

S1

電波探信儀、雷レーダー、G C A, 気象レーダー、サイドルッキングレーダーの研究

Studies on naval radar, lightning radar, GCA, meteorological radar and side-looking radar

霜 田 光 一

Koichi Shimoda

元 東京大学

Formerly University of Tokyo

Recollection of my studies on radars from wartime to the present is presented.

私は1941年に東京帝国大学に入学したが、12月に第2次世界大戦が始まった。卒業研究ではガイガー計数管を研究したが^{1,2} 戦時中の臨時措置として半年繰上げで1943年9月に卒業した。第1回の大学院特別研究生として大学に残ることになったが、原子核の研究は中止して、海軍の電波探信儀、すなわちレーダーの研究に従事することになった³⁻⁵。

最初に、波長10 cmのマイクロ波を検波する鉱石検波器の研究し、直接検波増幅器を作った。その感度試験では、二号二型電波探信儀（略称22号）の送信パルス（先頭出力約2 kW）が37 kmの距離でも明瞭に受信された⁵。米軍のレーダーはもっと高出力なので、十分に遠距離で検出できるというので、逆探知装置を作ることになった。引き続いて鉱石検波器をミキサーとするマイクロ波のスーパーヘテロダイン受信機を研究した。これも、当時使っていた超再生受信機やオートダイン受信機（改一）より遥かに安定で感度が高いことが実証された。時に昭和19年4月であって、艦政本部でも海戦におけるレーダーの重要性を認識するようになっていた。そこで、大至急で22号の受信機を改造して（改二）、数十台を9月に完成させた。10月に岡村総吾大尉がシンガポールのリング湾で「捷1号作戦」のため出撃準備中の戦艦、巡洋艦、十数隻に改造受信機を装備して、漸くレイテ沖海戦などに役立った。他方、測角精度を高めた射撃用レーダー（220号、及びウルツブルグ⁶）、パノラマ（P P I表示）レーダー、波長3 cmレーダーなどにも関与したが、いずれも完成には至らなかった。

戦後暫くの間は原子核研究は禁止されていたことでもあり、海軍技研⁴から理工学研究所に持ち帰ったマグネトロンなどを使って熊谷研究室でマイクロ波の研究を始めた。1947年、熊谷研究室にいた庄野久夫技官が有り合わせの真空管を集めてV H Fのレーダーを試作した。戦時中にレーダーを研究した私は、当然それに協力し、V H Fでは雷雲の検出はできないが、雷放電の検出にはマイクロ波より有利であろうと提案して実験観測を行なった。実験が成功したので、おそらくこれは日本で気象現象にレーダーが応用された最初であろう⁷。その頃レーダーとは少し違うが、気象観測用の気球にマイクロ波の火花発振器をつけて飛ばし、指向性アンテナを持つ受信機で追跡すれば、20 km以遠まで追跡して上空の風向・風速が求められるというレーウィンの提案も行なった⁸。その後、気象研究所で気象レーダーを設置することになり、その計画と設計に協力したのは、1951~52年であった。運輸省から100万円の予算が出て、波長10 cmのレーダーも実験したが、波長3 cmで尖頭出力30 kWの国産気

象レーダーが出来上がった。

それまでは完全に進駐軍の管理下にあった航空管制権の一部は1956年に返還されたので、G C A (Ground Controlled Approach) 国産化の委員会ができた。まだ、民間航空機にはレーダーがなかったし、軍用機のレーダーも衝突回避用のもので、着陸には使えない。G C Aは短波長で短距離用の精密レーダーであって、羽田空港には米軍の装置が使われていた。滑走路の傍らに設置して、着陸進路（グライドパス）に入る航空機の高度・距離・方向を刻々測定し、オペレーターが無線で操縦士に指示を与えるものであった。より長波長を使うI L S (Instrumental Landing System) はG C Aより精度が悪かったが、やがてI L Sが進歩したので、G C Aは使われなくなってしまった。

以上のレーダーはいずれも指向性の鋭いアンテナからマイクロ波のパルスを発射して、目標からの反射波を検出する方式であった。その距離測定の精度はパルス幅を狭めれば十分高められるが、測角精度はアンテナの大きさをD、使用波長を λ とすれば回折限界 λ/D を越えることはできない。しかし、安定な周波数基準を使ってマイクロ波を発射するサイドルッキングレーダーでは、コヒーレント効果を利用することによって回折限界を遥かに越える分解能が得られる。メーザーやレーザーの研究を始めた私は、当然ながらコヒーレント効果に深い関心をもっていた。そこで、電波望遠鏡における開口合成アンテナ、電波分光法におけるラムゼイ共鳴、コヒーレント過渡分光などの研究に携わってきた。レーザーが現れて間もない1961年ころに、Gabor の1948年の仕事は知らずにホログラフィーの着想を高橋秀俊さんと話し合ったこともある。レーザー分光がますます高分解能を求める研究に進んだとき、レーザー分光にラムゼイ共鳴を応用する新しい方法を1977年に提案し、後に実証することができた。そして考えてみると、この光領域ラムゼイ共鳴の原理はサイドルッキングレーダーの原理と基本的に共通のものであった⁹。

文献

- 1) 霜田光一、小川岩雄：計数管に於ける陽イオンの運動に就いて、日本数学物理学会誌、17 (1943)235-240.
- 2) 霜田光一、小川岩雄：計数管に於ける放電の機構、応用物理、12 (1943)378-384.
- 3) 田丸直吉：「日本海軍エレクトロニクス秘史－兵どもの夢の跡」(原書房、昭和54) pp. 218-239.
- 4) 中川靖造：「海軍技術研究所－エレクトロニクス王国の先駆者たち」(日本経済新聞社、1987)pp. 203-209, 285.
- 5) 霜田光一：戦時中の研究の思い出、日本物理学会誌、32(1977) 800-807; または「レーザーと物理教育－光の中を歩んで－」(学会誌刊行センター、1981)pp. 17-31.
- 6) 津田清一：「幻のレーダー・ウルツブルグ」(C Q 出版社、昭和56); 電子通信学会誌、63(1980) 1001-1006.
- 7) 庄野久夫：雷の放電に伴う超短波の反射、科学、17(1947) 357-358; 同(II)、科学、18(1948) 458-459.
- 8) 霜田光一、林巖雄：糧波火花発振器とその応用、応用物理、19(1950) 143-152.
- 9) 霜田光一：サイドルッキングレーダーと光領域ラムゼイ共鳴、日本物理学会誌、36 (1981) 590-598.