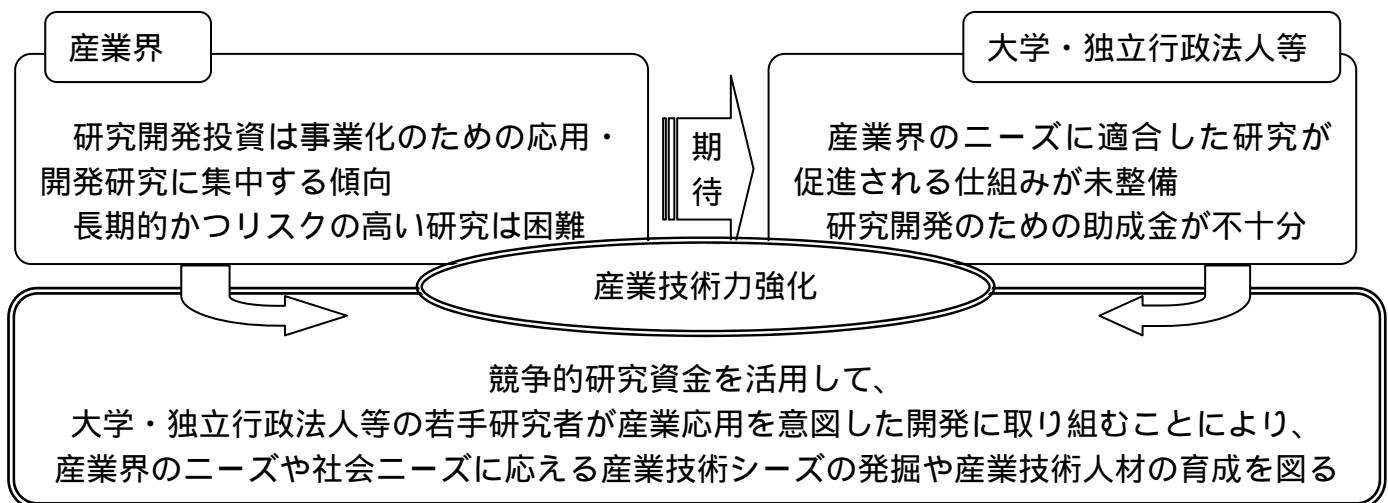


# 産業技術研究助成事業の概要

## ・制度概要

### - 1 . 目的及び目標

- 当事業は、産業技術力強化法（平成12年法律第44号）の制定を契機に創設された。
- 産業界のニーズや社会のニーズに応える産業技術のシーズ発掘や産業技術研究人材の育成を図るため、大学等において産業界から取組むことが期待されている技術課題を提示した上で、大学等の若手研究者又は若手研究者チームから創造性のある研究開発テーマを公募し、厳正な外部評価により独創的かつ革新的な研究テーマを選定し、研究者個人に助成金を交付する。



### - 2 . 公募対象及び配分方針

#### 公募分野

募集区分A：新たな産業創出に資する産業技術分野

バイオテクノロジー分野

情報通信技術分野

材料・プロセス技術分野

製造技術分野

環境対策・資源利用技術分野

融合・横断・統合的・新分野における革新的技術分野

(ヒトクロームに係るものや経済産業省の所管外は対象外)

募集区分B：省エネルギーの推進や石油に代わるエネルギーの利用に資する技術分野

：エネルギー・環境技術分野

(原子力に係るものやIHなど有効利用に關係しない環境対策技術に係るものは対象外)

## 公募対象者

- ・日本国内に在住し、日本国内で自らが研究開発を行っている次に掲げる研究機関（A～C）に属する常勤の若手研究者又は若手研究者チーム。
  - A：大学（大学共同機関、短期大学、高等専門学校を含む。）の35歳以下（当該年度の4月1日現在）もしくは助手、講師
  - B：国立研究所（独立行政法人はCに該当）の35歳以下もしくは主任研究官（研究職3級以下）
  - C：独立行政法人、地方公共団体の試験研究機関（公設試）法律により直接設置された法人（特殊法人であって非株式会社形態のもの）の35歳以下（国籍問わず。任期付研究者も含む（ただし、研究開発期間は任期期間内のこと））

## 採択方針

- ・研究開発内容に新規性、独創性、革新性があるか等の技術的な観点、実用化の可能性があるか、産業界への波及効果が見込まれるか、省エネルギー効果又は石油代替効果があるか等の産業応用力の観点から審査をし、内容や予算の妥当性、研究体制を総合的に判断して採択する。
- ・その際、研究者が独創性を發揮し、研究開発に注力できる環境を整備するため、大学内の既存の権威関係に縛られず、研究者の事務負担をできるだけ軽減した公平かつ効率的な研究資金交付スキームを整備している。

### <産業技術研究助成事業の特徴>

#### 産業技術のシーズの育成につながるものに特化

- ・本事業は、大学・独立行政法人等の研究が、単なる「学問」や「研究のための研究」にとどまらず、研究者の創意を活かしつつ、産業界のニーズを踏まえた研究開発となることを目指している。

### 若手研究者を応募要件に

- ・大学においては、各種国家プロジェクトをチーム編成で進める際には、教授、助教授がプロジェクトリーダーになるケースが圧倒的に多いが、柔軟な思考力を持ち創意に富む若手研究者にプロジェクトリーダーとして実力を発揮してもらうべく、対象を若手研究者に絞っている。

