



新しいアンテナの形を探る

——後藤・安藤研究室～電気・電子工学科——



(左) 後藤尚久教授
(右) 安藤 真助教授

我々が電波の存在を知りそれを利用するようになってから、まだ百年程しか経っていない。しかしこの百年の間に電波は様々な方面で高度な使い方をされるようになってきた。その電波を送り出したり受け取った

りするのがアンテナの役割である。今回は、このアンテナを平面化する研究をしておられる後藤・安藤研究室を訪れ、後藤尚久教授にお話をうかがった。



衛星放送用のアンテナを開発する

後藤先生が長い間研究してこられたアンテナの1つに衛星放送用の平面アンテナがある。最近では街の至るところで、衛星放送用のパラボラアンテナが見かけられるようになったが、先生は十年ほど前からこれを平面型にするための研究を続けてこられた。

パラボラアンテナの原理は反射望遠鏡の原理と同じもので、図1のように回転放物面の形をした反射板により、一方向から来た電波を焦点に集めるようになっている。この型は衛星放送用アンテナとしては第一世

代と呼ばれており、現在はこれが最も多く使われている。しかし第一世代のアンテナは焦点部分にコンバーター（電波の変換器）を置くことになるので、積雪に対して弱くなってしまう。

積雪対策として、コンバーターをパラボラ面の後ろ側に持ってくるという第二世代のアンテナ（図2）が後藤先生の案によって作られたが、鏡面に雪が積ることでは第一世代と同じである。そこでこれらの問題を解決するために、第三世代と呼ばれる平面型アンテナが期待されている。

後藤・安藤研究室では、平面型のアンテナとして、ラジアルラインスロットアンテナ（図3）を長い間研究してきた。これは既に実用化され去年から市販されているという。このアンテナは、導体円板に穴（図3の円板上にあるハの字型のもの）を多数あけた上層と、導体板でできた下層の二層構造になっており、コンバーターはアンテナの後面の中央に配置されている。

