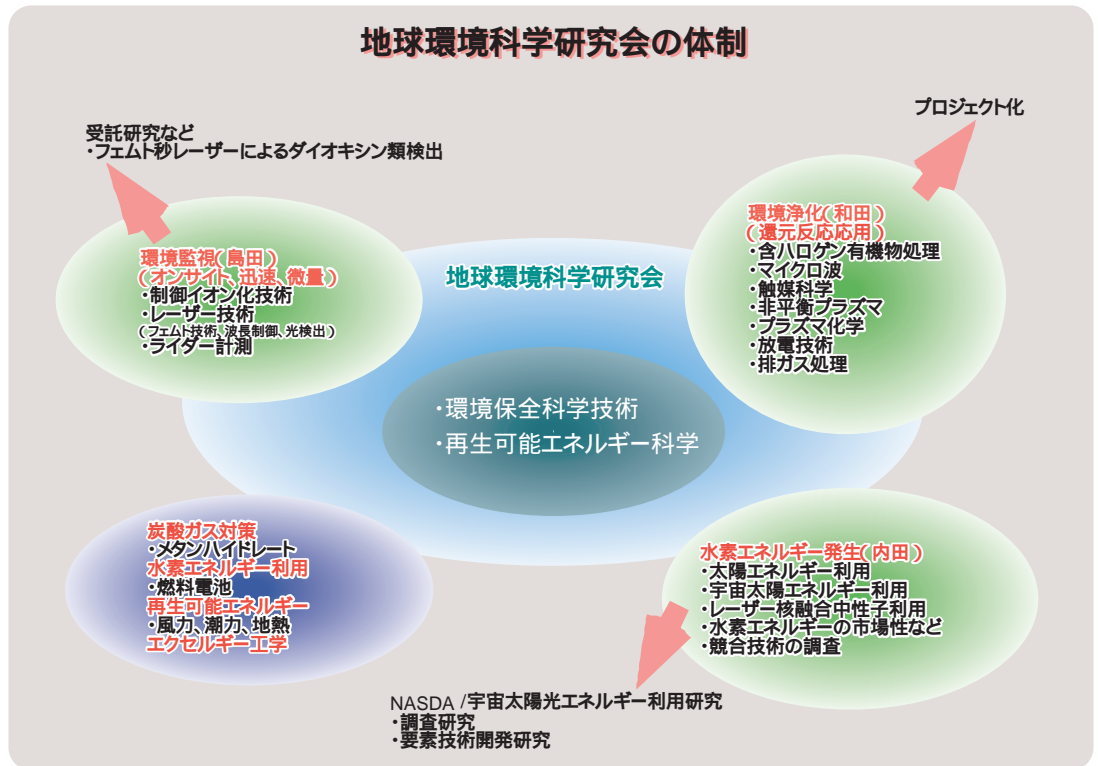


CONTENTS

- 「地球環境科学研究会」について
- 環境関連を軸に包括的・長期的な視点からの取り組み
- スーパーキャピティガンマ線核変換
- 『光と蔭』発明の対価200億円！



「地球環境科学研究会」について

環境関連を軸に

包括的・長期的な視点からの取り組み

環境関連テーマを軸にする地球環境科学研究会とは
 当研究所では設立以来、関西電力(株)、RITEおよびNEDO
 などからの受託研究および自主研究を通じて環境監視、有害物
 質除去、水素などの再生可能エネルギー技術に取り組んできた。
 この間、大阪大学を中心とした物理、化学、地球科学など

レーザービーム伝送研究チーム 内田成明

幅広い分野の研究者の協力を得て山中所長の指導のもと「地球
 環境科学研究会(かつては環境保全委員会とかCO₂委員会とも
 称した)」を開催している。研究会は筆者と大阪市大 中島信昭
 教授と大阪大学 和田雄二助教授が幹事をつとめている。研究
 会では次の三つの環境関連テーマを軸に調査を行っている。