## - 3 . 1 課題あたりの研究費及び研究開発期間

### 助成費

直接経費：研究期間が3年間の場合は上限4000万円、2年以内の場合3000万円

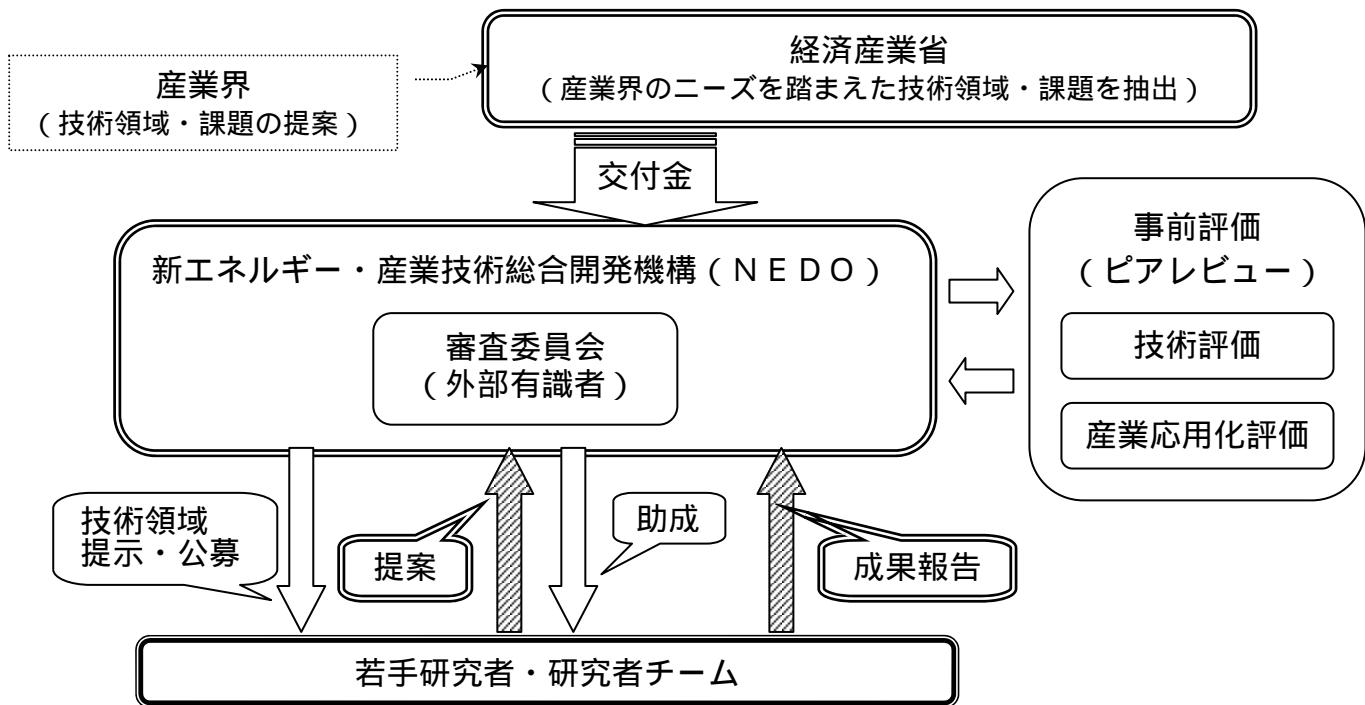
間接経費：直接経費の30%相当額

### 研究開発期間

- ・原則3年以内
  - \*なお、優れた研究成果が得られ、かつ発展の見込まれる課題については、更に2年間研究期間を延長し、上限3000万円を追加助成することがある。

#### - 4 . 運営方法

- ・経済産業省が産業界のニーズを踏まえた技術領域、課題を抽出し、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が実施主体となって、大学、研究機関等への公募周知や課題の選定、助成金の交付、課題の評価、フォローアップ等を行う。



#### - 5 . 課題の評価システム

- ・課題の評価は、「経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準」(平成14年11月1日)に基づき、実施する。

##### - 5 - ( 1 ) 中間評価

###### 【評価時期】

研究開始2年目に実施

###### 【評価事務局】

NEDO

###### 【評価方法】

- ・研究代表者から提出された「進捗状況報告書」及び「自己評価」、NEDOの主査が作成した「中間ヒヤリング報告書」、応募時に提出された「研究開発提案書」を基に、事前評価を行った各分野の審査委員が評価を行う。
- ・報告書を基に、事前評価を行った各分野の審査委員が評価を行う。
- ・評価は、研究進捗状況、成果発表と特許、産業応用・実用化、総合評価の4項目について、5段階の評価点とコメントを記載する。

###### 【評価委員数・構成】

- ・各分野毎に、採択を行った審査委員。(審査員名簿は参考資料2のとおり)

## - 5 - ( 2 ) 事後評価

### 【評価時期】

研究期間終了後に実施

### 【評価事務局】

N E D O

### 【評価方法】

- ・研究代表者から提出された「研究成果調査表」及び「成果報告書」、応募時に提出された「研究開発提案書」、「中間評価書」(再ヒアリングを行っている場合は「再ヒアリング報告書」)を基に、審査委員と外部評価者が評価を行う。
- ・評価は、目標の達成度、成果の意義・波及効果、特許・成果発表、成果の実用化可能性、総合評価の5項目について、4段階の評価点とコメントを記載する。

### 【評価委員数・構成】

- ・各分野毎に、審査委員1名及び外部評価者2名を予定  
(創設から3年が過ぎた本年度に初めて実施(6~7月頃))

## ・配分機関における成果等に係る評価の結果

### - 1 . 実施方法

- ・当該評価をするにあたっては、経済産業省と新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）とが、共同で実施した。

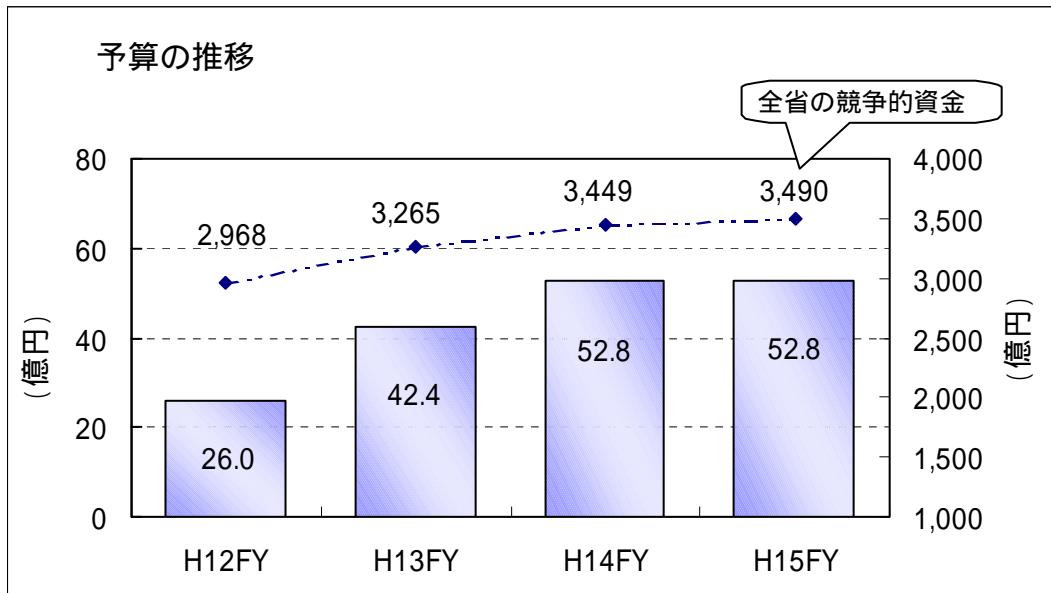
(注)「行政機関が行う政策の評価に関する法律」に基づく中間評価については、平成16年度に、「経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準」(平成14年11月1日)に従って、経済産業省において、外部有識者からなる委員会により行う。

### - 2 . 成果等の状況

#### - 2 - ( 1 ) 課題採択・資金配分の全般的状況

##### 【予算額の推移】

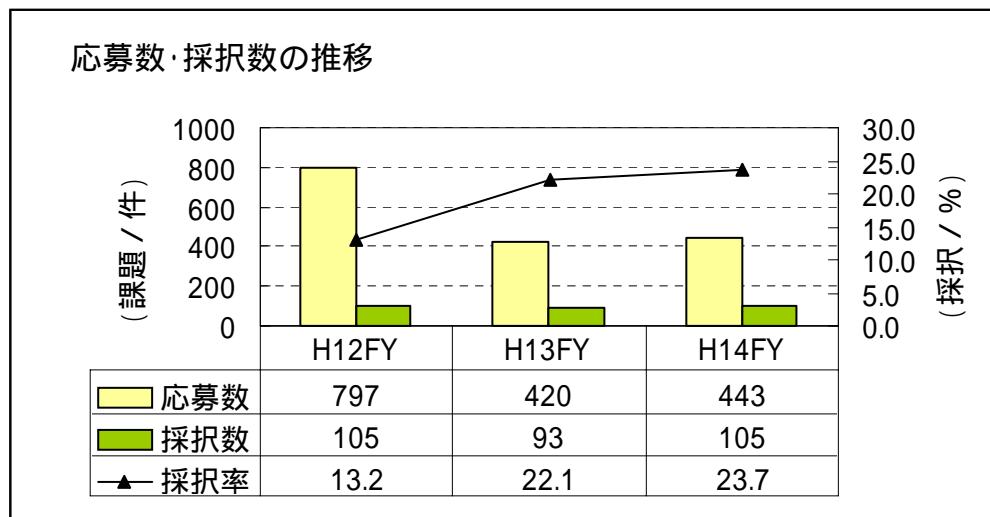
- ・産業技術研究助成事業の創設年（平成12年）の予算額は26.0億円であり、その後、平成15年度予算では、52.8億円まで伸びている。
- ・第2期科学技術基本計画に競争的資金は計画期間内に倍増させる旨が盛り込まれており、平成12年度と比較すると、この制度は約2倍に増額している。