このアンテナの原理は、図4のようになっている。送信の場合を考え

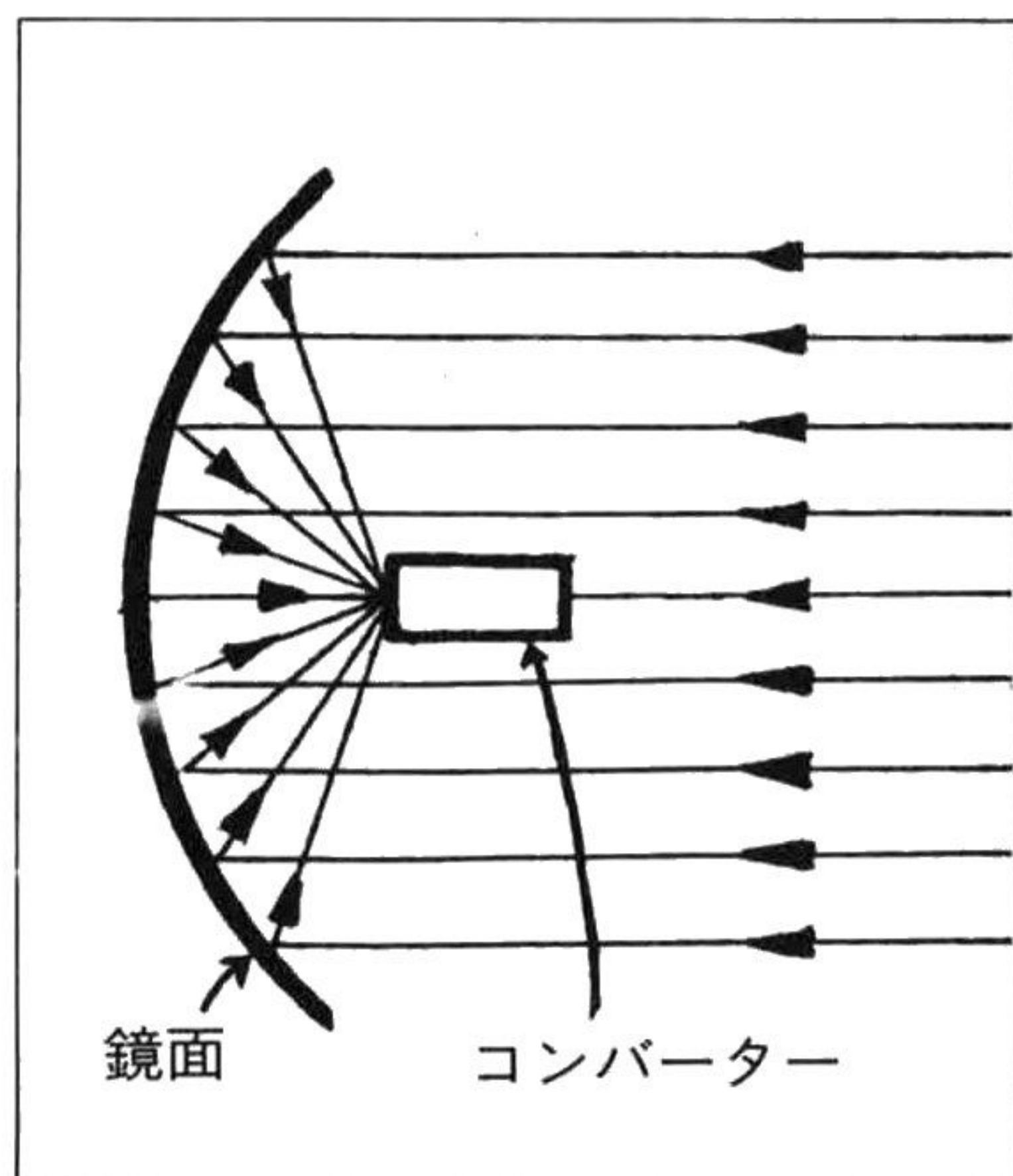


図2

第二世代のパラボラアンテナ

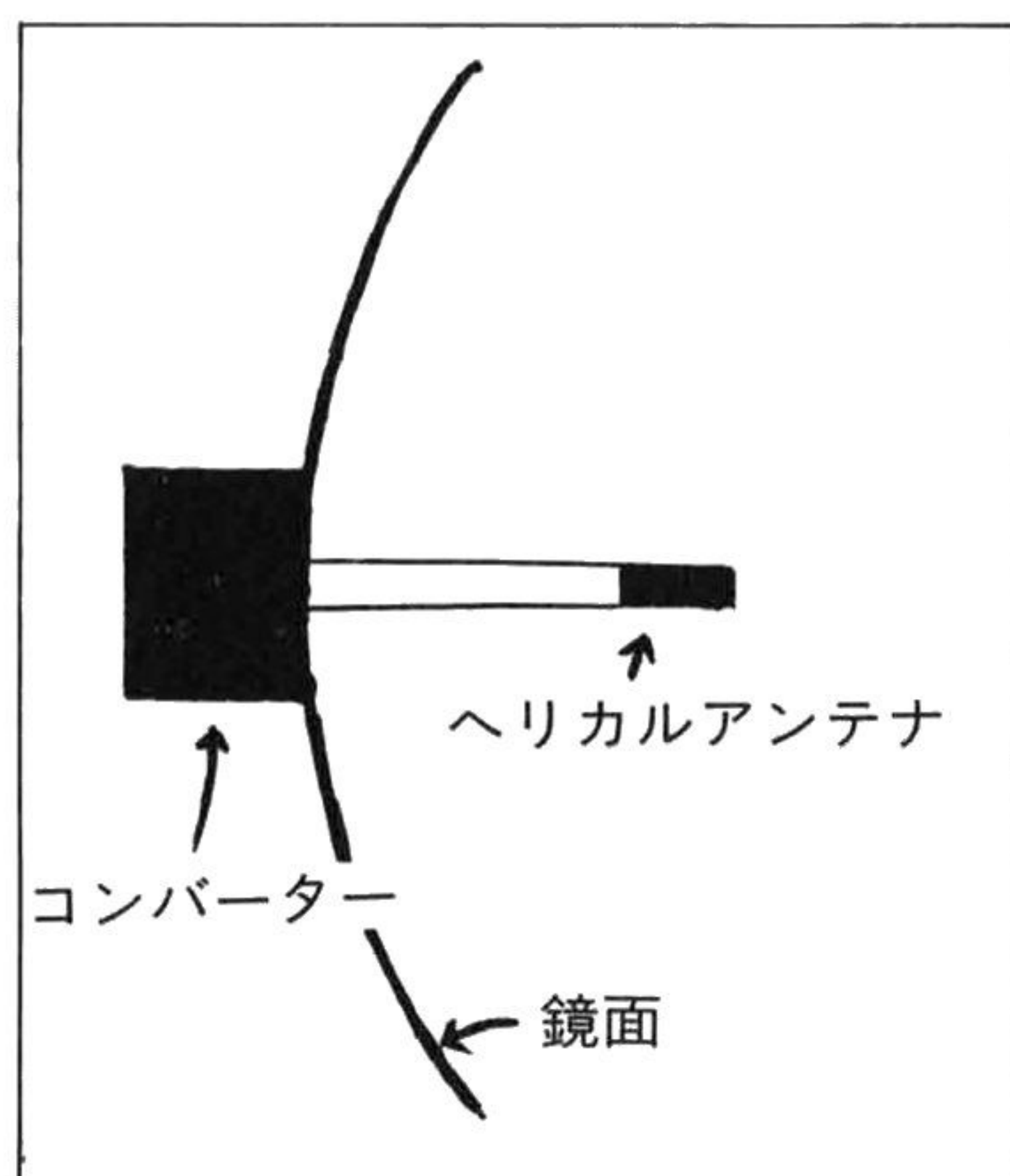


図1

パラボラアンテナの原理図

ると、中心から出た電波は二層の導体の間を放射状（ラジアル）の線路（ライン）に沿って広がっていく。そしてこの途中で、電波は上層の穴（スロット）から出ていくのである。これらの穴から出た電波は、アンテナに垂直な方向において同じ位相で合成され、この方向に効率よく発射される。受信の場合は、送信とは全く逆のプロセスで、アンテナの中心に電波が集まってくる。この方法だとアンテナの全面を有効に使うことができ、平面型のため積雪にも強くなるのである。