次ページへつづく▶



「地球環境科学研究会」について 環境関連を軸に包括的・長期的な視点からの取り組み

(1)環境浄化、(2)環境監視、(3)水素エネルギー、である。以下、本研究会に関連して行われた地球環境科学研究会の研究状況を紹介する。

環境浄化技術では有害物質の処理技術を研究

環境浄化技術では主にダイオキシンやPCBなど酸化力が強く生体への影響が高い含ハロゲン有機物を対象とし、マイクロ波により活性化した触媒や放電により発生した非平衡プラズマなどを利用した還元作用を用いた有害物質の処理技術の研究を行っている。従来の技術は燃焼など酸化反応を用いたものが主流であるが、処理対象である含ハロゲン有機物が高度に酸化された状態であり、酸化反応で分解を試みるのは反応が不完全となり有害な副生成物が生じる恐れがある。一方、還元反応を用いた脱ハロゲン化などにより無害化する手法は反応が自然で有害な副生成物も生じないと考えられる。また、エネルギー効率を高めるため局所的な加熱や非平衡状態を利用することが可能なこともこれらの手法の特長である。非平衡プラズマを用いる手法はNEDOの支援によりディーゼルエンジン排ガス中のNOxを除去する技術に応用された(レーザークロス175号)。

環境監視技術はレーザーを用いた検出技術の研究

環境監視技術では微量のダイオキシン類を迅速に測定する手法として有望なレーザーを用いた検出技術の研究を中心に調査研究を進めている(応用物理2004年2月号、レーザークロス167号)。この研究は中島教授との連携の下、プロジェクト研究として進められており、基本的な対象物質の検出特性を取得し実用化に向けた研究が開始できる段階になっている。もう一つはレーザーを用いた環境計測技術であるフェムトレーザーから発生する白色レーザーを用いたライダーの研究が進められてきた(レーザークロス164号)。この技術は広帯域のコヒーレント光を一台のレーザー装置で発生でき、レーザーの高輝度性と指向性も利用して様々な大気観測が可能である。野外の実験では大気中のエアロゾル分布の時間変化を観測することに成功した。

地上に不偏的に注ぐ太陽光を研究する水素関連技術

水素関連技術に関しては世界各国で貯蔵と利用技術に関する研究開発が進められており、燃料電池を搭載した自動車やバッテリーの試用が始まりつつある。一方、供給技術に関しては現在のところ需要黎明期であり、コストの観点から化石燃料(炭化水素)の改質による供給が主な方法である。しかし、水素エネルギーは再生可能エネルギーの媒体としてとらえられるべきであり、太陽光を一次エネルギーとする大量の水素発生技術が確立される必要がある。このような水素発生技術としてWE-

NET計画ではカナダに豊富に存在する水力電源を用いて電気分解を行い、日本に輸送するという構想が検討された。しかし輸送コストとエネルギー源を外国に依存するという問題点が指摘されている。資源小国の日本としては外国に依存しないエネルギー源の確保が国の安全保障に重要であり、水素社会の基盤は地上に不偏的に注ぐ太陽光であるべきである。水素エネルギー社会構築のためには燃料電池をはじめとして貯蔵法や供給など利用インフラの整備も重要であるが、太陽エネルギーを源とした発生技術の構築が不可欠との認識で研究を進めている。

太陽エネルギーをレーザービームで伝送

太陽エネルギーの利用は昼夜晴雨の区別がなく無限に近い広い空間を利用できる宇宙を舞台とするのが有望である。当研究所は関西電力(株)や宇宙航空研究開発機構などと協力して宇宙太陽光利用技術の構築を目指したレーザー技術の調査研究を行っている(レーザークロス183、184号)。宇宙で集めたエネルギーは地上にレーザービームの形で伝送する。レーザーエネルギーを水素に変換することによりエネルギーに貯蔵性や可搬性を付加できる。これに関連して光エネルギーによる水素製造技術の詳細を本研究会でも調査研究を行っている。これまでに熊本大学の市村氏と元北海道大学の佐藤氏に講演をお願いし、熱化学法や酸化チタン光触媒による水分解時の線効果、白金複合型微粒子触媒および電界質皮膜による水蒸気の分解促進効果などについて調査を行った。さらに酸化チタン光触媒は紫外光領域の比較的光子エネルギーの高い領域で活性となるが、紫外光子エネルギーは水の酸化還元電位差よりも大きいため、可視領域の光で機能する手法の研究も行われている。半導体のバンド構造を変化させる不純物(窒素など)のドーピングや光吸収を二段階で行い水の還元に必要な電子のポテンシャルを高める二段階光触媒などはその例である。

包括的・長期的な視点からの取り組み

地球環境問題は「環境保全問題」、「エネルギー問題」、「資源問題」のように現象ごとに分類されて議論されることが多いが、これらは包括的・長期的な視点から見据えられて取り組まなければならない。

