

# かつて身近にフロンティアがあった

## MAP, 南極、野村さん

岩坂泰信<sup>1</sup>

<sup>1</sup>滋賀県立大学 (〒522-8533 滋賀県彦根市八坂 2500)

### Frontier of Laser Sensing at One Time MAP, Antarctic Observation, Dr. Nomura-san

About 30 years ago, stratospheric aerosol was topics and many investigators had been monitoring the stratospheric aerosols. Additionally those times Middle Atmosphere was suggested as a kind of strange area of atmosphere and international scientific program, Middle Atmosphere Program, in which various remote sensing techniques including lidar technique suggested to be effective tool to investigate the Middle Atmosphere, was proposed mainly by US, Japan, and France scientific communities. In Japan, lidar observations of Antarctic Middle Atmosphere was proposed as a part of Japan Middle Atmosphere Program. NOMURA-san joined the program and made large contribution to Japan Middle Atmosphere Programs.

**Key Words:** Laser, LIDAR, Antarctica, Middle Atmosphere

#### 1. はじめに

およそ30年前(あるいはそれよりもう少し前)、成層圏エアロゾルの話題がライダーグループの中で大きな話題であった。火山噴火との関係や流星雨との関係、さらにはそれらと気候の関係などがいろいろな人によって取り上げられていた。また、大気の流れを研究している研究者にとっても火山灰の広がりなどの様子から大気運動の実態を調べる手掛かりが得られるとあって、大きな関心をもってライダー観測の結果が受け入れられていた。

そんな中で、国際中層大気観測計画 (Middle Atmosphere Program) を世界で進めようと提案がなされた。最も熱心だったグループはアメリカと日本でありヨーロッパでもいくつかの研究グループが熱心に検討をしていた。日本の中では、ライダーの研究グループが挙げてきた数々の成果が多く研究者の目にとまっていたと思われ、早い段階で「日本が MAP を進める場合には、ライダーコミュニティの参加は必須」と考えられていたらしい。ちなみに、中層大気とは高度 10 km から 100 km までの領域を言い、当時は 10 km 程度までは気象関係の各種測器で観測が行われており、その上になると電波関係の技術で 100 km から数 1000 km の空間が探させていた。

いくつかの紆余曲折を挟みながら、結局当時のライダー大気観測グループの多くが MAP に参加しそれぞれ研究をすることになったのだが、大き

な問題になったのが「南極においてもライダー観測」をしようとする野心的な試みであった。野心的な試みであることに加えて誰が担当するか詰めの無いまま計画立案へと事態が動いていった経緯がある。

というのは、多くのライダー観測グループは自分の所属機関のある場所で(言わば我が家で)観測する予定で準備をしていたのであり、南極を考えていたとはとても思えない。

#### 2. 南極の中層大気

いずれにせよ、この強力なリモートセンシング技術を使って南極の空を調べるなら面白そうな科学成果が続々出るだろうと考えられ、岩坂にそのあたりをまとめるよう要請があった。そうこうするうちに南極 MAP と称するプログラムの中核が出来上がり、赤外放射観測、ライダー観測、大型・小型の気球大気観測を中心とし、第 23 次南極観測隊から 27 次隊まで 5 か年にわたる観測とされた。23 次隊と言うのは 1981 年の 11 月に出発した隊であり、その後 1 年づつ担当者が出かけることになる。

南極の中層大気の観測のターゲットは、ライダーでは、成層圏エアロゾル、夜光雲、Na 蒸気層の動態観測で、(うまいこと行って) それらを同時に測ることが出来れば中層大気件の上方向に大気運動の様子を一気に見ることが出来るとされた。

計画書が出来上がりやがていくつかのステップを踏んで日本学術会議や文部省の測地審議会などでお墨付きが得られ、国家事業として走り出すことになる。

当初は、南極観測と言えれば人が続々集まるだろうとか、レーザー関連技術の進歩は早く専門的な経験がそれほどなくても運用ができるであろうなどと思われていたのだが、現実にはそううまくことは運ばず、肝心の人選も大いに難航する羽目になった。あれやこれや議論しているうちに、結局南極 MAP の 2 年次に岩坂が行くことになり(そうなるまでにレーザーダ研究会のメンバーの何人かの方に声掛けした記憶がある) 急ぎ準備に入ったが、そのあとに続いてゆく人を探すのはさらに難航した。

