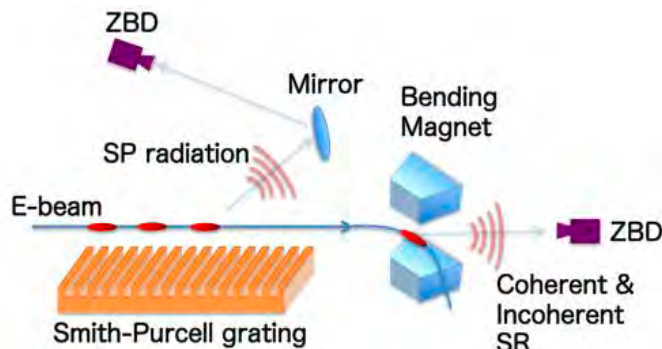


CONTENTS

- 小型線型加速器からの電子ビームによる
テラヘルツ放射実験研究
- Photonics West 2012報告
- JRトンネル探傷実験を視察
- 【光と藍】レーザー総研創立25周年
- 主な学会等報告予定

【表紙図】スミス・パーセル放射光とシンクロトロン放射光の観測システム



小型線型加速器からの電子ビームによる テラヘルツ放射実験研究

兵庫県立大学高度産業科学技術研究所 橋本智、陳彩華、天野壮、宮本修治

レーザーエネルギー研究チーム 李 大治

■はじめに

テラヘルツ波とは、周波数にして0.1THz～数10THzの電磁波のことを指し、マイクロ波・ミリ波と遠赤外光の中間に広がる幅広いスペクトル領域を占めている。テラヘルツ波は電波の透過性と光の直進性という両方の長を兼ね備えていること、生体物質や特定の化学物質がこの領域に吸収スペクトルを持つことから透過イメージングを含めた生体検査や診断、農作物検査、危険物探査などへの応用が可能である。我々は兵庫県立大学の小型加速器を用いて大強度テラヘルツ光源向けの基礎実験を行っている。

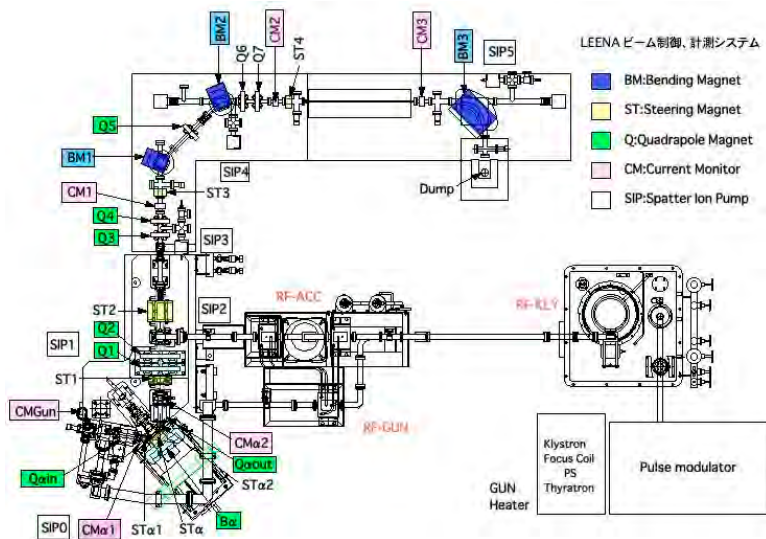
■加速器をアップグレード

兵庫県立大学ニュースバル放射光施設内にあるLEENA(Laser Emitted Electron Accelerator)加速器は、電子ビームエネルギー15MeVの小型電子線形加速器であり、RF電子銃、 α 電磁石、S-bandクライストロンおよび定在波加速管、偏向および四極電磁石、ビームダンプ、真空機器、制御システム等から構成される(図1)。しかし加速器の製作・設置からすでに15年以上が経過しておりシステムの旧式化・老朽化が著しく、性能や運用の面で様々な問題を抱えていた。そこで、本装置の性能を向上し最先端の研究開発、特にコンパクト加速器によるテラヘルツ光源の開発を目指し、平成23年度から加速器システムのアップグレードを実施している。平成23年度は真空および制御システムの改善を行った。真空ポンプの増強、ベアキング等により加速器全域で真空度を1～2桁向上させること

ができた。また、プログラマブルロジックコントローラ(PLC)とポテンショメータに基づいた旧式な機器制御系を、機器のネットワーク化およびPCとLabVIEWを使用した計算機制御へと改造を行った結果(図2)、従来に比べてビーム制御の再現性の向上や精密制御が可能になり、ビーム電流強度が向上した。