また、パラボラアンテナはプレス加工で作るのに対して、このアンテナは平面型のため印刷技術を用いて作ることができ、大量生産にも向いている。現在、研究室ではこのアンテナの構造をさらに簡単にするために、二層構造のものを一層化する研

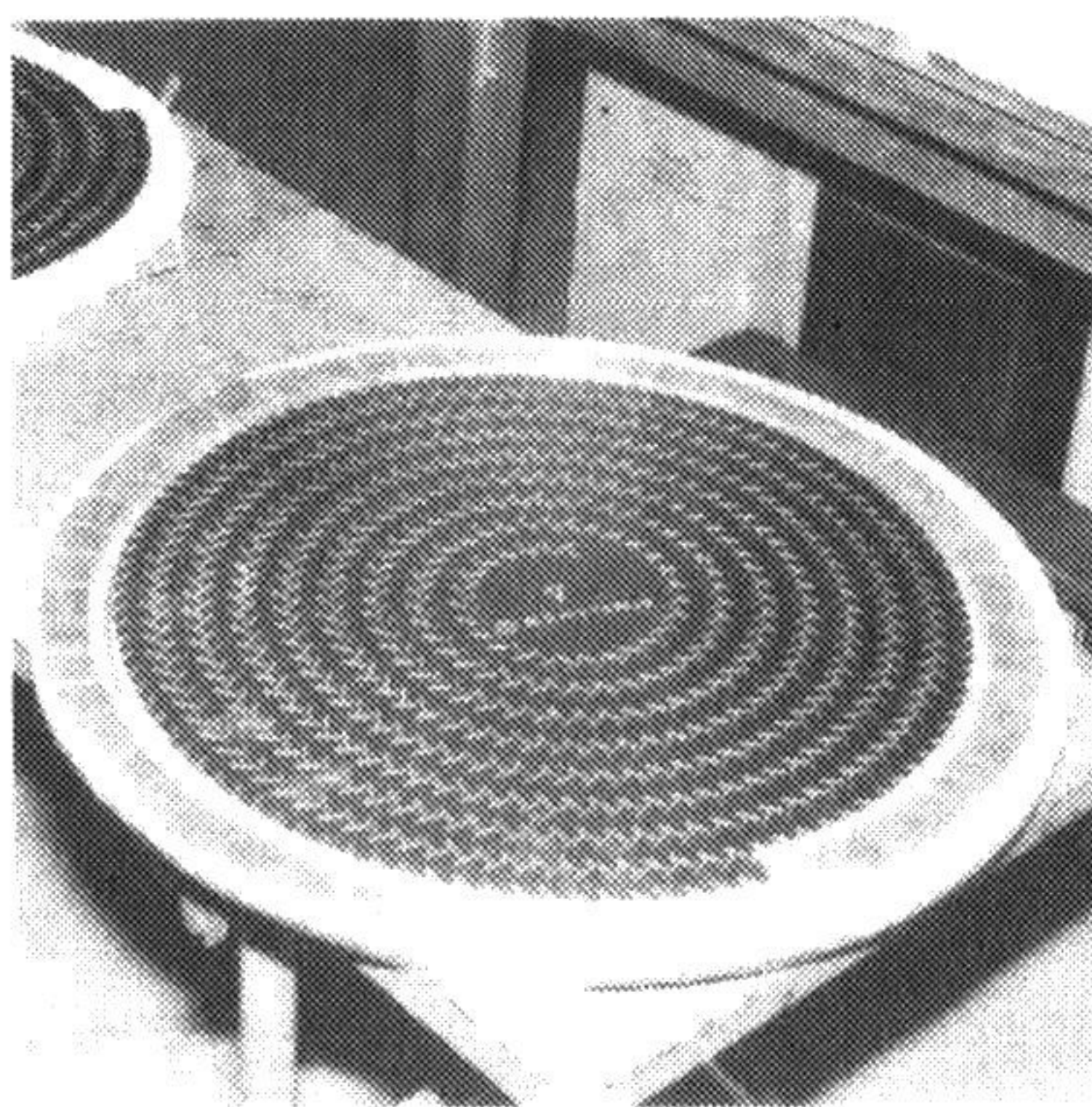


図 3

ラジアルラインスロットアンテナ

究を進めているそうである。これが実用化され、安く大量に生産されるようになれば、将来は後藤・安藤研究室で開発されたアンテナが衛星放送用アンテナの主流となるかもしれない。

