

## 地表面の反射特性

Measurements of Ground Surface's Albedo by Air-borne

CO<sub>2</sub> Laser Heterodyne Sensor

浅井 和弘

五十嵐 隆

Kazuhiro Asai

Takashi Igarashi

電波研究所

Radio Research Laboratories, Ministry of Posts and Telecommunications

### 1. はじめに

オゾン層は、光化学スモッグ発生機構の解明に寄与するパラメータである。この発生機構を解明するには、光化学反応による生成過程に加えて、拡散や移流によるオゾンの移動を知ることが重要であると言われている。そのため、都市部をはじめその周辺部、山間部、海上等の広い領域内のオゾン濃度分布を短時間に測定する能力を持つ測定技術が不可欠である。このため大気複合汚染の動態を研究している大気物理化学者等から、航空機搭載型CO<sub>2</sub>レーザレーダの開発が切望されている。筆者等は、53年度より2本のCO<sub>2</sub>レーザを用いた2波長ドップラーレーダを原理とした航空機搭載型CO<sub>2</sub>レーザヘテロダインセンサの開発を進めている。今回は、装置の概略を述べるとともに、30時間にわたる飛行実験によって得られた各種地表面の9μ帯での反射率の測定結果について報告する。

### 2. CO<sub>2</sub>レーザヘテロダインセンサ

装置の設計試作にあたり、(1)航空機底床部からの機械的振動の除去、(2)送受信望遠鏡の光学軸調整が容易、(3)装置の軽量化等の注意を払った。試作した装置は、次の4つの部分、即ち、(1)2台の導波型CO<sub>2</sub>レーザ、(2)ヘテロダイン検波部を含む送受信光学系、(3)データ収録部、(4)オフラインデータ処理部からなる。直径1mmのレーザ光は、ビーム径50mmφに拡大され平行ビームとなって、航空機より地上に向け斜め後方に発射される。なお、航空機は速度250km/hで飛行し、この時2MHzのドップラーシフト周波数が得られるように、送信ビームはnadirより $\alpha = 7^\circ$ 度の傾きをもたせている。地表で反射、散乱された赤外光は、機内の受信望遠鏡(開口径50mm、 $f = 1550\text{mm}$ )で集光された後、局部発振光と重ねられて赤外検出器に入る。レーザを含む光学系の装置全体は、アルミ鋳物台上に組み立てられており、防振ゴムによって、航空機からの振動を除去している。

赤外検出器からのドップラーシフト成分のビート信号は、データレコーダに収録される。一方、飛行位置確認のため、VTRカメラを送信望遠鏡の光軸と平行に設置している。機内で収録されたデータは、飛行後研究室においてロックインアンプで各信号成分に分離されてから、A/Dコンバータを通し

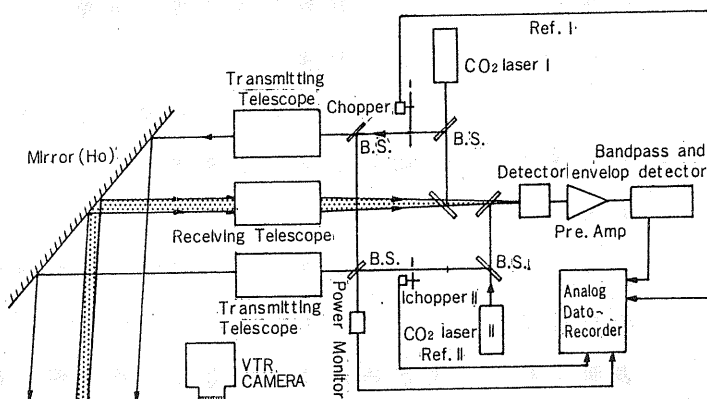


図 1

て計算機に入力される。演算結果の情報は、時刻、飛行場所の情報とともに、CRTグラフィックディスプレイやプロッタ上に表示される。試作した装置のブロック図を図1に示す。

### 3. 各種地表面の反射率測定

現在開発中の航空機搭載型CO<sub>2</sub>レーザヘテロダインセンサは、大都市のみならず、その近郊都市域、田園地帯、海上等の広範な地域を対象としている。

それ故、いろいろな地表面に対する反射率及び2波長に対する平均地表面アルベド比 $R_A$ とその誤差 $\Delta R_A$ の情報を的確に把握しておかねばならない。