##### 【応募数・採択数の推移】

- ・平成12年度は約800件の応募があったが、平成13年、平成14年度ともに450件弱に落ちている。
- ・採択件数は、例年100件程度で推移している。

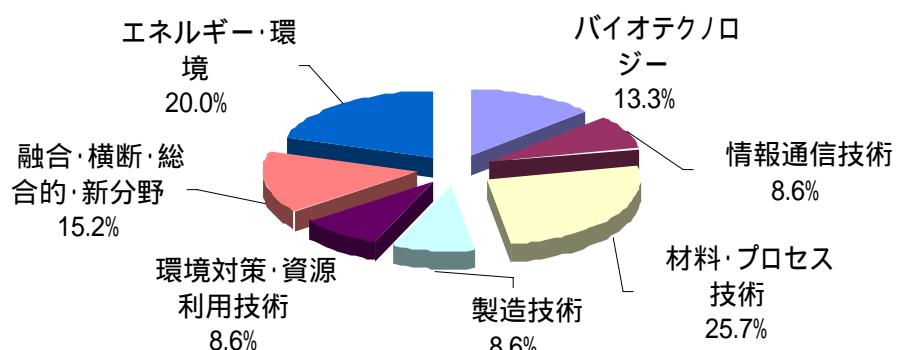
- 採択率は、平成12年は13.2%と非常に低く、平成13年、14年は23%前後とやや上がった。しかしながら、米国N I Hにおけるグラン트採択率が32%（2000年統計資料）であるなど、一般に採択率は30%程度が適正と言われる中で、当事業での採択率は未だ低い水準である。

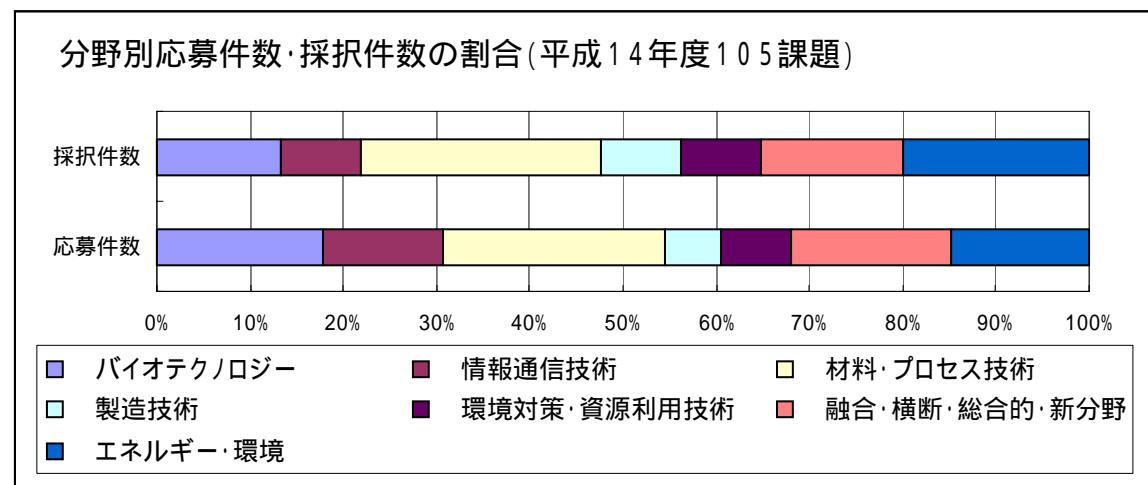


#### 【採択課題の分野別内訳】

- 分野別の採択数は、年度によって異なるが、高い割合を示すのは、材料プロセス分野、融合・横断・統合的・新分野における革新的技術分野、エネルギー・環境技術分野である。
- 応募に比して採択率の高い分野は、製造技術分野、エネルギー・環境分野である。

#### 採択課題の分野別内訳（平成14年度105課題）



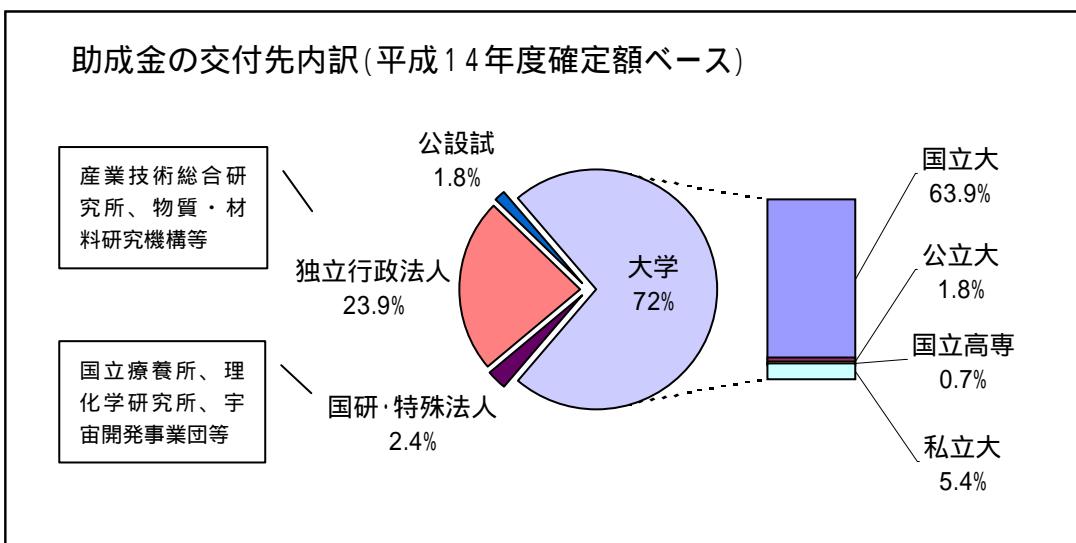


### 【研究開発期間の傾向】

- 研究期間は3年が大多数を占め、平成12年度採択では96%、平成13年度では80%、平成14年度では86%である。
- 平成14年度に制度の見直しを行い、更なる発展が見込まれる優良課題については、研究開発期間を更に2年延長し、切れ目なく研究を継続できるように改善した。
- これにより、平成12年度採択課題では、中間評価及び成果報告会で評価の高かった計12件について2年間の期間延長を行った。
- 延長課題の中には、本多記念研究奨励賞や日本化学進歩賞を受賞したもの、科学新聞に掲載されたもの、連携企業において実用化に向けた更なる開発が取組まれているものなど、顕著な成果が得られている課題がある。これらの課題は、次項の研究成果で詳細を示す。

