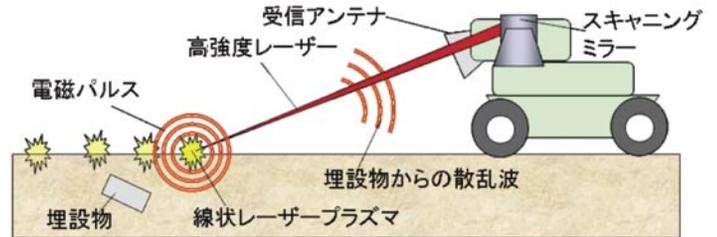


**CONTENTS**

- レーザープラズマチャンネルから放射されるマイクロ波を用いた土壌内部探査
- 第2回先進非破壊検査技術国際会議に出席
(The 2nd International conference on Advanced Non-destructive Evaluation)
- 【光と蔭】レーザー総研諮問会議
- 誘電体多層膜の耐宇宙放射線性の研究



【口絵】レーザープラズマから放射されるマイクロ波を用いた埋設物の探査

レーザープラズマチャンネルから放射されるマイクロ波を用いた土壌内部探査

レーザー加工計測研究チーム
¹⁾大阪大学大学院工学研究科

中島弘朋¹⁾、島田義則、田中和夫¹⁾

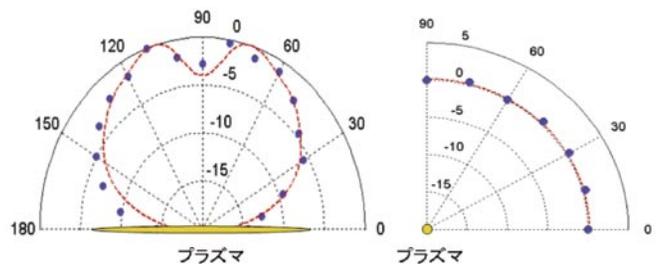
■マイクロ波を用いた遠隔探査のニーズ

コンクリート構造物内部や地面中に存在する金属探査はマイクロ波や超音波などの波の反射を利用した探査方式が用いられる。しかし、これらの手法は被検査物の近くに装置を設置することが必要であり、人が近づけない場所や近づくと危険な場所での探査には不向きである。

著者らは、レーザーを遠方の被検査物に照射してレーザープラズマチャンネルを生成し、そのレーザープラズマチャンネルから放射されるマイクロ波を利用して遠隔で金属の探査を行う研究開発を進めている(口絵)。この方式を用いることで、放射線管理区域内のコンクリート内部の鉄筋探査や高層ビルの壁面内部の金属探査、あるいは地雷探査など多くの場所で使用できると思われる。

■レーザープラズマチャンネルからのマイクロ波放射

一般にマイクロ波を用いて地中探査を行う場合、使用する周波数帯域は探知対象の埋設深さ、大きさ、および波の土中減衰から決定される。探知対象の大きさが直径30 cm、地表から数10 cmの場合は0.5 GHz~3 GHz程度を用いる。



【図1】レーザープラズマチャンネルから放射されるマイクロ波の角度分布

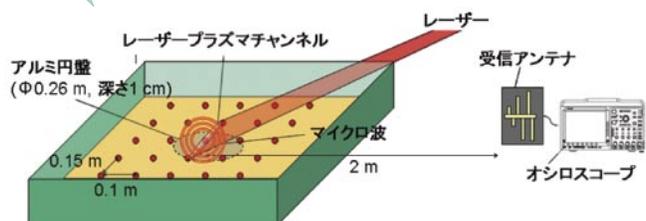
レーザーを被検査物に照射し、プラズマチャンネルを生成すると拡散する電子の振動によりマイクロ波が放射される。その方向分布は図1に示すようなダイポールあるいはクアドラポールからの放射に似た指向性を持った形となる。放射される周波数はプラズマの長さに依存し、長くなると長波長にシフトする。実験結果より、プラズマ長さが20 cmでは0.5~1 GHzの周波数領域を持ったマイクロ波が放出される。また、マイクロ波の強度はレーザーエネルギーに依存し、エネルギーが強くなるほど放射強度は強くなる。

