

ある
気象学者の
一生

兄 藤田哲也 著
弟 藤田碩也 編集

LIFE OF A METEOROLOGIST

ADDENDUM TO

The Mystery of Severe Storms

WRL Research Paper 239

UNIVERSITY OF CHICAGO

Written by TETSUYA FUJITA

Edited by SEKIYA FUJITA

第一章 小倉生まれで九州育ち

- | | | |
|---|-----------------------|---|
| 1 | 少年時代 | 4 |
| 2 | 地質学の教授に師事して地形図を習う | 1 |
| 3 | 長崎と広島の原爆被害調査 | 1 |
| 4 | 背振山頂の雷のおかげでシカゴ大学教授になる | 8 |

第二章 渡米してたつまきの神秘に挑戦

- | | | |
|---|------------------------|---|
| 1 | ものすごいアメリカのたつまきと藤田スケール | 2 |
| 2 | 大たつまきの中に隠れている子たつまき | 5 |
| 3 | たつまきの写真を集めて距離と大きさの三角測量 | 3 |
| 4 | 回転雷雲を三台の飛行機で追跡する | 7 |

- 5 陥没していた親雲の頂上
6 たつまき被害調査の思い出

4 8
5 2

第三章

航空機を吹き落とす風を発見

- 1 不思議な強風ダウンバースト
2 セスナ機でダウンバーストの爪跡をさがす
3 ドプラレーダーで探知に成功
4 マイクロバーストとマクロバースト
5 マイクロバーストを上から下へ縦切りする
6 小型機でマイクロバーストに突入する
7 日本人が参加し、ターボジェットで親雲を追う
8 日本でも増加中のダウンバースト

5 4
5 8
6 3
6 6
7 5
7 9
8 4
8 9

FOREWARD

In October, 1992, I published a memoir book "**The Mystery of Severe Storms**", a 298-page hardcover book printed in color. Since then, I received numerous requests on translating some of my personal research stories into Japanese. Translated and elaborated in this **ADDENDUM** are my unusual research experiences both in Japan and the United States. They are:

- Chapter 1. Born in Kokura and grew up in Kyushu**
(Boyhood to faculty years)
- Chapter 2. Uncovering Mysteries of U.S. Tornadoes**
(Looking up, flying around, and looking down the tornado cloud)
- Chapter 3. Discovery of Downburst**
(New definition of Microburst and Macroburst)

In assisting my inadequate command of Japanese characters, my brother, Sekiya Fujita at my birthplace in Kitakyushu City, Japan edited my initial manuscript and FAXed the camera-ready text to me, page by page. Without his dedicated assistance, this addendum could never have been completed.

Approximately 2000 complementary copies are printed for presentation to those agencies and individuals who rendered assistance to my research effort in both the United States and Japan.

With appreciation,

July, 1996

Tetsuya T. Fujita
Professor Emeritus
University of Chicago

第一章 小倉生まれで九州育ち

1 少年時代

私の出生地は、現在の北九州市小倉南区、北九州空港の南約一キロにある静かな村、中曽根。私が生まれたのは一九二〇年で、その頃、中曽根の人口は約千人だった。

いま考えてみると、中曽根の環境は、少年時代の私が、自然に親しみながら科学の勉強をするのに理想的であった。村の南西には貫山の雄姿がそびえ、山の麓まで水田が続いていた（一図）。私は小学校の先生をしていた父につれられて、梅雨明けの田植え、夏の田の草取り、また秋の刈り入れを見ながら、貫山まで何度も歩いたことを思い出す。



1 図 中曽根の南西にそびえる標高 7 1 2 m の貫山（ぬきさん）。



2 図 中曽根藤田家の上空 5 0 0 m のヘリから写した沖堤（おきどて）と間島（ましま）。

中曾根の東二キロには、瀬戸内海に面して、長々と連なる沖堤（おきどて）がある。満潮の時には、海水が押しよせ、堤防にくだける大波、小波を見て楽しんだ。潮が引くと、二キロの沖までつづく広大な干潟が出来るので、父と私は堤防を下りて干潟を渡り、二キロ沖の無人島、間島まで遠征する。やがて海水がじわじわと沖堤に向かって押し寄せて来るので、父と私は小走りに、細長い砂丘を通って沖堤に戻ってくる（二図）。父が数年前に、潮に取り巻かれて、通りがかりの舟に助けられたことがあったと話してくれた。