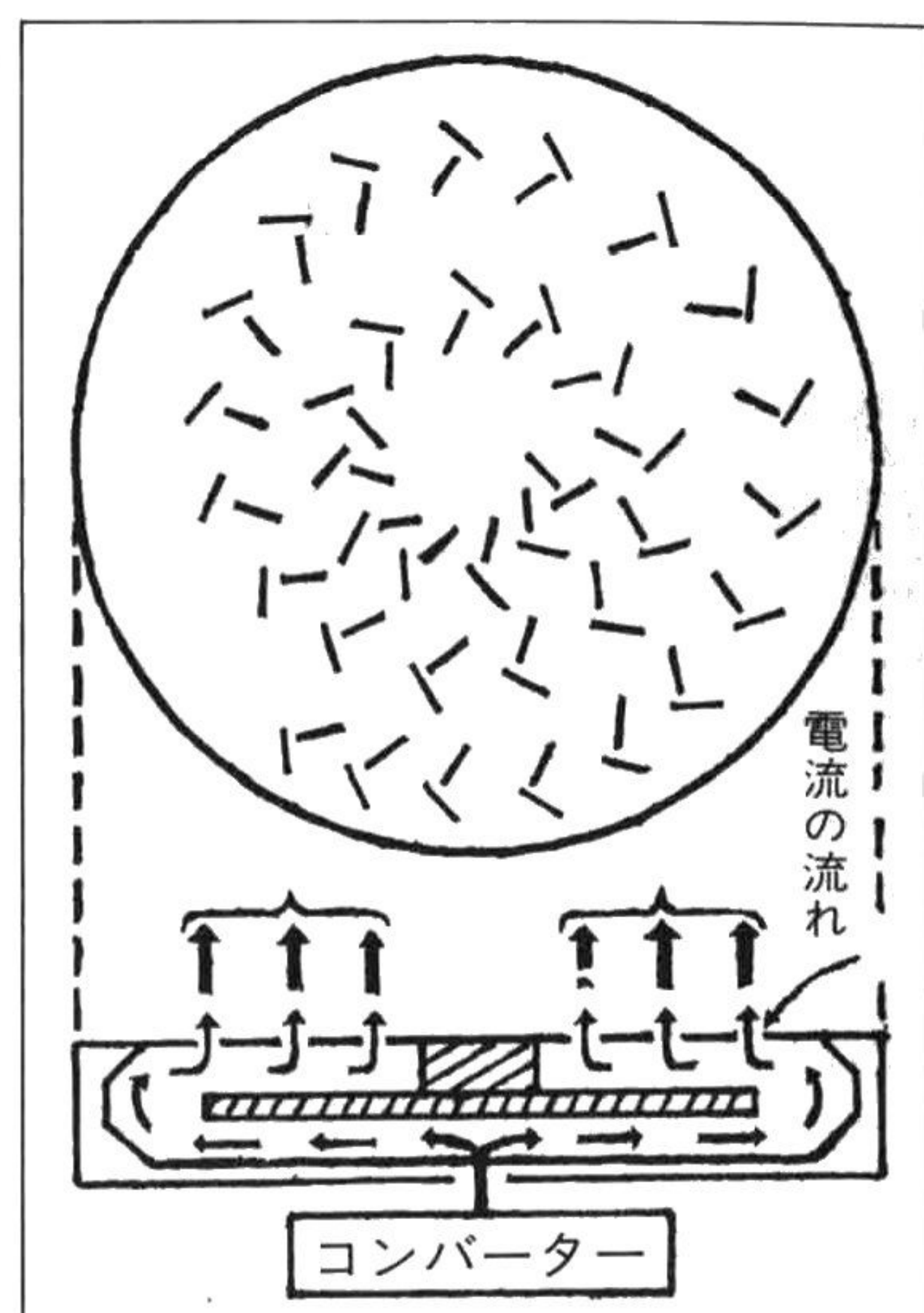


図 4

ラジアルラインスロットアンテナの原理図



アイディアの提案から実用化まで

ラジアルラインスロットアンテナが開発されるまでの道のりは、決して平坦なものではなかった。後藤先生がこのアンテナのアイディアを出してその研究を始められたのは、今から十年前のことであるが、当時はこのような独創的な研究に協力してくれる企業は皆無だったので、このアンテナの有用性を実証するのが大変だったそうである。

多くの場合、大学で行われている研究はアイディアを出して、簡単なモデルでそれを検証すればよく、実用的なレベルまで持っていくのはメーカーの仕事である。しかしこのアンテナのように変わったものは、あまりメーカーが着手しがないために、実用になるものまでを当研究室で開発する必要があった。

実際に使えるものを作るとなると最初は予想もしなかったような困難

が待ち受けていることが多い。例えばこの研究においては、実験用の小型のモデルアンテナで試した時にはすぐに計算通りの性能が出せたのに、実用的な大型のアンテナではなかなか思うような結果が出なかったそうである。これは、大型化されると、アンテナに使う導体板の重みなどで二つの層の間隔が不均一になり易いということが原因であった。しかしこのことがわかるまでにはかなりの苦労をされたそうである。

このようにして、ラジアルラインスロットアンテナは、アイディアを出す段階から実用的なものを作る段階まで、後藤・安藤研究室で研究されてきた。そのため、商品化されたラジアルラインスロットアンテナには全て、“Developed at the Tokyo Institute of Technology” と銘記されているそうである。