■スミス・パーセル放射を光源として利用

テラヘルツ光源としては、短バンチ電子ビームによる偏向電磁石からのコヒーレント放射光、スミス・パーセル放射等を検討している。現在、偏向電磁石BM3上



【図1】小型電子線形加速器の構成図

次ページへつづく▶

APRI, Laser Cross No.282, 2011年9月号参照)であるので、10倍速い繰り返し周波数を狙っている。すでに出力65J、出力安定度0.84%を達成しており、今後パルス圧縮テストを経て本年中頃の稼働をめざしている。

米Q-peak社からは低温冷却型Yb:YAGレーザー(1 mJ, 1 MHz, 10~50ps, 1 kW)MOPAシステムが、また米LLCとGeneral Atomics社からは40~100 J, <100 fs, 1 Hzをめざす端面励起型のthin disk Yb:YAGレーザーが報告された。前者はLBNLのFEL用Photoinjectorのためのレーザーであり、後者は将来的にkHzまでの高繰り返しを考えレーザー加速への応用をめざすとのことであった。後者の報告の中では、LLNLのHeat Capacity レーザーも端面励起のthin disk型に方向転換していると紹介した。

チェコの物理研からは、Hi-LASEプロジェクト用の低温冷却型Yb:YAG ディスクレーザー(100J, 10 Hz)の設計状況が3件報告された。最終増幅器は、LLNLのMercuryと同型で、60×60×8mmのdisk 8枚で構

成されている。このレーザーは、EUが計画中のレーザー核融合用HiPERレーザーのためのプロトタイプ増幅器としても位置づけられているようである。

■NIF

LASEのPlenary Sessionでは、レーザー核融合点火・燃焼をめざしている米国NIFの現状が紹介された。2010年8月以来、慎重にレーザー出力を上げながら実験を進めているとのことで、核融合分野でよく使われる $n\tau$ -T図(プラズマの密度・閉じ込め時間積と温度の関係を示すグラフ)を使って、出力1.4 MJまでの実験の進展が示された。今後半年の間に所定の1.8 MJまでレーザー出力を上げ、計画通り点火・燃焼に到達する予定とのことである。レーザー核融合動力炉開発をめざすLIFE計画にもふれ、NIF型の増幅器をLD励起に変えることによりレーザー効率18%、繰り返し16 Hzが期待でき、以前のAVLIS(レーザーウラン濃縮)計画での経験や実績から、レーザーの長期・連続運転は可能である、との見通しを示した。

山中千代衛



.....179

レーザー総研創立25周年

財団法人レーザー技術総合研究所は大阪大学レーザー核融合研究センターのLAP部門(Laser Application Section)を母体としている。昭和62年(1987)4月に大阪科学技術センターや関西電力の支援の下設立準備室が発足し、5月の発起人会を経て7月科学技術庁、文部省、通産省共管のレーザー研究財団として設立された。

当時筆者はたまたま電気学会の会長だったから電気関連の学界、産業界に知人も多く、また政府、官庁でもレーザー核融合研究を通じて多くの後援者があったので、比較的スムーズに設立が認可された。

研究目標は当初レーザー開発と同位体分離の学術的研究開発に重点がおかれ、4研究部の部長はすべて大阪大学レーザー核融合研究センターの教官が担当した。したがって大阪大学とは密接な協力関係が保たれ、学生の研究支援の場としても活用し、ポスドクの活躍の場でもあった。所長の構想として大学との人事交流を最も大切なポイントと考えていたのだった。

米国リバモア研のジョン エメットの目標とするウラン濃縮の活動へ備える体制も視野にあった。さらに通産省の企画する自由電子レーザー研究所へも配慮し、また科技厅の大出力・可変波長レーザー研究委員会をも推進した。

1990年代には大出力CO₂レーザーを用いたレーザー誘雷の研究を展開し、美浜の嶽山にレーザーサイトを開設し、レーザー誘雷に成功した。2000年代に入ってレーザー加工ではEUV光源開発、レジストレーザー剥離、フェムト秒加工による周期構造の研究をすすめ、白色ライダーによる大気観測、レーザー超音波による建造物欠陥の検出ではJR西日本と共同研究を展開している。その他レーザーバイオ研究、宇宙太陽光エネルギー利用レーザーや兵庫県立大学ニュースバルを用いた γ 線核変換の研究も実施している。さらにレーザー損傷の耐力向上の研究では耐力スタンダードの確立につとめている。

かくして四半世紀に及ぶ研究員の努力はレーザーの開発とその応用の場で優れた評価を得てきた。今年は開設25周年を迎え、記念行事を計画中である。

研究者の集いたる学会としてはレーザー専門の学会を目指し昭和48年(1973)レーザー懇談会が発足し、4年後社団法人レーザー学会となり順調に発展した。来年創立40周年を迎える。初代の会長として誠に感慨深いものがある。レーザー産業の一環としてベンチャーが必要となり、平成13年(2001)12月にオプトエレクトロニクスラボラトリを設立し、レーザー技術の調査、コンサルティング、光関連機器の設計、製作、販売を目標に活動を開始した。目下DLCのレーザー膜厚計を完成、特許を申請し製造販売をすすめている所である。研究者集団のベンチャー開発は誠に勝手が違うもので、これこそアメリカとわが日本とのgapの現れたと日々実感させられている。まさに解決すべきむずかしい今日の課題である。