### 【助成金の交付先内訳】

- 大学の交付が、件数、助成金額ともに約7割である。
- その中でも国立大は、平成14年交付先の全体数298件のうち189件(63%)助成金額では、総額44億6千万円のうち28億5千万円(64%)を占めている。
- 助成金額で次に高い割合を示すのが、独立行政法人の24%であり、公的試験研究機関や国立研究所等は、それぞれ2%前後である。
- 採択研究者の平均年齢は、33歳前後で推移している。



### - 3 . 研究成果及びその他の効果

#### - 3 - ( 1 ) 工業所有権の出願状況、外部発表実績

##### 【知的財産権の出願状況】

- 制度全体としては、創設年から平成14年度までの3年間に採択した303課題に対して、国外に6件、国内に88件、計88件の特許出願を行っている。
- 平成12年度の採択課題を見ると、105件に対して、平成15年4月までに60件の申請があった。

##### 【外部への発表実績】

- 外部への発表数は、平成12年度を見ると、105課題に対して、学会等での発表は700件弱、新聞・テレビでの掲載回数は40件強、論文投稿は200件弱となっている。
- 研究期間終了の課題が増えるに伴い、当該事業の社会へのインパクトは益々増大することが予想される。

( 平成15年4月現在 )

| 採択年度   | 特許申請数 |    |    | 外部発表実績  |         |       |       |
|--------|-------|----|----|---------|---------|-------|-------|
|        | 外国    | 国内 | 合計 | 学会・講演会等 | 新聞・テレビ等 | 論文投稿等 | 合計    |
| 平成12年度 | 4     | 56 | 60 | 699     | 44      | 195   | 938   |
| 平成13年度 | 2     | 17 | 19 | 341     | 13      | 66    | 420   |
| 平成14年度 | 0     | 9  | 9  | 121     | 5       | 30    | 156   |
| 合計     | 6     | 82 | 88 | 1,161   | 62      | 291   | 1,514 |

## - 3 - ( 2 ) 研究成果例

- ・当事業の目的は、若手支援により産業技術人材の育成を図るとともに、新規性、独創性のある研究開発課題を、産業界のニーズや社会のニーズに応える産業技術へとつなげることである。
- ・ここでは、研究開発期間中に、日本化学会進歩賞や日本放射光学会奨励賞を受賞した課題、実用化のめどが立ち連携企業と共同研究を開始するに至った課題など優れた成果を挙げた具体事例を4件取り上げる。これらは全て、更なる発展が期待できるテーマとして平成16年度まで助成期間を延長した。

### **【1】遺伝コードの拡張による部位特異的変異導入のための新技術の開発**

- ・北陸先端科学技術大学の芳坂助教授は、蛋白質の任意の特定部位に所望のアミノ酸や蛍光色素を導入することができる新しい方法を開発した。この技術は、蛋白質の機能解析に応用できるものである。
- ・これにより、産業応用化・実用化の可能性があるとして、3社の企業からオファーがあった。また、日本化学会進歩賞、東京テクノフォーラム・ゴールドメダルを受賞した。
- ・平成15年からの2年間では、「蛋白質の変異体高速作製技術および高速機能評価技術の確立」を目指し、1年目には全ての変異体製作法の確立及び高速化のための材料技術の確立を、2年目に高速機能評価技術の確立を行う計画である。(詳細は別紙1のとおり)

### **【2】非線形光学結晶 GdYCOB の多機能化による新型・高性能紫外光源の開発に関する研究**

- ・大阪大学工学部森助教授らは、可視光を紫外線に波長変換する結晶を新たに開発した。
- ・従来多くの紫外線レーザは大型であるが、この技術を利用した紫外線レーザは小型であり、容易なメンテナンスと簡便な取扱いができ、研究用、医療用、加工用などより広い分野への応用が期待されている。
- ・この技術を基に連携企業のネオアーク社が製品化を行い販売を開始した。
- ・平成15年度からの2年間では、1年目には紫外光源小型化・効率化等を、2年目にホウ酸系新規非線形光学結晶の開発及びナノ～ピコ秒レーザの開発を行う計画である。(詳細は別紙2のとおり)

### **【3】蛍光X線ホログラフィー装置の開発及び電子材料への応用**

- ・東北大学金属材料研究所林助教授は、蛍光X線のホログラムを用いた構造解析装置を開発した。同装置は通常のX線回折装置では不可能な半導体中の極微量のドーパント原子の周辺の構造を解明できるので、半導体分野の研究に有効である。
- ・これにより、日本放射光学会奨励賞及び本多記念研究奨励賞を受賞するとともに、科学新聞に掲載された。
- ・平成15年からの2年間では、複素X線ホログラフィー法の開発やX線ルミネッセンスホログラフィー法の開発を計画している。(詳細は別紙3のとおり)

