成を目指すにはよい構成である。しかし、結晶成長技術の進展が十分でなく、簡単な構成のレーザを実現する目途も立っていない。DFB レーザの作製のためには、回折格子の作製技術も必要であるが、まず半導体レーザの発振達成に注力し、そのために最良の研究体制に組み直すよう指導した。これに伴い、前年度まで進めてきた回折格子作製技術については、本研究テーマ内での研究を中止した。なお、本件に従事していた研究員は、平山チームに異動し活躍してもらった。また、東日本大震災の被災の影響を少しでも軽減できるよう最大限の支援を行った。

### ⑦馬場チーム

フォトニック結晶に関して多岐にわたるトップデータをだし優れた成果を上げていたが、実用的なデバイスの可能性についても追及するよう指導し、その一端を示す研究成果を出した。

### ⑧宮野チーム

物性的に大変興味深い研究であるが、光スイッチなどの工学的な可能性があったので検討するよう指導し、成果を出している。

### ⑨門脇チーム

ジョセフソン接合によるテラヘルツ波の発振は、実験的にも理論的にも興味深い研究であるが、チーム内の理論グループと実験グループの連携の悪さがたびたび見受けられたので連携を強化するよう指導した。結果的には、必ずしも十分な連携が図られるに至らなかったのは残念である。

## 7. 研究を実施した結果と所見

採択した16件の研究は、いずれも挑戦的で独創性に優れ、光・光量子科学技術の進展に大きな貢献をする可能性を示した。具体的には、野田チーム、馬場チーム、岸野チームによるフォトニック結晶と進展と新しい光機能素子実現の可能性の提示、平山チームによる紫外発光素子技術の開拓、児玉チームによるプラズマフォトニクス技術の開拓と海外研究機関への素子提供、山下チーム、渡部チーム、宮永チームによる大出力レーザ技術の進展、五神チーム、宮野チームによる光物性に進展、橋本チームによる光合成関連技術の開拓など学問的にも世界をけん引するレベルにあり、その一部は、産業応用も視野に入っており今後の発展が期待される。

領域全体として特筆すべき研究課題としては、産業応用の観点から、野田チームによるフォトニック結晶技術、平山チームによる紫外発光素子、橋本チームによる光合成技術をあげることができる。

野田チームは、青紫色領域での面発光レーザの実現、量子アンチゼノ効果の発見など優れた研究成果を上げるとともに、フォトニック結晶を利用して大出力半導体レーザの実現の可能性を示したことは高く評価でき、産業応用上からも興味深い成果である。この技術は、大面積で発光するレーザの横モードをフォトニック結晶の構造を変えることによって制御するもので、単一横モードの大出力発振などを可能とするものである。

平山チームで開発している紫外発光素子は、殺菌・浄水、医療、生化学産業、高密度光記録、公害物質の高速浄化、高演色LED 照明など多岐にわたる産業応用が想定され、実用的観点から技術の飛躍的な改善が期待されている。一方で、このような半導体素子の開発は、結晶品質の向上や素子構造の改良など地道な努力が求められるため研究者の減少が続いている。平山チームでは、発光効率を決定する要因を分析検討し、全ての要因を改善することに成功し実用化に近づけることに成功している。さらに、企業と連携し商品化開発も進められていることは高く評価できる。

橋本チームは、構造を改変した光合成色素蛋白超分子複合体を、ナノ空間において自在に配列させた人光合成膜試料を作成し、超高速時間分解コヒーレント分光および時間分解顕微分光を用いた励起エネルギー移動の実時間計測と広い周波数領域でのフォノン物性を明らかにした。更に、自然界の機能を理解するにとどまらず、自然界の限界を突破するスーパー光合成やデバイス技術を応用した色素増感型太陽電池、さらに直接燃料発生など、技術的価値の高い成果を生みだしており、それらが実用化されれば、疑いもなく、社会的影響も大きなものとなる。また、本CREST研究をベースに、大阪市大で平成25年春に人工光合成研究センターが発足、産学連携による次世代エネルギー(Solar fuels)開発が実稼動することは特筆すべきであり、継続的支援が望まれる。

## 8. 総合所見

### 研究領域のマネージメント:

応募課題は、138件に及び研究分野、研究機関などのバランスも考慮の上16件の課題を採択した。発足当初、多岐にわたる研究テーマを採択したため研究領域としての成果が不明瞭になることに

危惧の念を抱いたが、結果的には多くの課題から具体的成果を出すことができたと評価している。領域運営については、可能な限り課題間の連携に努めたが、チーム間の競合関係や研究分野が広範であるため、課題間の連携効果をあげることは困難であった。そこで、個々の研究課題の特性に応じて柔軟に対応することとし、サイトビジットや年度報告などから研究遂行上の問題となると思われる事項を率直に伝えるとともに、各チームの持つ運営上の課題解決のため相談に応じた。また、設備費や消耗品の経費は、研究の進捗状況を十分配慮して追加配分などの措置を行った。