様々な形のアンテナを提案する

研究者はただ一つのことでは満足してはいけない。常に次のことを考えていかなければならないのが研究というもの宿命でもある。

後藤先生が、現在研究を手がけられている別のアンテナの1つに、新幹線やバスで使えるような衛星放送用アンテナがある。従来は、アンテナを衛星のある方向へ傾けていたために、その傾きの分だけアンテナの高さは高くなっていった。しかし、新幹線や観光バスなど車高に制限のあるものでは、アンテナの高さを低く押さえる必要がある。そこで研究室ではメーカーと協力して、アンテナの面に対して斜めの方向から電波を受けられることのできる平面アンテナを研究している。(図5)

また、先生は自動車電話用の平面アンテナも研究しておられる。現在自動車電話のアンテナは、車の後ろなどに突き出ている棒状のものがほとんどで、これがまた一種のステータスシンボルにもなっている。しかし、将来ほとんどの自動車が電話を積むようになれば、ステータスシン

ボルとしての意味合いは薄れる。さらに洗車をする時など実用的な意味から、この棒状のアンテナは邪魔になるであろう。

そこで先生は、このアンテナも平面化して目立たなくする研究を進められている。このアンテナはリングパッチアンテナと呼ばれているもので、図6に写真と原理図を載せておいた。普通のアンテナは線状の導体を用いるが、パッチアンテナはこれを面状にして電波を出しやすくしている。さらにこの面をリング状にしたものが、当研究室で考え出されたリングパッチアンテナである。将来自動車にはGPS（人工衛星からの電波で現在位置を知るシステム）や道路情報用などのアンテナが積まれることになるであろうが、これらの数が多くなれば確かに目立たないアンテナの必要性は次第に増していくであろう。