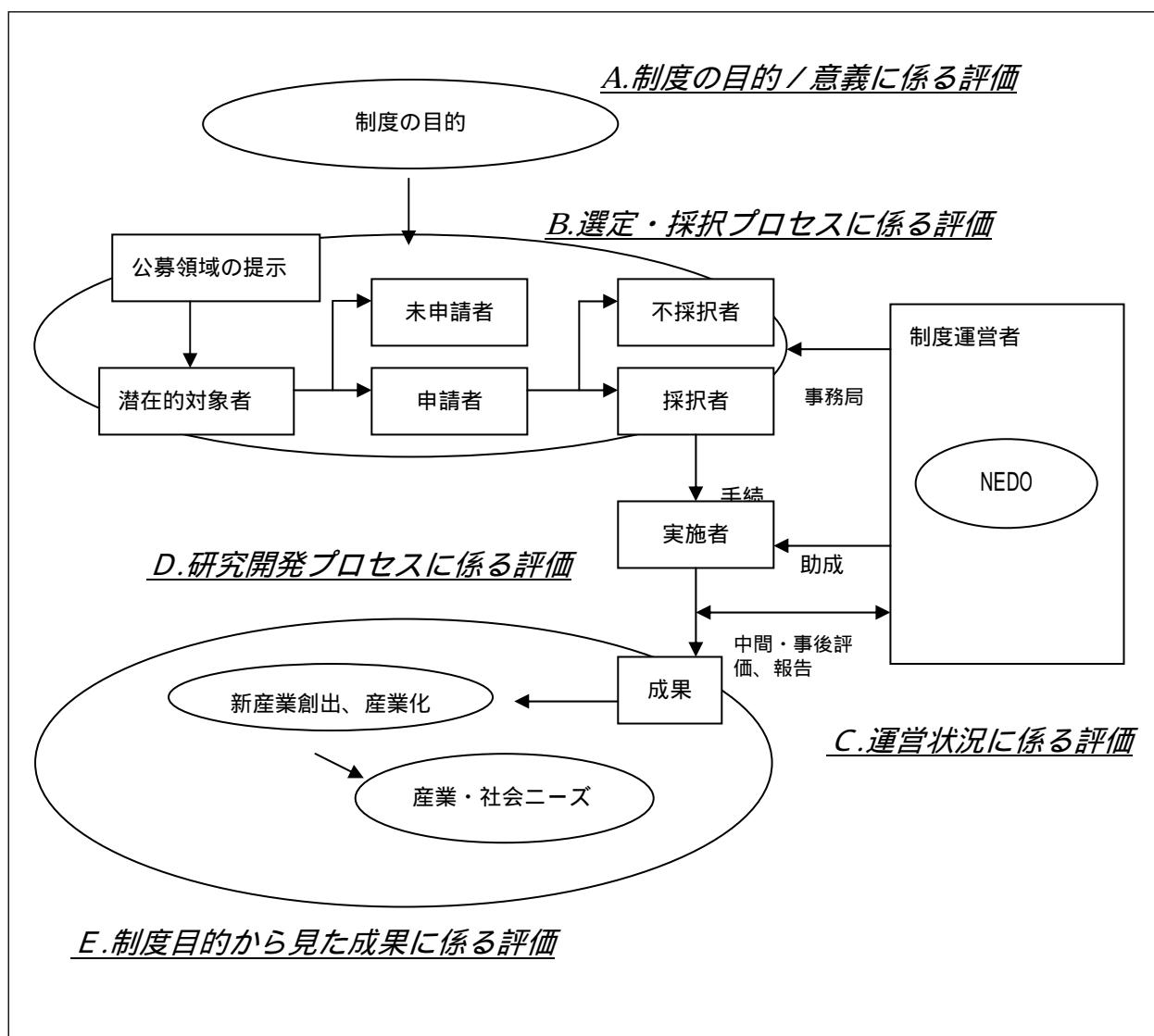
#### 【4】天然ウイルス（HcV）を用いたヘテロカプサ赤潮防除技術の開発

- ・独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所長崎主任研究官（平成15年4月1日付けで赤潮制御研究室室長、同研究室は同日発足）は、養殖貝類に深刻な被害を及ぼす赤潮 Hc（ヘテロカプサ・サーキュラーリスカーマ）の対策に有望な新規な天敵ウイルスを発見し生物農薬としての実用化への道を拓いた。
- ・このウィルスは、従来同グループが発見したウィルスよりも容易に製造でき、かつ小型で製剤化が容易である。さらに、有明海のノリの色落ちの原因となる赤潮プランクトンの一種リゾソレニア・セティグラに有効なウィルスを発見した。
- ・今後大規模な実証試験等を終えれば、生物農薬としての実用化が十分可能と考えられ、SDSバイオテック社と連携して実用化を目指している。
- ・有明海のノリの色落ちは深刻な社会問題となっており、地方紙や業界紙を中心に幾度も報道されている。また、TVでも取り上げられるなど特に西日本地域で注目を集めている。
- ・平成15年からの2年間では、1年目には当初3年間で浮上した課題における基礎的知見の確立を、2年目に上記各課題を克服するための技術を確立する。（詳細は別紙4のとおり）

### - 3 - ( 3 ) . その他配分機関において検討された事項

- 当事業は、平成13年8月の産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会提案において、制度自体や個々の課題の目的・意義、選定・採択プロセス、運営状況、研究開発プロセス、制度目的から見た成果等について、外部委員会方式による検討・評価を行った。
- 評価の視点を下図のとおり5項目に分類し、それぞれについて検証した。これにより指摘された評価・提言項目に従って、今までの対応状況と今後の予定等にまとめたのが次表である。

<評価の視点(全体像)>



<評価・提言事項に対する改善状況>

| 評価・提言のポイント  | 現在までに改善された事項  | 今後の改善予定事項<br>( 独法化以降 )                                  |
|---|---|---|
| A . 制度目的 / 意義<br>・制度の目的の明確化：類似制度との相違を明瞭にし、経済産業省としての政策目標への理解を促す  | ・事業の意図を広く周知し提案を募るため、平成15年度には東京のみならず全国6都市でも公募説明会を実施。<br>・パンフレットに加えポスターを作成し、大学等へ配布し掲示を依頼  | ・年齢制限の緩和を検討   |
| B . 選定・採択プロセス<br>・公募回数の増加（少なくとも年3回程度）<br>・申請者に評価スキームや評価基準を公開<br>・評価者の質向上のため、増員やリタイヤした研究者の活用<br>・利害関係排除のためのガイドライン作成<br>・採択・不採択の詳細結果内容を申請者へ伝達 | ・公募要領に評価者の人数及び各評価項目毎の配分点を記載<br>・提案に対する採点値の平準化の観点から、評価者数を5名から7名に増員<br>・評価者DBへ人数の追加（現在4836名）<br>・事前評価謝金を4千円から1万円に増額<br>・利害関係排除のためホームページ上に評価者を公表<br>・評価者からの承諾書（署名）提出を義務づけ<br>・不採択通知に審査結果及び問い合わせ先（NEDO担当課）を記載 | ・通年公募、年複数回（2回）交付決定、事業期間の弾力化（採択決定日から1年間を確保）<br>・専任のPOを設置 |
| C . 制度の運営<br>・複数資金受託の研究者には、本制度個別のアウトプットを把握できる仕組みづくりを構築<br>・目標より低いコストで達成するための経済的インセンティブの導入   | ・助成金の経理事務は機関委任を義務付け<br>・間接経費（30%）を導入<br>・優れた研究成果が得られ、かつ発展の見込まれる課題は、研究開発期間を最大2年間延長可能に  |   |
| D . 研究開発プロセス<br>・柔軟な計画変更・中止のためのマイルストーン設置  | ・中間評価の結果で中止又は減額を可能に   |   |
| E . 制度目的から見た成果指標<br>・成果を明確にし、数値的な指標を提示する技術価値評価の導入   | ・研究成果のフォローアップとして、事業終了後5年間にわたり年1回程度、簡易な方法で産業応用調査等について問い合わせることがある旨、公募要領に記載  |   |

（参考）産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会提案公募制度WG「提案公募制度等評価報告書」（平成13年8月）

#### - 4 . 評価結果

本事業は、充分に応募数を集めるとともに、厳選された採択課題の中から、先進的な技術が生み出されてきており、おおむね順調に実施されている。

平成15年4月にまとめられた総合科学技術会議の「競争的研究資金制度改革（意見）」の中で、具体的方策として指摘されている事項については、適宜改善を行っている。例えば“間接経費比率30%”に関しては、既に実現している。また、“研究者のエフォート”についても、応募書類に充当割合の欄を設けている。

また、“PO、PDによる一元的管理・評価体制の整備”に関しては、現在、新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という。）において平成15年度の独立行政法人化後にPOのうち1名を専任（100%給与支給）職員として配置することを考えている。

さらに、現在、他のPO（企業から派遣されている主査）について、任期付き採用により、100%給与をNEDOが負担する形態に変える方向で検討している。

NEDOは、本年10月1日に独立行政法人化し、予算措置も当省からの補助金から運営費交付金へと変更する。独立行政法人化後は、自らの裁量により柔軟な制度マネジメントが可能になることから、更にマネジメント体制を強化し、通年公募制を採用するなど、これまで以上に使いやすい柔軟で弾力的な制度へと不斷に見直しを行っていく。

