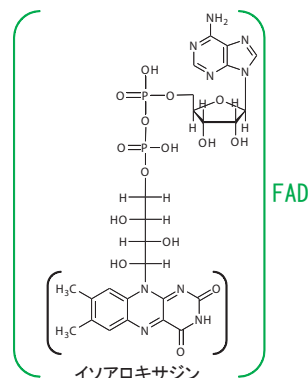
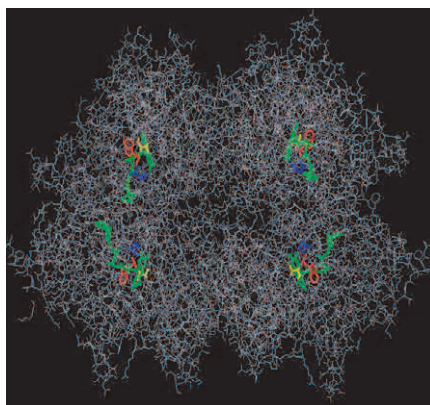


CONTENTS

- ピラノース酸化酵素の超高速光反応ダイナミクス
- ガラス蛍光体による白色LED光源の開発
- 慣性核融合とその応用国際会議報告
International Conference on Inertial Fusion Sciences and Applications (IFSA)
- 【光と藤】立ち竦む日本
- 主な学会等報告予定

【表紙図】ピラノース酸化酵素
(Pyranose 2-oxidase)の結晶構造
(PDBdata:1TT0)とFADの分子図
緑：FAD(フラビンアデニンジヌクレオチド)、黄：スレオニン(Thr169)、
赤：トリプトファン(Trp168)、青：ヒスチジン(His167)



ピラノース酸化酵素の超高速光反応ダイナミクス

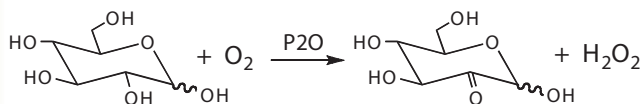
レーザーバイオ科学研究チーム コスロービアンハイク、谷口誠治、又賀昇

■はじめに

我々の研究チームでは、光に対して顕著な応答を示す蛋白質、および種々の光反応性分子群について、主としてフェムト秒レーザーを用いた分光計測法による高機能の光機能性分子の開発に向けた研究を行ってきた(Laser Cross No236 No.259等)。今回、腐朽菌*trametes multicolor*由来のピラノース酸化酵素の光初期反応について検討を行い、興味深い挙動が見られたので報告する。

■ピラノース酸化酵素(P2O)

ピラノース酸化酵素(Pyranose 2-oxidase,P2O)は、5つの炭素と1つの酸素により構成される6員環を基本的な構造とする炭水化物(ピラノース)を分解し、2-ケト-アルドースと過酸化水素を生成する働きを持つ(図1)。過酸化水素は腐朽菌が植物中のリグニン(木質素)を分解するため利用され、P2Oは過酸化水素を供給する役割を果たすと考えられている。また、P2OはピラノースのC2位を選択的に酸化することから、低カロリーの甘味料であるD-タガトース等、有用な物質合成への応用が期待されている。P2Oの結晶構造は4つの同じユニットが集合したものであり、各々にFAD(フラビンアデニンジヌクレオチド)を有する(表紙図参

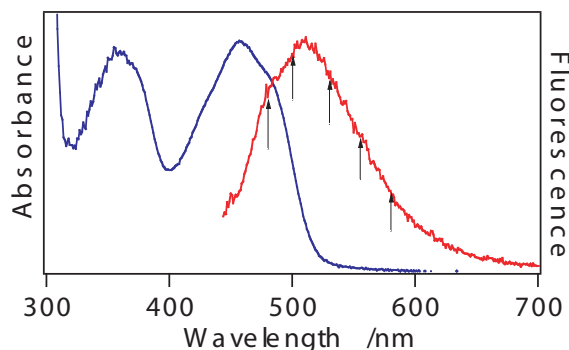


【図1】P2Oによるピラノース分解反応

照)。P2Oの反応は本来暗条件で進行するが、青色の光(400nm付近)を吸収するため、光反応性を示す可能性がある。可視領域でのP2Oの吸収および蛍光スペクトル(図2)は、共にFADの構成要素であるイソアロキサジンに由来するものであり、光励起時にはISOの電子励起状態からの反応が起これと考えられる。