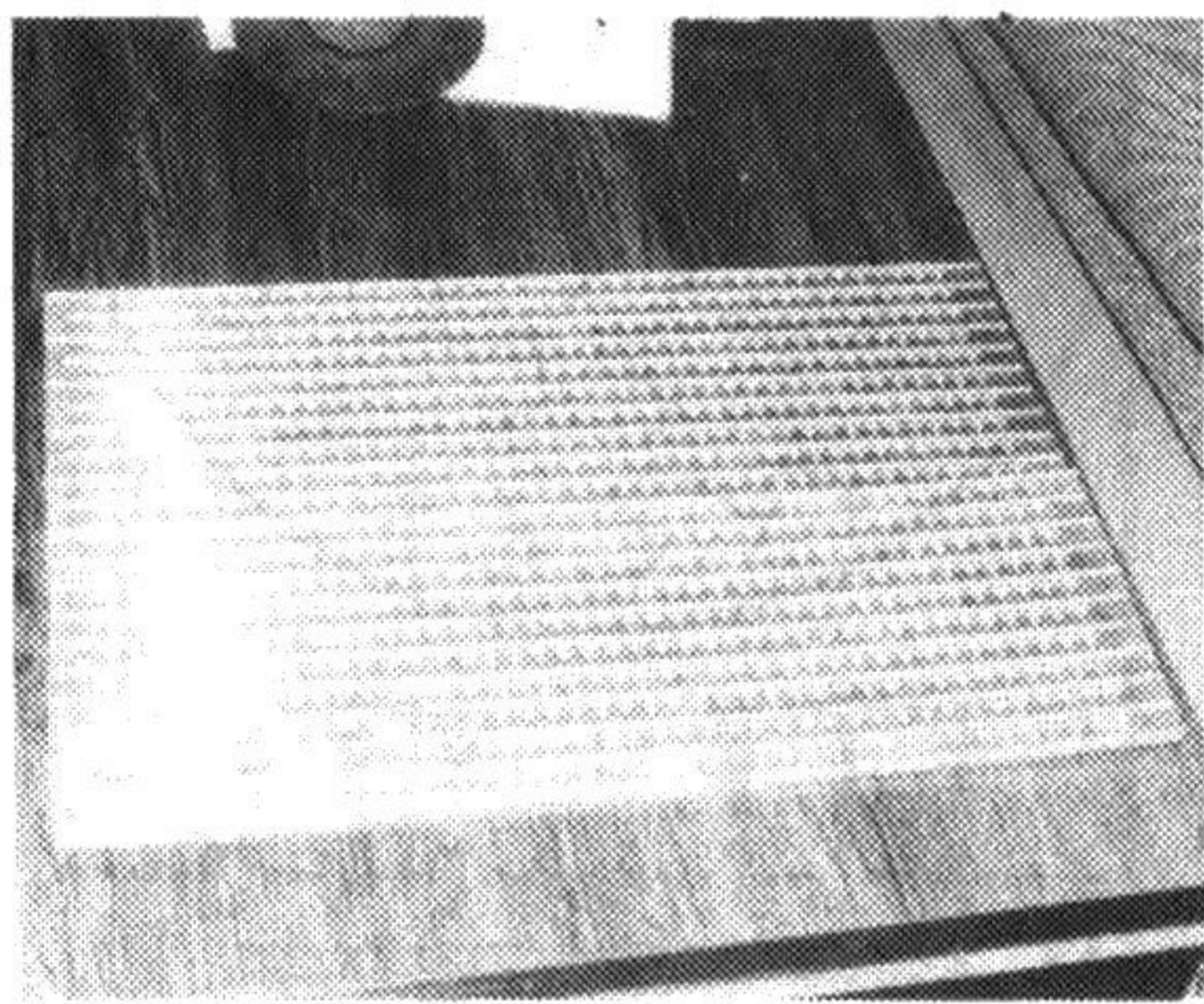


図5