さらに、この事業で優れた成果が得られた課題については、NEDO内の他の事業のみならず、他の府省の支援制度も含めて、技術の深化や実用化へ向けた研究を進められないか可能性を探る。このため、追跡調査を行いフォローアップ体制を整えていく予定。

## 産業技術研究助成事業で顕著な成果を挙げた事例

### **【1】遺伝コードの拡張による部位特異的変異導入のための新技術の開発**

#### 1. 課題の目標

遺伝子に人为的に変異を網羅的に導入し、高効率に有用なタンパク質を見いだす技術を開発する。これにより、約200個のアミノ酸からなる蛋白質において、すべての変異体の作製と機能評価するために、従来1名の研究者で半年必要であったものを約1週間で可能にする。

#### 2. 研究代表者

北陸先端科学技術大学 助教授 芳坂貴弘

#### 3. 助成期間

平成12年度～平成14年度（平成16年度まで助成期間を延長）

#### 4. 助成金額（実績） (単位：円)

| 年 度 | H12        | H13        | H14        | 合 計        |
|-----|------------|------------|------------|------------|
| 金 額 | 13,943,000 | 12,142,000 | 11,440,000 | 37,525,000 |

（注）間接経費を含む。

#### 5. 実施体制

研究分担者なし

#### 6. 連携企業

連携企業なし（平成15年度から株式会社プロテイン・エクスプレスと連携）

#### 7. 課題の成果

蛋白質の任意の特定部位に所望のアミノ酸や蛍光色素を導入することができる新しい方法を開発した。これまでの技術では特定の部位だけに導入することは難しかったが、この技術は、効率的かつ選択的にアミノ酸や蛍光色素を導入することができることから、現在バイオ分野で最大の課題となっているタンパク質の機能解析に応用できるものであり、急速に関係各方面の注目を集めている。

**【中間評価】**研究の進捗状況の項目では順調、目標の達成見込みも基本的には可能と判断

され、産業応用化・実用化への期待も高いと評価を受けた。総合評価としては、ユニークなアプローチや産業への応用度が高い点が優れているという評価を得て、アドバイスとしては、確実な特許取得への言及があった。

**【産業応用化・実用化の可能性】**3社の企業からオファーあり。

**【受賞】**日本化学会進歩賞（2003年）

東京テクノフォーラム・ゴールドメダル（2003年）

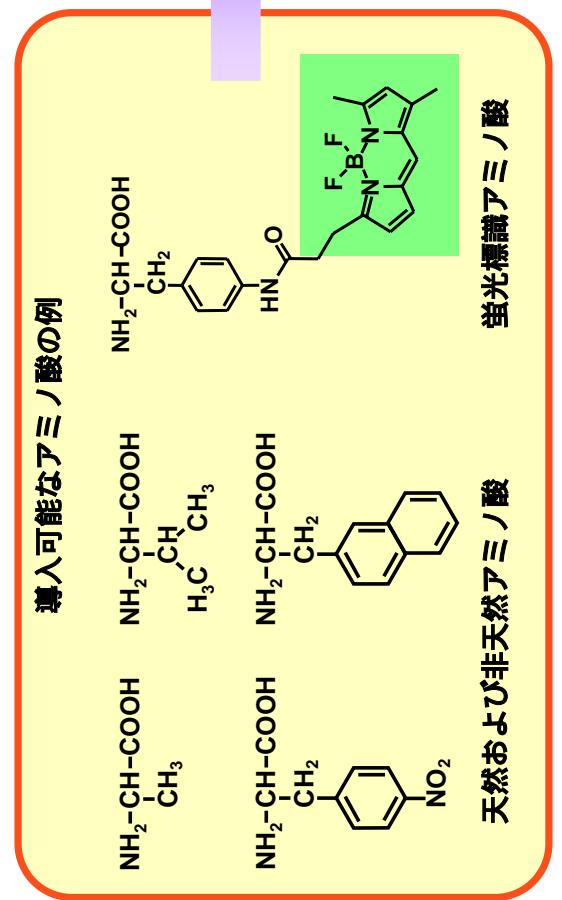
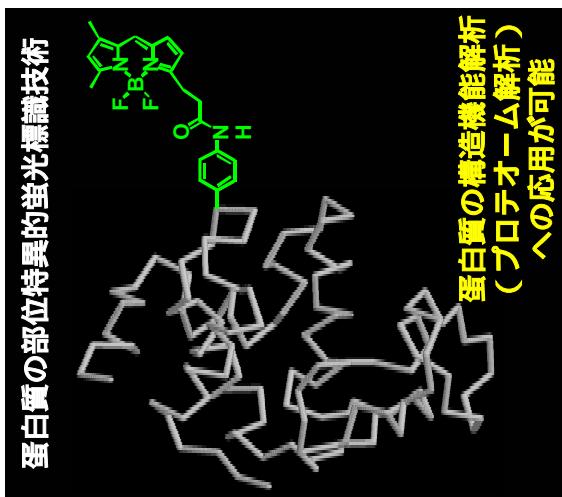
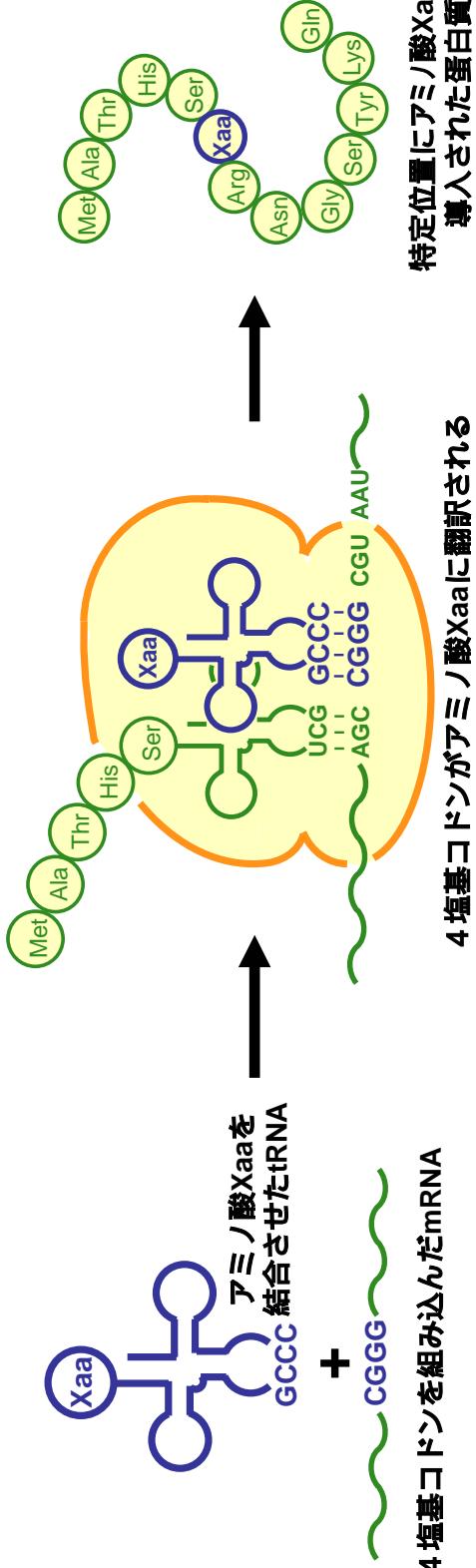
#### 8. 今後2年間の研究目標と計画