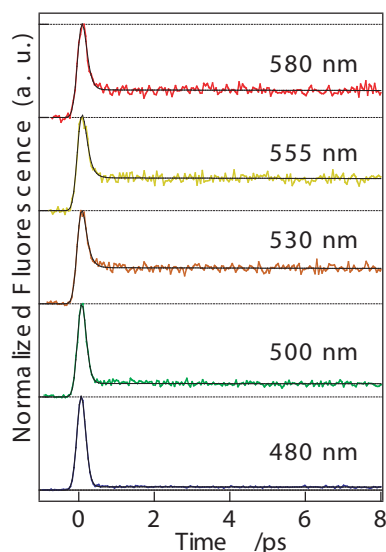
■P2Oのフェムト秒蛍光ダイナミクス

P2Oの光初期過程について、フェムト秒パルスレーザーを用いた時間分解蛍光計測により検討した。励起波長は410nmで、各蛍光波長でのフェムト~ピコ秒領域での蛍光強度の時間変化を観測した結果を図3に示す。いずれの波長においても励起直後の急速な蛍光減衰成分(寿命約100フェムト秒)と、寿命300ピコ秒以上の長寿命減衰成分が観測される。イソアロキサジンの周囲には電子供与性の高いアミノ酸(トリプトファン、



【図2】P2Oの吸収(青線)および蛍光スペクトル(赤線)

次ページへつづく▶



【図3】P2Oのフェムト秒蛍光ダイナミクス

Trp168)が存在することから、急速な蛍光減衰はイソアロキサジンとトリプトファン間の電子移動反応に起因するものと考えられる。ISOとTrp168は近接しており(分子間距離5.5nm)、このような超高速反応は十分に起こりうる。しかし一方、超高速電子移動のみが起こる場合には光反応は励起直後に終息し、長寿命の減衰成分は見られないはずである。

P2Oがこのような複雑な挙動を示す要因は現在明確ではないが、可能性の1つとして溶液中における蛋白質の構造的な平衡状態

の形成が挙げられる。つまり、溶液中ではアミノ酸の揺らぎの自由度が大きくなることでエネルギー的に安定な複数の構造が存在し、イソアロキサジンとTrp168の分子間距離が5.5nmより大きな構造を持つ場合に電子移動速度は小さくなるため、長寿命の蛍光減衰を示すようになる。また、前述したようにP2Oは4つの同じユニットが集合した構造を持つため、つのユニット間の相互作用が蛋白質構造の変化に影響を与えている可能性も考えられる。

■まとめ

本研究では、フェムト秒蛍光ダイナミクスの観測により、ピラノース酸化酵素の光反応性について調べた。その結果、超高速電子移動過程の存在、および溶液中における複数の蛋白構造種の存在が示唆された。今後、結晶状態での分光計測やミュレーションによる光反応性の変化、ピラノース分解時のP2Oの蛍光ダイナミクスの観測等を行い、P2Oの反応メカニズムの詳細を明らかにしていく予定である。本稿における研究は、Chaiken Pimchai教授(Mahidol大)、田中文字客員教授(Maharakham大)、らの研究グループから試料の提供を受け行われているものである。ご協力に感謝します。

ガラス蛍光体による白色LED光源の開発

レーザー技術開発室 本越伸二

レーザーバイオ研究チーム コスロビアン ハイク



【写真】青色LED照射時のガラス蛍光体の発光の様子

省エネ、エコロジーと叫ばれる中、あらゆる製品の高効率化が要求されている。照明機器もまたその中の1つである。国では、「Cool-Earth-エネルギー革新技術計画」の中で、次世代高効率照明において、現在80~100 lm/Wの蛍光等になり、発光ダイオード(LED)を軸とした高効率・長寿命の白色照明技術の開発を推進している。LEDそのものは単色光源であるために、高演色性、高効率化に対して、多くの照明メーカーが開発を進めている。