■マイクロ波を用いた金属探査実験

レーザープラズマから放射されるマイクロ波を用い

次ページへつづく▶

レーザープラズマチャンネルから放射されるマイクロ波を用いた土壌内部探査



【図2】砂中に埋設したアルミ板探査の実験配置図

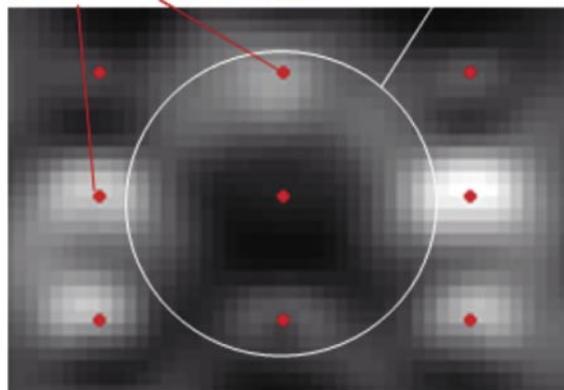
て、砂中に埋設したアルミ円盤を探査する実験を行った。配置を図2に示す。レーザープラズマの長さは20 cmである。レーザーをスキャンさせることにより、照射位置を移動させた。照射間隔はアルミ円盤を中心として、横移動15 cm、縦移動10 cmとした。マイクロ波の受信アンテナはアルミ円盤から2 m離れた場所に設置した。実験結果を図3に示す。中央の白丸がアルミ円盤を埋設した位置で、赤点はレーザーを照射した位置である。レーザープラズマからのマイクロ波強度が強いほど白く映る。中央部分、アルミ円盤を埋設した部分では円盤によって観測方向への反射が弱くなるため黒く映る。また、アルミ円盤の縁は逆に強くなり白く映る。実験より、マイクロ波の強弱により金属探査が可能であることがわかった。

■マイクロ波の高効率化がキーポイント

上述より、埋設されている金属探査が可能である

ことがわかった。しかし、放射されるマイクロ波のエネルギーが小さいために、十分なマイクロ波強度を得るためにはレーザーエネルギーを大きくする必要があり、装置が大型化してしまうことが欠点である。マイクロ波の発生効率を高めるためにはレーザーのパルス幅を短くすることが有効な手段で、今後は短パルス幅のレーザーを用いた実験を進め、実用化を目指す。

プラズマ生成位置 アルミ円盤



【図3】アルミ円盤を埋設した場所からのマイクロ波強度分布。中央の白丸がアルミ円盤を埋設した位置。中央部分はアルミ円盤によって観測方向への反射が弱くなるため暗く映る。また、アルミ円盤の縁は逆に強くなり白く映る。これを利用して金属探査が可能である。

REPORT

第2回先進非破壊検査技術国際会議に出席

(The 2nd International conference on Advanced Non-destructive Evaluation)

レーザー加工計測研究チーム 島田義則

■韓国 釜山で開催される

第2回先進非破壊検査技術国際会議が韓国、釜山のBEXIO国際会議場で開催された。大阪からは1時間弱



【写真】質問に答える筆者

で到着し、大阪から会津までの距離とほぼ同程度の近さである。韓国第2位の都市であり、町は賑わっていた。龍頭山公

園には豊臣秀吉軍を追い払った李舜臣將軍の像が建っており、古くから密接に関わった国であることを実感した。

国際会議の参加人数は10か国、350人であった。人数は少なかったが、思いの外、活発な議論が交わされた。3セッションが平行で進行。セッションは構造物の非破壊検査技術、疲労破壊、人の健康モニタリング、モデル&シミュレーション、IRサーモグラフィー、非線形現象、など15のセッションがあった。

■レーザー超音波リモートセンシングについて発表

筆者はレーザー超音波リモートセンシングの最新研究成果を構造物の非破壊検査技術のセッションで初日

に講演した。質問はレーザーのパルス幅に比べて使用している振動数が低いので信号印加効率ほどの程度なのか、ノイズは障害とはならないのかなどであった(写真)。発表後も韓国、台湾のコンクリート診断研究者が質問に来るなど、反響は大きかった。