**【目標】**更に効率的な技術を開発することによって、約200個のアミノ酸からなる蛋白質において、すべての変異体の作製と機能上記作業を4日程度で実行可能にする

**【計画】**1年目には全ての変異体製作法の確立及び高速化のための材料技術の確立を、2年目に高速機能評価技術の確立を行う。

**【助成金額】**H15の交付決定額は18,200千円、H16の計画額は19,950千円。

## 遺伝コードの拡張による部位特異的変異導入のための新技術の開発



## 【2】非線形光学結晶 GdYCOB の多機能化による新型・高性能紫外光源の開発に関する研究

### 1. 課題の目標

波長変換結晶 GdYCOB の結晶育成雰囲気、及び育成後の熱処理雰囲気、そして出発原料を検討することで、酸素欠陥の低減を図り、実用化への最大の障壁であった耐光損傷特性を向上させる。そして、Gd/Y 組成比、Yb や Nd などのレーザー不純物濃度を精密制御することで、波長変換特性並びにレーザー特性を最適化させる。

### 2. 研究代表者

大阪大学 工学部 助教授 森 勇介

### 3. 助成期間

平成 12 年度～平成 14 年度（平成 16 年度まで助成期間を延長）

### 4. 助成金額（実績） （単位：円）

| 年 度 | H12        | H13        | H14       | 合 計        |
|-----|------------|------------|-----------|------------|
| 金 額 | 12,422,000 | 15,366,000 | 6,721,000 | 34,509,000 |

（注）間接経費を含む。

### 5. 実施体制

研究分担者 吉村政志 大阪大学

### 6. 連携企業

連携企業なし（平成 15 年度からネオアーク株式会社と連携）

### 7. 課題の成果

可視光を紫外線に波長変換する結晶を新たに開発した。従来多くの紫外線レーザは取り扱いの面倒な大型のガスレーザであるが、上記技術を利用した紫外線レーザは小型であり、研究用、医療用、加工用などより広い分野への応用が期待されている。追加継続研究でより優れた結晶を開発し、出力や寿命を改善して用途の拡大を目指す。

【中間評価】進捗状況の項目では、大きな進展があったと評され、目標の達成見込みにも期待が寄せられた。総合評価では、本助成事業の趣旨に適合する展開であり、優れているとの評点を得た。

【産業応用化・実用化の可能性】連携企業のネオアーク社が製品化し販売を開始した。

### 8. 今後 2 年間の研究目標と計画

【目標】これまでの研究で製品化した低出力紫外光源の波長変換部を集積化させ、さらなる小型・高効率化を進めて医療・バイオ分野での応用展開を図る。熱処理によって出発原料中に含まれる酸素欠陥を除去し、さらに高濃度酸素雰囲気中での溶液成長を行うことによって、光損傷を全く生じない高品質 GdYCOB 結晶を開発する。この結晶を用いて、高出力ナノ秒紫外光源を開発するとともに、ピコ秒レーザーを基本光源とした極めて非熱加工性に優れた紫外光源を構築する。また、更に高出力が期待出来るホウ酸系新規非線形光学結晶の開発を行う。

【計画】1 年目には紫外光源小型化・効率化及び GdYCOB 非線形光学結晶の改良を、2 年目にホウ酸系新規非線形光学結晶の開発及びナノ～ピコ秒レーザの開発を行う。

【助成金額】H15 の交付決定額は 19,500 千円、H16 の計画額は 19,500 千円。

# 非線形光学結晶GdYCOBの多機能化による 新型・高性能紫外光源開発に関する研究

## 背景

半導体・情報産業、医療分野で要求される紫外レーザー光源

↓ 高効率、長寿命、低価格、小型

現在：

赤外固体レーザー + 波長変換結晶 全固体紫外レーザーが最有力候補  
既存の波長変換結晶LBO, BBO 変換特性、信頼性に問題有

将来：

非線形光学結晶の多機能化による新型・高性能レーザー  
(超小型、超短パルス化、波長可変を单一素子で実現)

## 新非線形光学結晶 GdYCOB

組成・不純物・分極の制御  
により多機能化が可能



- ・Gd/Y組成比による複屈折率制御  
非臨界位相整合の波長可変性
- ・単一素子によるNd:YAGレーザーの  
第2、第3高調波発生
- ・Yb, Nd添加によるレーザー発振
- ・Yb添加によるフェムト秒パルス発生
- ・分極の周期反転制御  
波長200nm程度の短波長疑似  
位相整合型紫外レーザー光源

課題：  
・酸素欠陥制御による耐光損傷性の改善  
・Gd/Y組成比、レーザー不純物制御による  
波長変換とレーザー特性の最適化

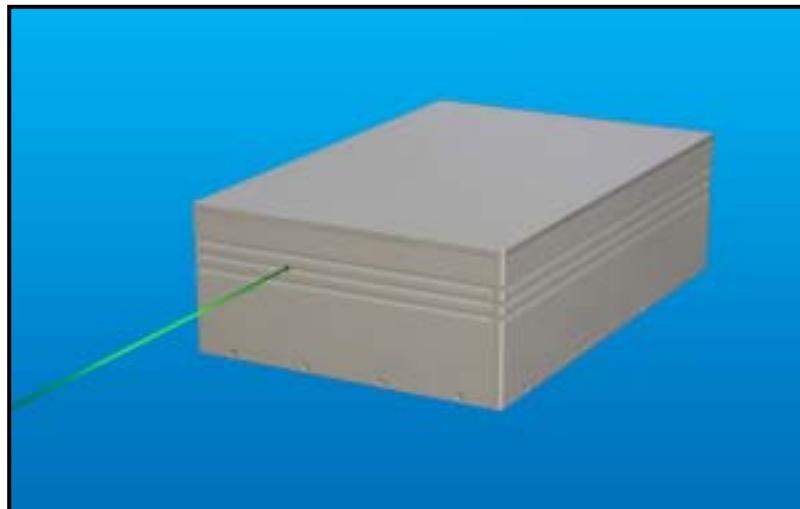
## 開発目標

- ・産業用高出力紫外線レーザー(出力10W)
- ・医療用マイクロチップ連続紫外線レーザー(数十mW)
- ・疑似位相整合型紫外光発生デバイス

を実現する高性能非線形光学結晶GdYCOBを開発する

# LD励起固体紫外レーザ

C Y Q - T 0 5 0 M W



## 概要

本レーザは、小型・空冷の高繰り返しパルス発振のLD励起固体紫外(355nm)レーザで、波長変換素子として、新開発された非線形光学結晶GdYCOBを採用することにより、すぐれたビーム品質、安定した出力を実現しました。また、容易なメンテナンスと簡便な取り扱いにより、微細加工や計測など、さまざまな用途に適した国産の固体紫外レーザです。