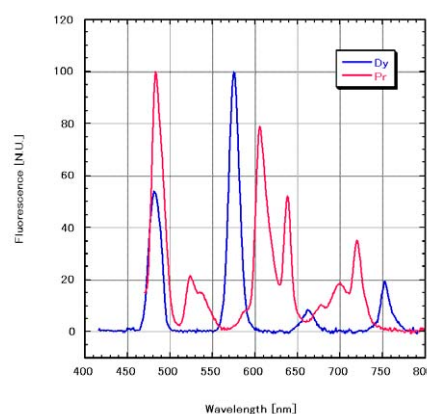
レーザー総研では、平成21年度新エネルギー開発機構(NEDO)の「省エネルギー革新技術開発事業」事前研究として、ガラス蛍光体を用いた白色LED光源の開発を進めており、本稿ではその現状を紹介する。

●ガラス蛍光体の利点

現在製品として販売されている白色LED光源は、Ce:YAG等の微結晶粉末に青色LEDを照射することにより、広い可視蛍光を得ている。微結晶蛍光材料は、青

色に対する吸収係数が大きく、僅かな光でも強い蛍光が得られるため、単体の青色LEDと同サイズ素子として納めることが可能である。しかし、微結晶材料の蛍光スペクトルは、添加元素、結晶場により決まるため、自然白色光に比べると、狭い波長域における白色となる。そのため、Ce:YAG結晶中の一部を他の原子に置換することにより、結晶場を変え、スペクトル範囲を広げる試みもされている。

一方、ガラス蛍光体材料は、青色に対する吸収係数、蛍光強度ともに、結晶に比べると弱い。しかし、ガラス組成、添加元素の選択の自由度は大きく、白色スペクトル範囲を容易に広げることができる。【図1】ガラス蛍光体の蛍光スペクトル



また粉体に限らず、板状、ファイバ状など任意の形状に加工できることから、構造を工夫することにより弱い蛍光強度を補うことも期待できる。

平成21年度は、既存のフッ化物蛍光ガラス材料(住田光学ガラス製)を用いて、白色化への可能性を検討している。表紙写真は、使用したフッ化物ガラス材料の下部より青色LEDを照射したときの様子である。

● ガラス蛍光体の特性

ガラス蛍光体には、添加イオンの異なった2種類のフッ化物ガラスを用意した。1つはジスプロシウム(Dy)、もう1つはプラセオジウム(Pr)である。それぞれの添加濃度は、既存データを元に15,000ppmと2,000ppmとした。どちらの材料も、440~480nmに強

い吸収帯を持ち、この波長の青色LEDで照射することにより、図1に示すように可視域に断続的な蛍光を発光する。これらの添加量、混入量を調整することにより、白色化へ近づくことが期待できる。しかし、自然白色光のスペクトルにするためには、個々の発光スペクトルの広帯域化や、組成、添加材料の最適化が必要となる。

● 蛍光ガラス粉体による比較試験

現在、上述のガラス蛍光体を1~100 μ mの粉体に加工し、透光性シリコン樹脂に混入することにより、効率、演色性などのデータを蓄積している。ガラス混入比、シリコン樹脂形状を変えることにより、ガラス蛍光体による白色光源への可能性を明らかにしていく。

REPORT

慣性核融合とその応用国際会議報告

International Conference on Inertial Fusion Sciences and Applications (IFSA)

レーザーエネルギー研究チーム 今崎一夫

上記の会議に出張したので報告します。会議の場所はアメリカのサンフランシスコで、日時は2009年9月6

~11日、参加者600人26カ国/6大陸に及ぶと主催者側からの発表があった。発表は口頭が100件、ポスター300

山中千代衛



立ち竦む日本

東西冷戦時代西側に属する日本は軽武装、産業立国の国是の下、官主導により勤勉な国民の努力精進の結果いち早く太平洋戦争敗北の苦境から脱出し、1980年代には世界に冠たる経済大国に成長した。“Japan as No.1”の時代である。鉄鋼、自動車、電機を中心に大規模な設備を調え、新技術を開発して世界を闊歩したものである。ところが世界のトップに立つと官はそれ以上のさらなる発展に備える知恵に欠け、残念なことにこの盛況は長く続かなかった。経済バブルの崩壊と共にわが国は不況の淵に沈んでしまった。