このような視点を確保するには学問分野を超えた研究者の協力が必要で本研究会名称に「科学」という文字を入れたのもそういう狙いを込めたものである。

とはいえ、研究会はその方向を模索しながら歩みだしたところである。本研究会の主旨に賛同いただける方々からのご鞭撻をお願いしたい。

スーパーキャビティガンマ線核変換

プロセス研究チーム 今崎一夫、李大治

進む核変換研究

原子炉において超長寿命の放射性核廃棄物が生成され、これらは地層処分時の環境負荷因子となる。これらを分離し核変換することは原子力にとって基本的なことであり長年いろいろの研究や努力が積み重ねられてきた。現在陽子スプレーション高速中性子や専用原子炉による核変換研究が進んでいる。

集中的、有効に核変換を起こす

今までも数回報告しているが、われわれはスーパーキャビティガンマ線による核変換を提案し研究を進めている。いわゆるコンプトン散乱断面積は極めて小さいが、スーパーキャビティ光蓄積技術(1,000~10,000回)を用いると、蓄積量だけ相互作用が強められる。このガンマ線は準単色で小立体角に集

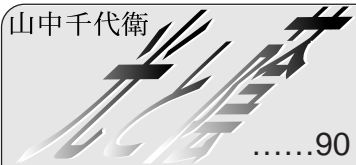
中して(0.001rad)発生できる。このため少量の対象物にも適用が可能で、集中的に、有効に核変換を起こすことが可能である。

核巨大共鳴を利用した核変換反応との結合性

このガンマ線スペクトルは高エネルギー部分に集中性がよく、そのため核巨大共鳴を利用した核変換反応との結合性が高い。また本方式は核変換に付随して発生する中性子を用いて、未臨界核分裂ブランケットを核変換ターゲット周辺に装着し、エネルギーバランスをとることも可能である。これは高効率ガンマ線発生によるものであり、本方式は以前行われていた制御放射ガンマ線核変換方式とは異なるものである。

原子力や核融合分野への応用が可能

山中千代衛



発明の対価200億円!

科学技術の研究者も自らの能力を発揮すれば、ベンチャー企業の創業者やスポーツのスター選手と同様に大きな収入が手に入る時代が来つつある。

東京地裁は1月30日青色発光ダイオードの発明者中村修二氏へ発明の対価として200億円を支払うよう日亜化学工業に命じる判決を下した。

現在カリフォルニア大学サンタバーバラ校の教授をしている中村さんは1954年生まれ、1979年徳島大学工学部電子工学科修士課程を終え、当時中小メーカーだった阿南の日亜化学工業に就職した。乏しい研究環境で、大学院時代習得した装置手作りの経験を生かし、LEDチップの研究開発をすすめたという。全く独自の構想のもと1993年ちっ化ガリウムの結晶膜成長に成功し青色LEDを商品化した。その陰にはきびしい苦闘時代があったようだ。1995年には青色レーザーダイオードを完成させた。わがレーザー学会は夙に彼の業績を評価し、1997年「室温CW青紫色InGaN系レーザーダイオード」の発明に対しいち早くレーザー研究業績賞進歩賞を贈呈している。この頃から中村さんの評価は急激に高まり、2000年には米国に招へいされることになった。青色LEDは商品として抜群の威力を発揮し、特許期間満了の2010年までには売上高1兆2,086億円に達すると推定されている。30日の判決では日亜の独占利益は1,208億円と算出し、その50% 604億円が中村さんの貢献度にあたと認定した。彼の要求額200億円は満額認められたというわけである。

日亜化学は不当な判決だと控訴しているが、世間にはスターを否定する古い風土がある。誠にこの判決は画期的なもので、判決が告げられた瞬間満席の法廷が一瞬凍りついたという。

今までは従業員は会社に隷属するという風習があり、研究成果に対するインセンティブが低かった。これを契機に、独創的な発明や新技術が企業にとって決定的に大切であることに思いを致したい。会社に大きな貢献をもたらした研究者、技術者に相当の対価を与えることはわが国経済の活性化に何よりも大切である。時代はまさに変曲点に到達したのだ。裁判官も時代の空気に敏感に反応したのだろう。

因みに筆者は「反射光防止装置付レーザー増幅器」の国有特許で国から3,000円をもらったことがある。商品化のない特許とはこんなものだ。

「青色LEDの発明は百年に一度のものだ」と中村さんが言ってるそうだ。わが国もすぐれた研究者・技術者を優遇し時代を変革させなければならない。中国がすぐそこまで迫っている。 【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

本方式は高速中性子核変換と相補的であり、かつこの高輝度準単色ガンマ線 (10^{23} /photon/sec/0.1%bw/rad²: 専用装置における予測値)は原子力分野や核融合分野への広範な応用が可能で、研究の目的はこの線源開発のためのレーザー増力、偏光化、およびその結果、発生する偏極ガンマ線による核変換率と中性子発生プロセスの確定である。