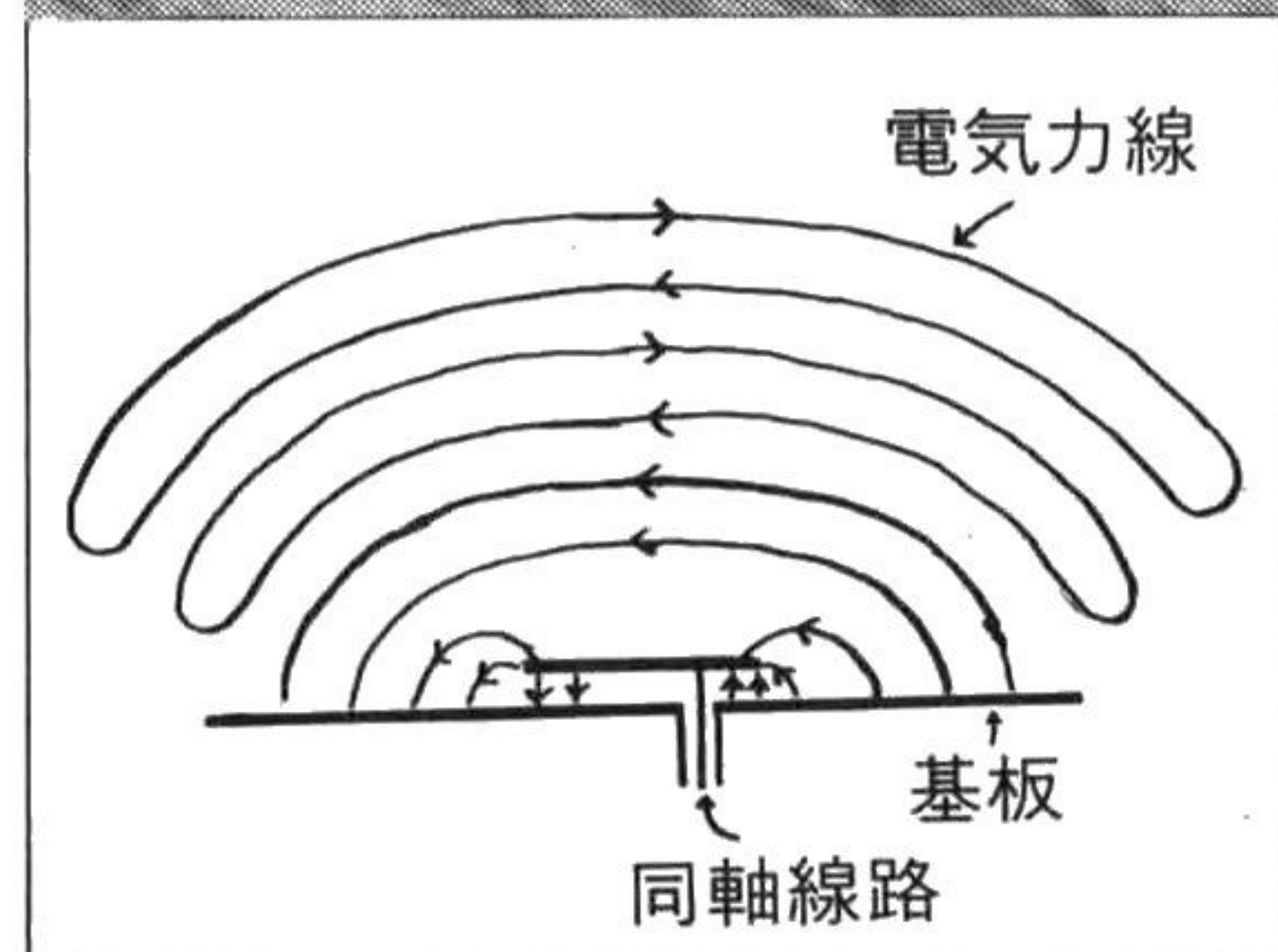
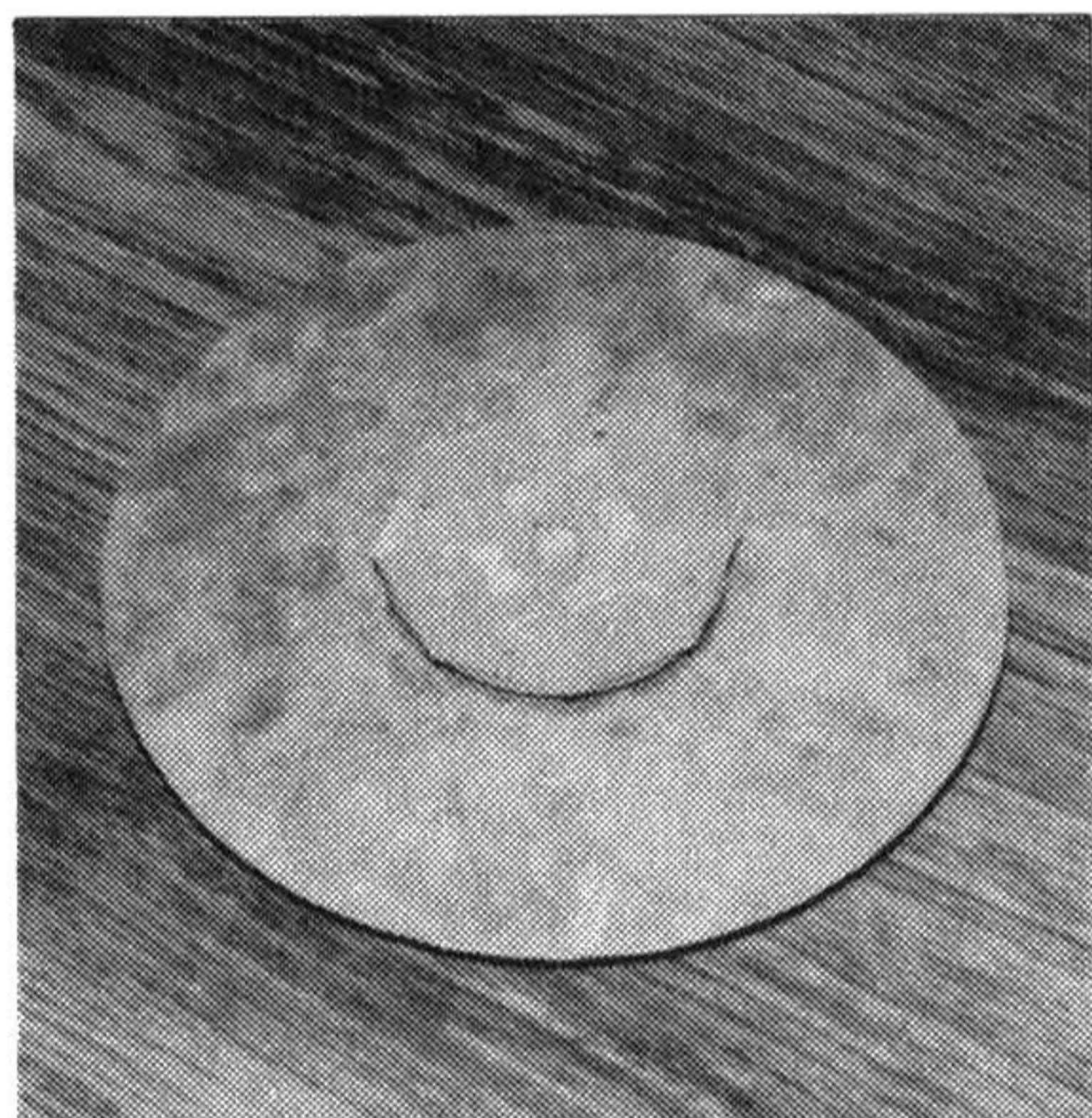