1989年ベルリンの壁が崩壊し、元共産圏の国にも自由の風が吹き込み、全世界が自由競争社会に変貌した。産業のグローバル化が進行し、国際的な大企業誘致のキャンペーンが吹き荒れ人件費の低い開発途上国への工場移転が本格化した。その結果国内産業の空洞化が生じたのだ。

長年政権を維持してきた自由民主党は小泉政権の下で今から思えば最後の一夜を咲かすべく規制を緩和し、自由競争を奨励することでわが国の競争力を高め、景気の上昇を推進しようとした。その結果しばらくは好況が保たれたが、米国を中心とするマネタリズムの影響をうけ、さらに長年にわたる政官業の癒着は社会の活力を次第に失わせ、戦後営々として築いて来たGDP世界第二の地位も今や中国に抜かれようとしている。

人心は自民党を離れ一挙に野党である民主党に望みを託さざるを得ない状況となった。人びとは新政権の下国民の望む国民に由来する国民に選ばれた政治を望んだのであった。ところが新政権2年目に当たり鳩山由紀夫首相、小沢一郎幹事長の二人に政治資金をめぐる不明朗な対応が露見するという不始末が出来た。それに加えて長年野党であった人達が政権についたため不慣れな対応を繰り返し、司令塔不在のまま年末には藤井裕久財務相が辞職するという仕儀である。そして展開しようとする施策は高負担、バラマキの大きな政府を指向する有様である。一点突破全面展開のアクセントのある政策が必要だ。

科学技術を推進し、技術立国により国力振興を計り、東洋の一面に聳えたつ新生日本を建設する意欲が全く感じられない。早い話がいわゆる業仕分けでは思い付きの政策論でスーパーコンピューター開発は世界2位でなぜいけないかというに至っては負け犬根性の現れ以外の何ものでもない。

政治が高く理想を掲げなければ人々が立ち竦んでしまうのは当然である。

【研究名誉所長】

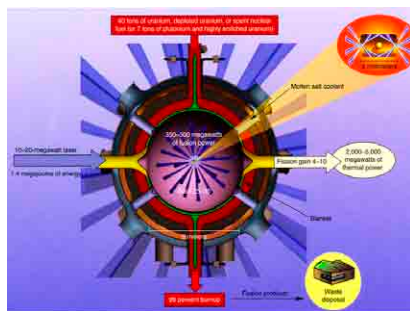
件に及んだ。

研究はオバマモードにシフトの様相を呈している。一時的にYUCCA MT は閉鎖、一方核融合には順風の様相である。まず各地域の総合報告が行われた。アジア代表として三間阪大名誉教授からNIFとITERの後が問題との提案があった。Dunne氏(UK)がヨーロッパを代表しHiPERの話を中心に発表した。かなりFI(高速点火)に乗っている。また各国を巻込んでヨーロッパ全体で支持を得ている。しかしアメリカに少し水をあけられている感があり、「Go NIF!」が本音のようである。本命のアメリカNIFはNuckolls氏が話をした。オバマシフト著しく商用炉の話が中心であった。リバモアの全体の話をもとめるとレーザー 1 MJ以下で300以上の利得を得ることである。