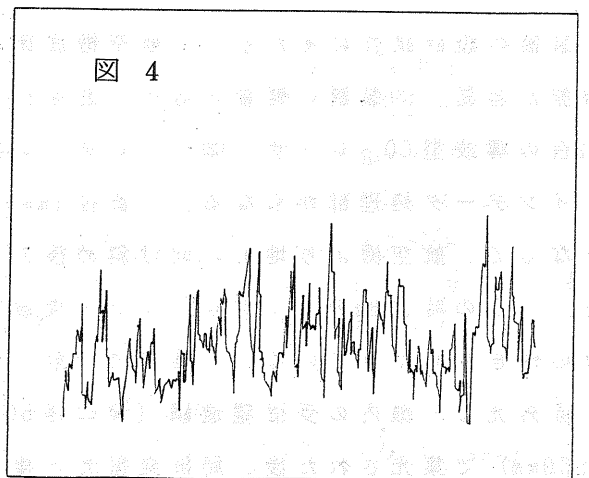
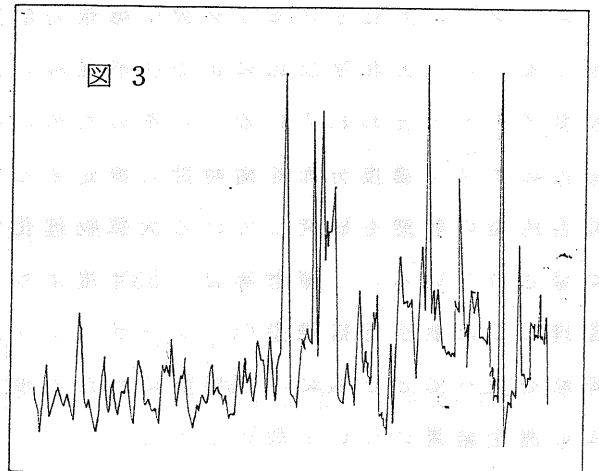
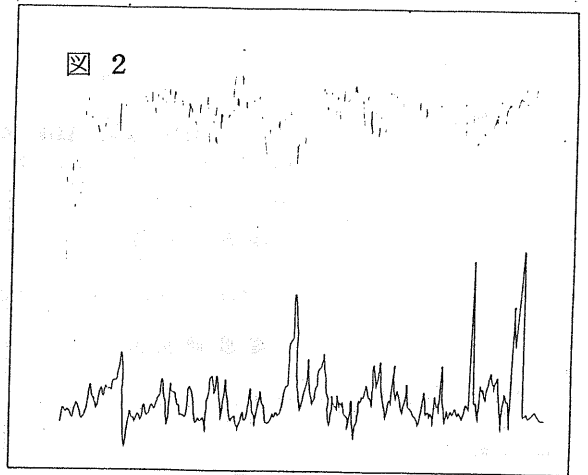
地表面の反射率測定のための飛行実験は、双発のグラウンドコマンドを用いて、主に調布飛行場をベースに、大宮市-栃木市、調布市-東京湾、仙台飛行場をベースに仙台市-相馬市の内陸及び海上で行われた。図2は古河市近郊の田園地帯上空での測定結果。一面に続く田園と、所々に点在する集落からの反射光強度の変化は、図が示すようにあまり大きくない。二、三のピーク強度は、東北縦貫道や大きな建物の屋根からの反射に対応している。図

3に大宮市上空のデータを示す。都市部においては、コンクリート建造物(ビル、道路等)や工場の大きな屋根が、人家に混在しているため強度の変化が激しい。図4は海上での実験結果を示す。海面の状態は、風速と密接な関係にあり、この飛行実験時の風速は約7m/secであった。従って、大きな波のうねりの上に無数のさざ波が重畳されているため、このような反射強度となった。表1に、アルミ製のドップラーシフタの反射強度で規格化された各種地表面の相対反射率を掲げておく。

### 4. おわりに

現在開発中の装置を用いて測定した各種地表面の相対反射率について述べた。この9 $\mu$ 帯での地表面反射率の測定結果は、前述した航空機搭載型CO<sub>2</sub>

レーザヘテロダインセンサによるオゾン測定の基礎データであるのみならず、地表面探査のアクティブセンサとしても有力な手段であろう。



	$R_A$ normalized by aluminum doppler shifter
big cities	0.9
country	1.26

表 1