## 仕様

| 項目        | 仕様                |
|-----------|-------------------|
| 発振波長      | 355nm             |
| 平均出力      | 50mW (@60 kHz)    |
| パルス幅      | 20ns (@20 kHz)    |
| 最大繰り返し周波数 | 60kHz             |
| 横モード      | TEM <sub>00</sub> |
| ビーム径      | < 1mm (@1m)       |
| ビーム拡がり角   | <2mrad            |
| 偏光        | 直線偏光 (100:1)      |

### 【3】蛍光X線ホログラフィー装置の開発及び電子材料への応用

#### 1. 課題の目標

放射光実験施設のものと遜色ないデータの得られる「ラボラトリーアルミネシスホログラフィー装置」の設計・製作を行い、AI程度の軽元素の可視化が行えるよう、装置を高度化する。応用として、ドーパント試料の環境構造（局所格子歪み）主に有機自己組織化膜を対象試料とした薄膜試料の構造解析の解明を行う。

#### 2. 研究代表者

東北大大学 金属材料研究所 助教授 林 好一

#### 3. 助成期間

平成12年度～平成14年度（平成16年度まで助成期間を延長）

#### 4. 助成金額（実績） (単位：円)

| 年 度 | H12        | H13       | H14       | 合 計        |
|-----|------------|-----------|-----------|------------|
| 金 額 | 22,688,000 | 4,446,000 | 2,730,000 | 29,864,000 |

（注）間接経費を含む。

#### 5. 実施体制

研究分担者なし

#### 6. 連携企業

理学電機工業株式会社

東芝リサーチ・コンサルティング株式会社（平成15年度から）

#### 7. 課題の成果

蛍光X線のホログラムを用いた構造解析装置を開発した。同装置は通常のX線回折装置では不可能な半導体中の極微量のドーパント原子の周辺の構造を解明できるので、半導体分野の研究に有効である。

**【中間評価】**進捗状況の項目では、装置・ソフトなどを自作し、研究を精力的に行っており、着実に成果がでていると評価された。目標の達成見込みでは、ラボ用機器として展開することの難しさとともに、開発目標・計画を明確にすることを求められた。また、産業実用化へ向けて企業とのより強化な連携を指摘され、基本特許の獲得についてアドバイスがあった。総合評価としては、今後の成果が大いに期待できるとして優れているとの評価があった。

**【受賞】**日本放射光学会奨励賞（2002年）

本多記念研究奨励賞（2002年）

**【外部への波及】**科学新聞に掲載

#### 8. 今後2年間の研究目標と計画

**【目標】**試料損傷低減とホログラム信号增幅（試料冷却機構の検討）による酸素および炭素程度の軽元素の可視化を行う。また、X線共鳴散乱を用い、原子像における元素識別が可能で、かつ通常のホログラフィー法で問題となる共役像を完全に除去できる複素X線ホログラフィー法の開発を行う。

**【計画】**1年目には軽元素の可視化及びX線ルミネッセンスホログラフィー法の検討を、2年目に複素X線ホログラフィー法の検討を行う。

**【助成金額】**H15の交付決定額は18,200千円、H16の計画額は19,500千円。

# 蛍光X線ホログラフィー装置の開発及び電子材料への応用

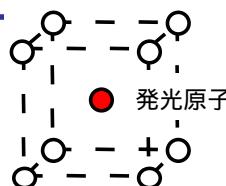
## 要求：電子機能材料

太陽電池、発光材料、センサ、超伝導材料等  
電気的性質はドーパントの周りの局所構造、界面構造  
によって決定される場合が多い。

原子レベルで局所構造、界面構造を決定できる評価法の必要性

## 蛍光X線ホログラフィー

蛍光X線を発する原子(発光原子)の  
周りの三次元原子像が得られる。  
主に放射光実験施設で測定を行っ  
ている。

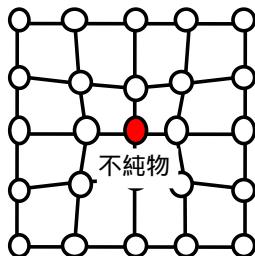


## ラボ用蛍光X線ホログラフィー装置の開発

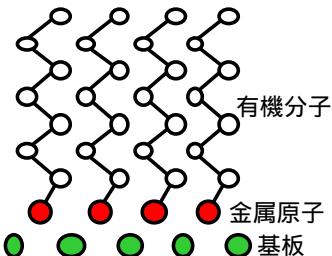
ハードウェア： グラファイト分光結晶を用いて、入射X線・試料からの蛍光X線を集光し、迅速な測定で高精度なデータの収集できる装置を目指す。

ソフトウェア： 測定されたホログラムから瞬時に原子像を再生するプログラムの作成。原子間距離等の定量的なデータも出力できるものを目指す。

## 電子機能材料への応用



Siウエハー中の不純物  
の環境状態の解明  
(半導体分野)



有機金属錯体分子-基板界面  
における3次元立体配置の決定  
(分子エレクトロニクス分野)

上記のような試料に対する蛍光X線ホログラフィーの有用性を示す。

本申請書の研究計画

材料開発分野に対するフィードバック

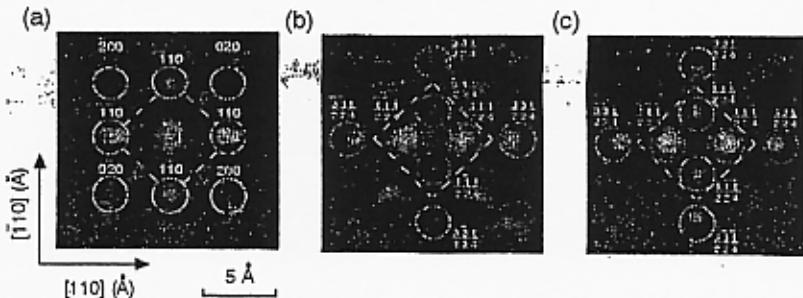
## 蛍光X線ホログラフィー装置市販化の検討

ホログラムを多重記録  
局所格子歪の定量も可能に

◇ 植光・横木ログアフィー  
法の開発とその微量元素不純物系  
への応用（林好一・東北大学  
金属材料研究所）



林 好一氏



### ガリウムヒ素中の亜鉛の周りの原子像

したが、一級鉄でホロウカムを多量に加熱すると原子配置を保つことはなく、原子像の分解がおこる。これが、 $\text{O}_2$ と $\text{H}_2$ の組合せによって、 $\text{OH}_2$ の形で水素化され、 $\text{O}_2$ が脱離する。これが、 $\text{O}_2$ と $\text{H}_2$ の組合せによって、 $\text{OH}_2$ の形で水素化され、 $\text{O}_2$ が脱離する。

実験報告がなされた。本邦の特徴は、原子について記述されたX線の強度と位相の者を記載する点である。

このため、蛍光X線を用いる原子の周りの三次元原図を一義的に決定できる。

かしながら、蛍光X線方式による回折像は複雑で、測定を行っては高度な技術を要する。我

定に付随する物理的的性質を測定する。電光X線ホログラフィによって物質中の特定元素をのべさせ、発生される電光X線の干渉をもじみせば標準波を用意して新しく標識解析法である。

卷之三

電離度を心いに装置の改善を行つて、トータルの精度を向上させ、更に原子炉をマスターングできました。これが成功した時の結果、西光X線示ロケトリー法 大半の鉛原子子が丸っこいのに、丸くないものが現れるのです。

科学新聞