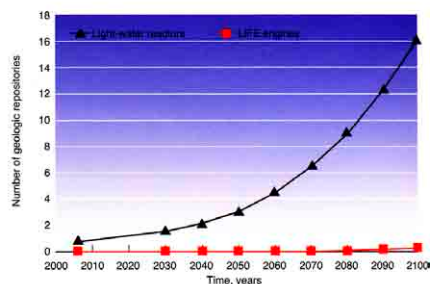
①経済の発展に対応したクリーンで安価で炭酸ガス排出のないエネルギー源

②2025年 商用炉の核融合エネルギー

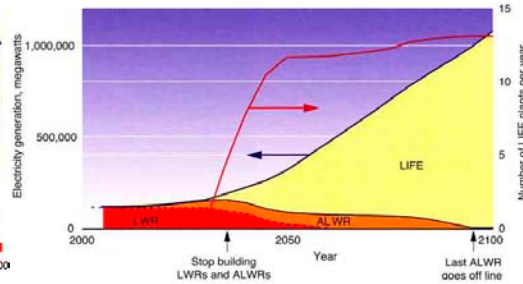
核融合研究を達成するにはイグニッション(IGN) / Driver / Fusion Engineering / Commercial Reactorが重要な項目である。中でもIGNは最重要課題で利得は300以上でこれはhybridで利得を稼ぐとのことである。これはリバモア全体でもこの方向で一貫して進む



【図1】E. Stormの商用炉



【図2】地層処分の減量／減数



【図3】2025年から核融合炉への置き換え

うとしていた。商用炉の可能性よりHeavy Ion Beam (HIB)核融合が復活しつつあるようであった。

またE. Storm氏(リバモア)によりLIFE: Laser Inertial Fusion Energyの話があり興味深かった。

これはnuclear wasteや劣化ウランなどの廃棄物をブランケットに用いた商用炉を設計しており核融合の新しい方向として位置づけている。

この炉を示す。(図1)

これにより地層処分の減量／減数を行い、ほとんどアメリカでは地層処分は行わないというのが主張であった。これを図2に示す。

このためには2025年から核分裂炉を核融合炉に置き換えることが必要である(図3参照)が、これが現実問題として可能かどうかは今後の研究展開にかかっている。

会議の間の木曜にはNIFの見学会がありリバモア研究所を訪問した。相変わらず警戒は厳重であった。またパルス圧縮は非常に重要視しておりこれを最後に特別表示していたのが印象的であった。

最後にアメリカの全体的な印象は、ブランド店に囲まれたユニオンスクエアを見て「質実剛健さ」が少し薄れた感があった。

主な学会等報告予定

3月17日(水)～19日(金) 電気学会 平成22年度全国大会(明治大学駿河台キャンパス)

島田 義則「レーザーによるコンクリート欠陥探傷実験」

3月17日(水)～20日(土) 応用物理学会 2010年春季講演会(東海大学湘南キャンパス)

古河 裕之「レーザーピーニングのシミュレーション(監)」

染川 智弘「コヒーレント白色光を用いた二酸化炭素の長行路差分吸収分光計測」

古瀬 裕章「低温冷却Yb:YAGジグザグアクティブミラーレーザー」

本越 伸二「異なる温度条件下における光学素子の損傷閾値(2)」

「Ce:YAGセラミックにおける励起状態吸収の温度依存性」

藤田 雅之「超短パルスレーザーを用いたCFRPのレーザー加工」

「フェムト秒レーザーによる共晶Al-Si合金への微細構造形成」

3月18日(木)～19日(金) 非破壊検査協会 安心・安全な社会を築く先進材料・非破壊計測技術シンポジウム(つくば・産業技術総合研究所)

島田 義則「レーザーリモートセンシング装置を用いたコンクリート欠陥検出」

「コンクリート部材の欠陥検出アルゴリズムの開発」

3月20日(土)～23日(火) 日本物理学会 第65回年次大会(岡山大学)

古河 裕之「レーザー核融合液体炉壁チェンバー内環境に関する考察(監)」(岡山大学)

3月26日(金)～29日(月) 日本化学会 第90回春季大会(近畿大学)

谷口 誠治「HPA水酸化酵素の光励起ダイナミクス」

ハイク・コスロービアン「ピラノース-2-オキシダーゼとそのミュータント(H167A, T169A)の超高速蛍光ダイナミクス(Ultrafast fluorescence dynamics of pyranose-2 oxidase (P2O) and its point mutants H167A and T169A)」