図6

リングパッチアンテナ

写真では、上面が円形の近似として八角形のものを用いている。



アンテナを固定したまま指向性を変える

航空機用の衛星通信アンテナも後藤先生の研究対象の1つである。現在、国際線の飛行機は地上と直接交信することが難しいため、機内で電話をかけることはほとんど不可能である。そこで、航空機から衛星を経由して地上と通信できるようなアンテナが考案されている。

航空機は地球上のかなり長い距離を移動するので、飛行位置や方向によって衛星の方角は違って来る。これに対応するために、現在でもアンテナを機械的に動かす方法があり、

実際に船舶等ではその方法が用いられているが、大きなスペースが必要になるために航空機には向いていない。そこで先生は、電氣的に指向性（電波の送受信ができる方向）を変化させることのできる平面アンテナも研究されているのである。

図7がそのアンテナで、パッチアンテナを縦横3列ずつ並べたもので構成されている。これらの9つの素子となるアンテナから発射される電波の位相を操作することにより、アンテナ全体の指向性を変えることが

できる。これが実用化されれば、航空機と地上はいつでも無線で結びつけられるようになり、地上から飛行機を管制することも可能になるだろう。

これらのアンテナの研究は独自のアイディアに基づいている。研究において重要なのは、他人と同じ事をやらないことだと先生は言っておられた。

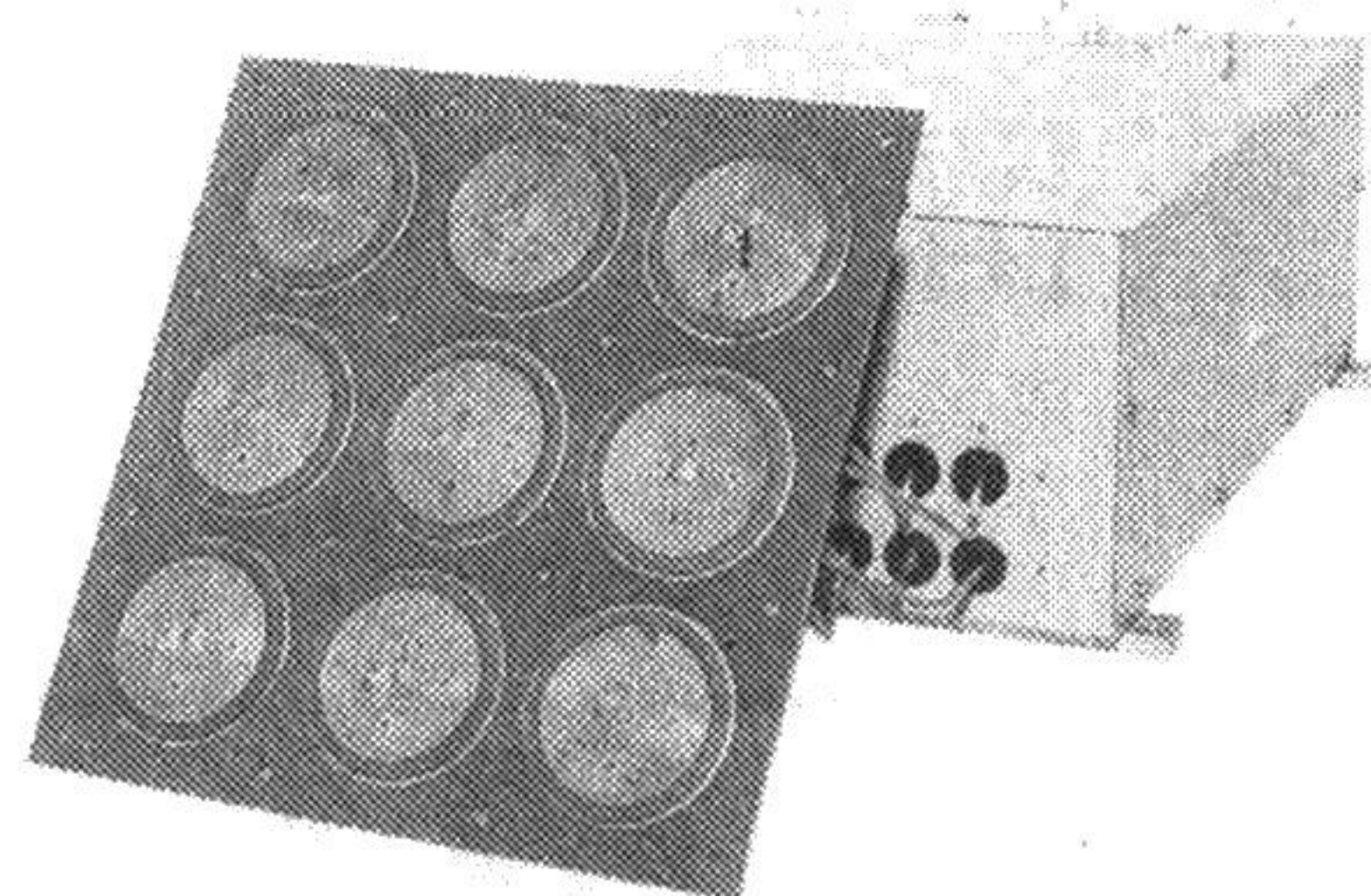


図7 航空機用平面アンテナ



アンテナの研究は、経験やカンがものを言う

後藤先生は、高校時代にアマチュア無線をやっておられ、それがきっかけで電磁波研究の道に入られたそうである。当時、無線機やアンテナは現在のように市販されていなかったので、無線通信をするにはこれらを自作する必要があった。無線機の発振回路などは、大学の交流回路の講義で習う程度の知識で計算して作ることができるが、アンテナに関してはこの計算が非常に難しくなる。先生は大学で勉強を進めてゆかれるうちにこの難しい部分に挑戦したくなり、アンテナの研究を始められたそうである。

アンテナの持つ様々な特性は、結果的には計算することができるが、そのためには相当な知識や経験を積みまなければならない。数学的な知識もかなり必要ではあるが、何よりも重要なのはカンだそうである。アンテナの計算は非常に複雑なために、たとえスーパーコンピュータを用いても厳密な解を求めることは難しいという。そこで計算においては、何らかの要素を無視して近似の解を求めることになる。厳密な解は1通りしかないが、近似をした場合にはどの部分を無視したかで様々な解が出てきてしまう。そのため、どれを計

算に入れどれを無視するか判断するためには、長年の研究の間に積み上げてきた経験やカンが必要になってくるのである。

また、研究を進めていく上で、かなりのアイディアを出していく必要がある。後藤先生は、アイディアを出すのに最も大切なこととして時間をかけて考えることを挙げられた。何か困難なことが起きた時でも、そのことについて十分長い時間考えていれば、いつかはその突破口となるようなアイディアを思いつくのである。

後藤先生は、新入生に対し勉強の楽しさについて、次のように言っておられた。

「本を読む、勉強をするというのは高級な遊びのはずなのです。そういう勉強の楽しさを味わってほしい。面白味があれば授業の単位なんて全

然心配ないね。本当に勉強は面白いのだから。」

このことは、新入生だけでなく、大学で学問を学ぼうとする者全てに共通して言えることではないだろうか。

(越智)