

氏 名	佐 藤 亨 さとう とおる
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 749 号
学位授与の日付	昭 和 57 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 電 気 工 学 第 二 専 攻
学位論文題目	Coherent radar measurements of the middle atmosphere and design concepts of the MU radar (コヒーレントレーダーによる中層大気の探測とMUレーダー設計に関する考察)
論文調査委員	(主 査) 教 授 木 村 磐 根 教 授 加 藤 進 教 授 小 川 徹

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、地上から発射された強力なパルス状電波の散乱波を地上で検出することにより、中層大気(地上10~100km)の運動に関する情報を得るための外国の既存のコヒーレント形ドップラーレーダーシステム及びそれによる観測データを詳細に解析検討して、我が国に建設予定の同種のレーダー(MUレーダー)の設計上の問題を検討したもので7章からなっている。

第一章は緒言であって、この種大形レーダーによる研究の歴史的背景、中層大気の概略の状態、大気の乱れからの電波の散乱の機構、コヒーレント形レーダーによる中層大気観測でこれまで得られた成果、本論文の内容の要約等が述べられている。

第2章は南米ペルーのヒカマルカに設置されている VHF 帯大形レーダーについて技術的に検討している。このレーダーは300m四方の土地に約1万本の直交ダイポールアンテナを植えたアレイアンテナを用いている。このシステムは元來電離層観測用に設計されたため、特に中層大気観測には高度分解能に問題があること、また大気の運動の水平成分検出のため、アンテナビームを走査するときのサイドローブ特性の悪さなどについて述べている。

第3章は上記のレーダーによる60~90km高度の大気の観測結果について述べている。すなわち、この付近の電波の散乱は、わずかに存在する電子の、大気乱流による密度変動によるとする理論とよく合うこと、また東西方向の風の観測結果は、気象ロケットの観測結果とよく一致することなどについて述べている。

第4章では、プエルトリコのアレシボにある球面アンテナによる UHF 帯大形レーダーについて技術的に検討している。このシステムでは、特殊なパルス符号化により、電力を減らさずにパルス実効長を短くして、高度分解能を高めていること、また非線形パラメータ推定法を用いて強いクラッター妨害を除去する方法を考案して、測定可能な最低高度を大幅に下げる方法を述べている。

第5章では、上記の方法により本著者らが行った高度25千以下の成層圏中の大気の運動速度及び大気乱流の観測結果について述べている。すなわち運動速度については、垂直プロファイルの波状構造、又時間的には周期の短い正弦的振動の存在等が見つけられたこと、大気乱流についてはその影響を定量的に評価し、成層圏領域の鉛直輸送において大気乱流が重要な役割を果たしていることについて述べている。

以上のような外国の二つのレーダーの特性及びそれにより観測された中層大気の情報をもとに、第6章では我が国で建設が進められている MU(中層, 超高層観測用)レーダーの備えるべき仕様を吟味し、その内特に重要なアンテナ系の設計について述べている。すなわち MU レーダーでは周波数が VHF 帯に選ばれるため、アレイ方式が有利であるが、ビームの高速走査を可能とし、また近隣への電波障害を小さくするため、低仰角サイドローブが十分小さいアンテナ配列、及び広範囲の走査に対して効率よく電波を放射できるアンテナ素子寸法の決め方などを述べている。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

近年、大形のドップラーレーダーが、高度100千以下の地球大気の運動を測定するために有力な方法となることが明らかになってきた。本論文は、ヒカマルカ及びアレシボで現用されている VHF, UHF 帯超大形レーダーの技術的検討と、これを用いた観測データの解析を行い、それにもとづいて現在我が国で建設が進められている同種の中層, 超高層観測用 (MU) レーダーの備えるべき仕様と設計法について検討したもので、得られた主な成果は下記の通りである。

1. レーダーパルス幅が広いヒカマルカレーダーでは、高度分解能がアレシボレーダーの約1/20であるが、分解能の悪さは観測値の高度分布を平滑化させるのみでなく、真の値に対して大きな平均値のずれをもたらすことを明らかにした。
2. 大気運動の水平成分を求めるため、ヒカマルカレーダーでは、アレイアンテナの分割使用による複数ビーム方式が用いられているが、高速のアンテナビーム走査が可能ならば、単一ビームの時分割使用がより高い信号検出能力をもつことを示した。
3. ヒカマルカレーダーによる長時間連続観測により、1日以上周期をもつ地球規模波動が、大気潮汐波と同程度の振幅を有すること、中間領域の風速がロケット観測で得られるものと合致すること、下部中間圏の散乱は鏡面的特性をもつことなどを明らかにした。
4. アレシボレーダーのシステムによる成層圏観測上の問題を検討し、高度分解能と信号対雑音比の向上を両立させるために用いられている相補系列符号パルス圧縮の効果が理論通りに得られることを実験的に確認した。また所望信号より数十 dB 強いグランドクラッターエコーを、非線形パラメータ推定法を用いて除去し、観測高度の下限を大幅に下げること成功した。
5. 上記の二つのレーダーシステムの検討の結果として、我が国で建設予定の VHF 帯 MU レーダーでは、パルス圧縮による高度分解能の向上の上に、高速ビーム走査により大気運動ベクトル方向の決定が出来ることが必須であることを明らかにした。
6. 上記の仕様を満たし、かつ低仰角サイドローブレベルの小さい高利得・高速ビーム走査形アンテナ

はアレイ形アンテナとなるが、その場合の素子アンテナ相互間の結合を考慮したアンテナ配列の最適設計法を開発し、約500本のアンテナアレイの場合、3素子八木アンテナの正三角形格子形配列による円形アレイが最適特性をもつことを見出した。

以上要するに本論文は、外国の既存の大形レーダーシステムとその観測結果を十分検討して、我が国のMUレーダーが備えるべき仕様を明らかにし、その内特に重要なアンテナシステムの最適設計法を開発したもので、学術上実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。