#### **研究領域としての成果：**

**科学技術の進歩に貢献する成果**としては、高エネルギー密度プラズマフォトニクスという新しい概念のもとで、従来取り扱うことが困難であった桁違いに高い強度の光や高エネルギー密度の粒子ビームを直接制御できる新しい光機能性素子として、新概念のプラズマフォトニックデバイスの開発を行った児玉チームは、種々のプラズマ応用技術を開発しただけでなく、開発した素子を海外の研究グループに提供するなど国際的な貢献も果たしている。

物性科学関係では、五神チームが金属キラルナノ格子巨大旋光性の発現機構の解明、誘電体導波路上人工キラルナノ格子における巨大旋光性の観測、位相制御パルスによる極低温励起子の選択的生成、サブケルビン下での励起子BEC 転移の観測など興味深い成果を上げている。また、宮野チームは、独自に開発した誘電体超格子を用いて電子相関に基づく定常的な光誘起相転移の発見をするなど強相関係物理で大きな進展があった。

**具体的応用に繋がった成果**としては、平山チームの殺菌用紫外LEDをあげることができるが、このほか、宮永チームで開発された半導体レーザ励起大出力パルスファイバーレーザは、加工応用などの可能性を秘めている。

**科学技術イノベーションに資する成果**としては、山下、渡部、宮永チームで進められた大出力パルスレーザ技術は今後の物性測定技術として大いに期待される。また、岸野チームで開発されたナノコラム結晶技術は、半導体光源の新しい挑戦として注目に値する。

**将来的には大きな成果に繋がる可能性がある成果**としては、フォトニック結晶関係の技術があげられる。特に、野田チームで開発された横モード制御技術は、大出力半導体レーザ実現の可能性を秘めた将来性のある技術と言える。また、橋本チームで進められた光合成関連の研究は、基礎的な研究が想定以上に進展し、効率の良い水素発生にも成功している。当初、夢のように語られていたが、エネルギー問題を解決する技術へと着実に進展し、今後の更なる発展が期待される。

**科学技術イノベーションへ創出への展望：**光・光量子科学技術は、科学技術の基礎となるもので、これまでも情報通信技術を中心とする技術革新は人類社会の産業構造を大変革させる大きな影響を与えた。さらに、計測技術、加工技術などの進展は、科学、医学、産業などへ多面的な変革をもたらした。このような従来の科学技術の延長上にある課題の進展も重要であるが、光・光量子科学技術を応用した、全く新しい分野の展開も望まれる。

このような観点から、本領域で採択した、光合成の基礎的研究は、新しい研究展開の一例となる

もので、光技術を用いて分子レベルのエネルギー伝達機構を解明し、高効率な光合成を実現しようとするもので、化学、植物学など広範な知識を必要とするが、成功すれば人類のエネルギー問題を解決する一助となりうるものである。この他、人体内部の機能・形状計測、犬と同程度以上の臭覚センサなど光・光量子科学技術の適用も考えられる夢物語は少なくない。

**本研究領域を設定したことの意義、科学技術に対する貢献、問題点等:** 本領域開始当時、この分野への大型支援プログラムはなく、また産業界の支援も減少の一途をたどっていた。このような状況を打開する一策として CREST の領域が設定され支援が開始されたことは意義深く、上に述べたような多くの成果を出すことができ、この分野を活性化することができた。もちろん、予算上の制約から、当初目標としたことの一部しか実現できていないが、継続的な支援が望まれる。本領域は、光関係の支援の第一歩として、広範な分野設定をしたが、望むらくは、もう少し限定した領域設定を行い、複数運営することが望ましい。

**今後への期待や展望、感想など:** CREST のように領域を設定し課題を募集・選考するタイプの研究支援プログラムも重要であるが、GPS やインターネットなどのように具体的課題設定を行い、これを解決する研究を支援するタイプのプログラムは、日本で独創的な研究を強化する上で重要である。

JST でもこのような試みが始められているが、問題は課題の設定方法とプログラムオフィサーにある。プログラムオフィサー自らが課題設定に携わり研究管理まで行うことが望まれる。課題の設定に当たっては、狭い分野の専門家に意見を聴取するのではなく、広範な分野で困っていること、実現すれば社会が大きく変化する夢のような課題が重要である。更にその課題に対し具体的解決法が提示できる可能性があるかどうかも重要な要素である。このような観点で、グーグル社が主催している Solve for X は注目に値する。

以上