■各国のコンクリートの先進非破壊検査技術が披露された

台湾の朝陽科技大学はハンマリングによって内部欠陥を検出することに加えて、エコーの伝搬時間から欠陥を3次元可視化することを行った。この方法では斜め

山中千代衛



……135

レーザー総研諮問会議

(財)レーザー技術総合研究所は昭和62年の創立以来早くも20年を経過した。この際初心に立ち戻って新しい出発が期待されている。レーザー総研諮問会議はこの方針を確立するため設置され、シェルパ会議などの議を経て今回は1年振りに第4回本会議が開催の運びとなり、去る2月7日中塚正大名誉教授司会により阪大レーザー研大会議室で開催された。参会者として中井貞雄、井澤靖和、三間罔興、宮永憲明、田中和夫、山本 卓各教授、総研メンバーとして筆者、今崎一夫、藤田雅之及びILEオブザーバー多数と事務局が参加し会議は盛会であった。

レーザー技術総合研究所は大阪大学レーザー研において開発したレーザー科学技術を産業界に移転発展させるため科技厅、文部省、通産省共管の財団として1987年に発足した。当初は大阪大学レーザー研のLAP(レーザー応用グループ)がそのまま研究所に移行し四研究部の部長は阪大レーザー研教授が兼任する形で出発した。ポスドクの若者にポストを提供しつつ、産業応用の分野、今日言う処の連携推進室の業務を20年も前に展開したのである。

昨今国立大学の独立法人化に伴い、産業界向けの姿勢は大幅に改良されたがレーザー総研は今日まで20年の実績がある。連携協力の第一歩として電気事業の企画したレーザーウラン濃縮への直接的な協力に始まり、ついでレーザー誘雷の成功、レーザー超音波探傷、太陽光レーザーの開発、レーザーγ線による核変換、レーザーレーダー黄砂観測、レーザーによる蛋白質内エネルギー移動、レーザーダイオキシン計測、レーザーフェムト秒加工、MEMSダイシングなど目覚ましい成果が上がっている。またレーザー技術相談は年間数十件に達している。

会議ではまずレーザー総研の藤田雅之主任研究員からILTの現状報告があり、ILEとILTの相互協力の現状としてはEUV開発研究やJSTの多層膜開発に関し、ILTはILEから再委託を受け、またNEDOのMEMSダイシング技術ではILEに委託し協力をお願いしているなど最近の両者の共同体制の紹介があった。これに答えて三間センター長からILEの研究計画が紹介された。FIREX計画として大竹 暁課長期待の5カ年(H15-19)レーザー開発の報告があり、高密度科学をテーマに次の展開が構想されている。先端研究施設共用イノベーション創出事業(H19-23)についてもILTの関与が議論された。

ILEはH22年までに次期計画の立案が望まれるが、まさに米国のNIF、仏国のLMJの成果を眺みながら対策を立てる必要がある。先に芦立 訓課長と筆者との対話にあるよう学術研究のビッグプロジェクトに対する研究資源はかつては施設整備費で賄ってきたが、この転用が閉ざされ、今やオールジャパンで学術研究・基礎科学研究の大プロを推進する新しい研究設備費の別建予算の設定が不可欠である。

科学技術総合会議による第三期基本計画のような産業振興をテーマに特定の課題を政策的に推進する方式は学術固有の大型計画にはなじまない。これが文科省のそして大学の悩みの一つなのだ。

次に中塚レーザー総研副所長から相互乗り入れによるILT-ILEの共同体制が提案された。

最後に筆者からILE-ILT-阪大大学院工学研究科の三位一体運用について構想が語られた。このトライアングルこそ阪大レーザー研設立の初心計画そのもので、大学と研究センターと財団研究所の三機能が互いに相補ってこそレーザー王国が実現すると言う夢が披露された。

諮問会議の今回の結論としては、各部局がそれぞれ自己の場に閉じこもり安易な姿勢に終始すれば、わが国のレーザー科学技術はとてグローバルの舞台に飛躍出来ないことを認識し、ILEと大学院研究科とILTがそれぞれの特徴を生かして互いに協力する具体案を作ることが確認された。もともとそのように行動するシステムとして設計されていたのである。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

に存在する欠陥も分解能は悪くなるが可視化することが出来るとのことであった。また、コンクリートの湿潤状態での圧縮強度の変化とその計測方法について報告があり興味深かった。韓国からは、レーザー測距を