長野でのレーザーセンシングシンポジウムで南極観測の計画を話したさい、多くの皆さんからは「悪いこと言わないからやめときなさい」と言われてしまい、こりゃあかんわいと思っていたところ、野村さんから電話が入り「あの時の雰囲気では、とても私行きたいですとは言いだしかねたんだが、岩坂さんの後であれば行きたい」とのこと、深夜にこの電話を受けたことで南極観測は何とかなると胸をなでおろした。

まさに、野村さんの申し出が南極のライダー観測を決定的にした瞬間であった。

### 3. トピックス：オゾンホール

オゾンホールが南極で発見されたきっかけはいくつもあるが、この話題はフロンのオゾン壊しに現実になっていることを証拠立てたものとして世の注目を浴びた。オゾンホール発見の端緒は日本の南極観測だと言う人もいるがそれはやや言い過ぎのようにも見える。ただ、この現象が確かにフロンによって生じているというには、南極成層圏で冬の間に多量に発生する成層圏エアロゾル(通常 PSC と呼ばれる)の発見を待たねばならなかった。

もし、「オゾン破壊がフロンによって破壊されている」と素直に考えるなら「オゾン破壊は世界中いたるところで進行するはず」なので。南極で特異的にオゾン破壊が進行する訳はこれらの考えの中にはないのである。

南極のライダー観測によって PSC と呼ばれている極地方に特異的な成層圏エアロゾルが冬の間に生じていることが判明したが、それに先立って人工衛星観測でアメリカの研究者たちが南極の冬には成層圏で多量のエアロゾルが発生していることを突き止めていた。ライダー観測はそのことを再確認したものであるが、その時の粒子は結晶性のモノであろうことや成層圏下部に概ね 10 km 程度の厚さにまで成長していることを明らかにし PSC の正体が氷結晶に近いものであることを示し、PSC 粒子の表面で生じる化学反応を議

論する上で大きな貢献をした。

大雑把に言うとフロンは成層圏で窒素酸化物と反応しフロンのオゾン破壊はこのままであると極めて限定的なものにとどまるのである。

ところが、この反応物が氷表面では分解されて塩素分子とその他の窒素化合物になり、窒素化合物の部分は氷の中に取り込まれ塩素分子は大気中に放出されるのである。

大気中の放出された塩素分子は太陽光を浴びると(すなわち春になると)分解して塩素原子となり周辺の酸素などと反応し塩素酸化物となると同時に「塩素酸化物によるオゾン破壊連鎖反応系」を形成するのである。このようにして、南極の春にのみ顕著なオゾン破壊がシクンすることになるのである。

フロンは年々濃度を増しているために、南極春に作られる塩素酸化物の濃度もそれに対応して濃度を増し、同時にオゾンを破壊する規模も増大してゆくという事になる。イギリスの Farman らは年々進行する南極オゾン破壊の様子をネイチャー誌に報告し何故オゾン破壊が南極で顕著なのかを議論したが、今となってみると議論の部分は全く的を得ていなかった。当たり前である。PSC の存在が彼らが論文を作っていた頃は知られていなかったのであるから。

**Ozone Hole Discovery**

ハーレーベイ基地での長期観測が南極上空の春先のオゾン大崩壊を示し、ファーマンらはフロンが原因と主張した

Discovered at the British Antarctic Survey station at Halley Bay from measurements begun during the IGY

Farman, Gardiner, & Shanklin (1985)

Satellite measurements showed that Halley Bay was in best location for seeing ozone hole

Original TOMS ozone hole map produced by Don Heath and PK Bhattia in 1985

Stolarski 3/29/2013 Lamont-Doherty

### まとめと謝辞

こんな風に南極ライダーが活躍したのであるが、野村さんの貢献は他にも Na 層の観測もあり極めて大きかった。長野での大会にこのような話をさせてもらったことにいろいろな縁を感じ皆さんに心から感謝する次第です。

### 参考文献

- 1) Y. Iwasaka, T. Ono, A. Nomura: Geophys. Res. Lett., 13. 1407-1411 (1986).