そもそも日本人は淡泊なようだ。

【研究名誉所長】

JRトンネル探傷実験を視察



【写真1】計測システム概観 (レーザー計測装置と制御室)



【写真2】トンネル壁面へのレーザー照射時の様子

レーザー計測研究チーム(島田義則主任研究員、オレグコチャエフ研究員、渡邊英世研究員)では、JR西日本からの委託によりレーザーリモートセンシングによるトンネル探傷の研究(レーザークロス273号参照)を進めており、現在、実用化研究の一環として実際の鉄道トンネルでのフィールド実験を行う段階にあります。筆者らは昨年末、JR西日本の新幹線トンネル内で行われた探傷実験を見学する機会を得ました。本稿ではその模様について報告致します。

レーザーリモートセンシングとは、インパクト用のレーザーをコンクリート壁面に照射して衝撃を与え、生じる振動を計測用のグリーンレーザーで測定し、その波形のパターンにより壁面内部の欠陥を検出する手法です。この手法を使えば高所での作業を必要とせず、遠隔診断ができるようになります。今回は、あらかじめ打音検査を実施した場所をトンネル内に持ち込んだレーザー計測装置で測定し、その探傷能力、精度を検証することが目的です。実際に使用されているトンネルですので、実験は終電から始発までの深夜作業となり、準備、

事務局 高山大輔

撤収時間を考慮すれば2～3時間で実験を行う必要があります。またトンネル内に立入るには厳格な安全基準があり、事前に約2時間の安全講習を受講し、その後の確認試験に合格しなければなりません。

確認試験に無事合格し、午後10時から作業打ち合わせが始まりました。集合した関係者は約20人と大所帯です。綿密な打ち合わせの後、トンネルに入ったのは深夜0時。翌朝からこの中を時速300kmで新幹線が走ることを考えれば緊張感があります。当日は寒波で外気温は0℃近くでしたがトンネル内は以外に暖かく、気温は20℃程度でした。入り口から1kmほど内部に入ったところが今回の計測予定地点です。計測装置は貨車に搭載され線路上を走行します(写真1)が、人員は徒歩で移動です。計測地点に到着し、いよいよ実験開始です。レーザー計測装置からコンクリート天井壁面まで約5m、グリーンの検出用レーザーに沿って、インパクト用レーザーが薄暗いトンネル内に照射されました。パチパチと音を立ててコンクリート壁面を振動させます。その光景はまさに幻想的でした(写真2)。トンネルのコンクリート内壁は煤等で汚れているようですが計測に問題はないということでした。幸いにも実験は順調に進み、予定の計測は撤収時間前に終了。追加で数点の計測が行われました。忘れ物は事故につながる恐れがあるため、線路上に忘れ物がないか綿密に確認して実験を終了しました。

実験室での研究とは異なり実用段階では様々な付加的要素を考慮せねばなりません。当研究所では今後も実用化に向けた取り組みを行って参りますのでご注目頂きたいと思います。

主な学会等報告予定

- 3月21日(水)～23日(金) 電気学会全国大会(広島工業大学)
島田 義則「レーザーを用いた遠隔探傷技術の研究」
- 3月24日(土)～27日(火) 日本物理学会 第67回年次大会(関西学院大学)
城崎 知至「自己生成磁場による高速電子ビームガイディング」
砂原 淳「高速点火コーンターゲット先端部の流体力学的特性」
- 3月25日(日)～28日(水) 日本化学会第92春季年会(慶應大学日吉キャンパス)
谷口 誠治「ピロリ菌由来フラボドキシンの超高速光誘起反応ダイナミクス」
ハイク コスロービアン「Experimental and Theoretical Analyses of Photoinduced Electron Transfer in Medium Chain Acyl-CoA Dehydrogenase (MCAD): Electron Transfer in the Normal Region」
- 4月26日(木)～27日(金) The 1st Advanced Lasers and Photonics Sources (パシフィコ横浜)
ハイク コスロービアン「A novel concept of coherent beam combining (CBC) technique for applications in high power multichannel laser amplifier systems」
古瀬 裕章「Design of 10 kW-class laser system based on multiple-TRAM configuration with cryogenic Yb:YAG ceramics」
- 4月25日(水)～27日(金) Conference on Laser Inertial Fusion Energy (パシフィコ横浜)
古河 裕之「Theoretical Studies on Environments in laser fusion liquid wall chamber」
- 4月26日(木)～27日(金) International Symposium on Laser Processing for CFRP and Composite Materials 2012(パシフィコ横浜)
藤田 雅之「LASER MICROMACHINING OF CFRP BY ULTRA-SHORT PULSE LASERS」