用いた地盤崩れの予知や超音波反射エコーを用いた吊り橋のロープの内部欠陥検出方法や、ボルトの締め具合を超音波で計測する技術などの報告があつて有意義な国際会議であった。

誘電体多層膜の耐宇宙放射線性の研究

(財)レーザー技術総合研究所 共同研究員 藤田和久
光産業創成大学院大学 光エネルギー分野

■宇宙における太陽光エネルギーの利用

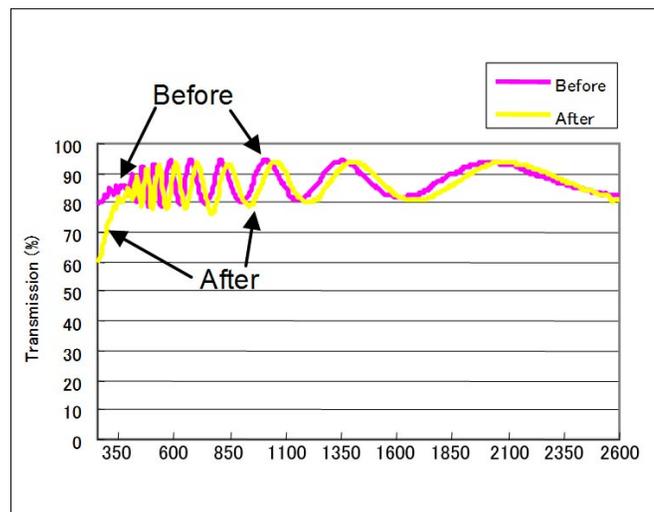
再生可能エネルギーの導入が急ピッチです。中でも日本が引き上げてきた太陽電池市場の拡大は著しく、近年のドイツの電力買取制度によってより加速されて2006年度7600億円(内日本1200億)、2010年度まで年40%成長との予測もあります。より多くの太陽光エネルギーに食指を伸ばすべく、曇りや夜、大気のない宇宙に行つて年間平均約10倍のエネルギー(密度)を得ようというのが、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が中心となって検討している宇宙エネルギー利用システム(Space Solar Power System: SSPS)の考え方です。これは太陽光エネルギーを供給地に向けてレーザーで伝送するシステムです。この技術は月面活動におけるモバイル探査及び固定基地でのエネルギー源としても高い有用性があるとの認識が高まっています。それは水(氷)があるといわれているクレーター永久陰領域の探査や2週間続く「夜」に対応する必要があるからです。

■宇宙環境と誘電体多層膜

SSPSでは高度3.6万kmの静止軌道上から地上に向けてレーザーを発射します。静止軌道は、地球地場により形成された放射線帯の外端付近に位置し、太陽起源を中心とした陽子、電子、太陽からの紫外線を主とする放射線環境にあります。ミラーなどの光学素子に必須である反射増強・防止膜などのコートが例えば少なくとも最終ミラーに必要ですし、放射線耐性が十分であれば光学系の筐体を減らした軽量化によりコストを抑制することができます。SSPSでは波長選択性を持った太陽光集光光学系も要請されており、宇宙空間での暴露に耐えうるコートが必要です。

■モデル計算と照射実験

まず、keVからMeV領域までである放射線粒子の照射環境を計算機上で再現し、誘電体膜内でのクーロン衝突過程によるエネルギー付与分布の見積を航空宇宙財団の鈴木一行研究員とともに開始しました。次に、JAXA太陽電池グループの協力により単エネルギー照射となる地上実験のパラメータを得て、先に求めたエネルギー付与分布を再現する実験条件を検討しました。これらを元に原子力機構の高崎研究所にて電子や陽子照射実験を行いました。図に照射前後の誘電体単膜における透過率スペクトルの一例を示します。単膜の作成と光学特性の評価はレーザー総研の本越伸二副主任研究員に協力頂きました。図のように屈折率変化に起因すると思われる差異と紫外域での吸収増加がみられる材料がある一方、耐性のある材料も確認されました。これらの定量的な説明を試みると共に、多層膜評価や多種照射の実験を進めていく予定です。



【図】0.38MeV陽子照射実験前後のハフニウム単膜の透過スペクトル(静止軌道上10年分照射に相当)