量子電気力学上では大きな効果が期待される

現在までに非偏極準単色レーザーコンプトンガンマ線 (10~20MeV)による核変換や反応率等はわれわれの実験により同定され、予測と一致する結果を得た。また偏極ガンマ線発生を達成しており、これを用いて核変換率の同定と偏極度-偏向角による核反応プロセス、対生成プロセス制御に対する効果を確定し、非偏極ガンマ線実験結果と比較検討する。先行した理論的考察によれば量子電気力学上では大きな効果が期待される。これらプロセスの確定は核反応中性子の発生量とその非等方性、陽電子-電子発生角度とエネルギーを精密計測することにより得られる。このガンマ線照射において既に特異な現象が得られておりこれは解析中である。

偏極ガンマ線により新しい核分光科学の探求が可能

相対論的效果により、このガンマ線は前方mradの立体角に集中発生できるので、今までにない強力高密度線源が可能である。当然本方式の強力ガンマ線源の確立は実用レベルにおける核変換研究に対して資するところが大きい。データベースとして確立している核巨大共鳴研究では陽電子-電子消滅による平面波-非偏極ガンマ線を用いてきた。偏極ガンマ線により新しい核分光科学の探求が可能である。

比較的小型で安価に必要な核変換量を得る

また偏極ガンマ線は新しい量子電気力学的な現象も期待でき、原子力科学を基盤とした未踏領域での広範な学術的発展が期待できる。本方式は電子加速器を用いるので装置は比較的小型で安価に必要な核変換量を得ることができる可能性がある。また現状に近い技術で達成が可能である。このようなガンマ線発生-核変換方式はわれわれ独自のものであり世界的にこの動向および発展が注目されている。

10時間を超える連続蓄積を達成

今までにスーパーキャビティー光蓄積実験を行い蓄積率

5000~7000を得ている。この蓄積率はリングダウン法で計測された。スーパーキャビティー内で、蓄積光によるコンプトン散乱を実際に誘起した。この結果からも蓄積率が求まりリングダウン方式の計測結果と一致する結果を得た。この時蓄積安定化熱フィードバック方式により10時間を超える連続蓄積を達成している。

核巨大共鳴-核変換-実験

これに加えて、電子蓄積リング(姫路工業大学ニュースバル: 1GeV,200mA)においてレーザーコンプトン散乱ガンマ線(17MeV)を発生し、核巨大共鳴-核変換-実験を行った。実験では入射ガンマ線光子数の絶対量と197金(安定、同位体比100%)の核変換反応による196金の196白金への崩壊過程ガンマ線量を計測し反応率-率を求めた。下記にこの過程を示す。

【図1】

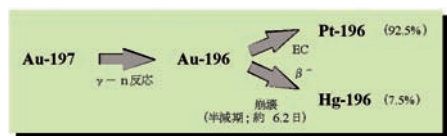
この実験配置を下記に示す。BL1と呼ばれる下部側のビームラインを用いた。レーザーはトンネル外部より打ち込み、この中央部で電子と衝突しガンマ線を発生する。このガンマ線は18m程度離れた金ターゲットを照射する。【図2】

このガンマ線は発生点から18m離れた地点で1cm程度の径であった。将来的にはレーザー蓄積率-強度の増強および収束性の向上により 10^{12} /s・cm²の光子密度を得ることが本装置級において可能で、専用装置を構築すれば 10^{16} /sの中性子発生の可能性を示唆している。この条件-1GeV、200mA、蓄積率 10^6 、10kW CWレーザー出力は現状技術の近傍である。(多重蓄積、加速器許容度の拡大が課題)

対生成を制御し核変換率の増大が可能

入射レーザー光を偏極することにより発生ガンマ線を偏極することが可能で、偏極ガンマ線発生実験を行った。計算結果(上)と実験結果(下)を図3に示す。計算は電子ビーム発散角=0の結果で、実際には電子ビーム発散角が 10^{-7} radあり、それに対応して瓢箪形の類似パターンが得られている。この偏極ガンマ線を用いることにより理論的には対生成を制御することが可能である。これは核変換率の増大を意味し、今後の重要研究テーマである。【図3】

(この実験は姫路工業大学のニュースバルグループの協力により行われた。彼らの協力に深く感謝します)



左から

【図1】金ターゲット核反応過程

【図2】ニュースバル電子蓄積リングおよび実験配置

【図3】偏極ガンマ線の発生予測パターン(上)およびその実験値(下)