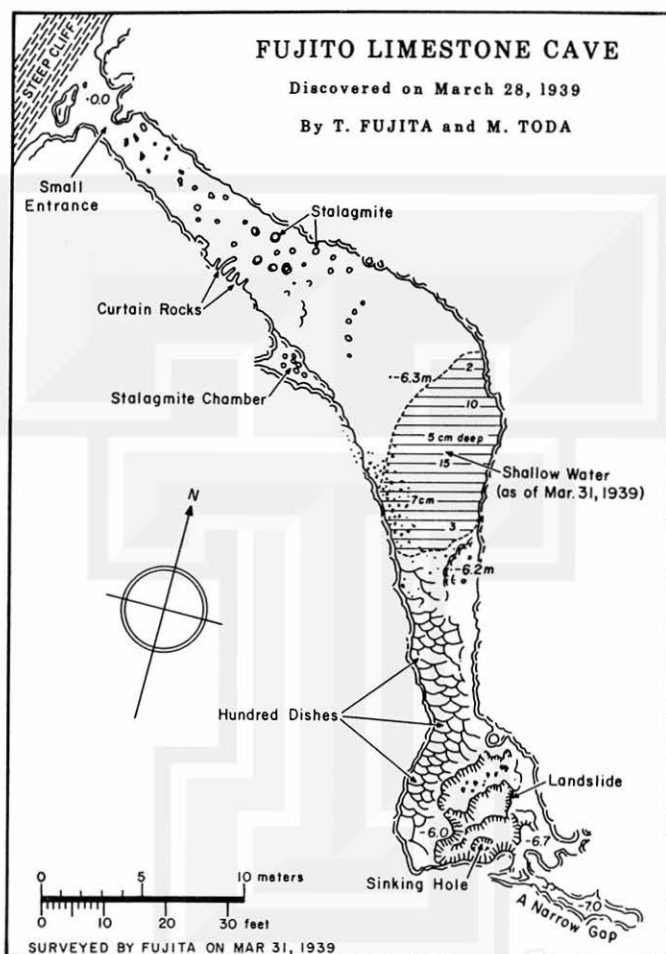
そんな、きわどいことを繰り返している時、潮の満ち引きは、月と太陽の引力で起こる事を父に教わって、引力とはすごい力だと感心した。その頃から、少年の私は天文学に興味を持ち、月の形の変化に注意するようになった。また眼鏡のレンズを使って望遠鏡を作り、太陽の黒点のスケッチをし、太陽も地球のように自転している事を知った。

一九三九年、わたしが一八歳の年は多忙であった。年が明けて間もない一月一七日の朝早く、父が亡くなり、「哲也」、「哲也」と可愛がっ

て、沖堤から干潟を渡って間島へ、また私の大好きな貫山に連れていってくれた人は、もういない。目を閉じれば涙がこみ上げてきて、さみしかった。その時、私は一八才、まだ小学生の一二才の妹と一〇才の弟に、これから兄弟が力を合わせて、藤田家を発展させようと話し合った。それから約二ヶ月後の三月二五日は小倉中学の卒業式。私は、同校で初めての理科賞を受賞した。帰宅後、「お父さん、哲也は・・・」と何度も呼びかけたが返事はなかった。母と賞状を手には墓参りをして、無言の父と対面。その時哲也はきっと科学者になりますと誓った。

卒業式がすんで三日目、三月二八日の朝、裏のたんぼから、貫山を見上げながら思った。「父に連れられて、山頂までは何度も行ったが、山の向こうにはなにがあるのだろうか？」と。一人で行くには距離も遠いし、ちよつと心配なので、近所に住む年下の戸田雅之君をさそい、二人で貫山の裏側を探検するため、中曽根を出発した。

父に教わった通り、貫山は花崗岩の山、山頂の木によじ登って南方を見渡すと、そこには大穴と呼ばれる、直径一キロ、深さ二百メートル程



3 図 藤田哲也と戸田雅之が 1 9 3 9 (昭 1 4)
 3 月 2 8 日 に 発 見 し た 藤 戸 鍾 乳 洞 の 平 面 図。



4図 1989年（昭64）6月、哲也が里帰りしてへりから撮った、藤戸洞付近の険しい地形と原生林。最近出来た林道が鍾乳洞の下の谷間までのびていて、洞まで行きやすくなり、破損と落書きが増えている。

の窪地があり、穴の斜面も底も、昼でも暗い原生林に覆われていた。大穴の後方には、広大な平尾台の石灰岩台地が見え、大穴の南半分は石灰岩、北半分は花崗岩で出来ていることがわかった。この時、私はすでに地質学にも興味を持っていた。

年上の私が、「花崗岩と石灰岩の境界近くに鍾乳洞がありそうだ」と言うのと戸田君はうなづいて「行ってみよう」と答え、二人はやがて暗い原生林の中を南に向かって前進、五、六百メートル進んだ所で、巨大な石灰岩の壁にはばまれてしまった。気がついた時には、若い二人は、その壁を約十メートルほど登っていた。もうおそいから引返さなければならぬと思ったとき、突如、目の前に現れたのは幅二メートル、高さ五メートルほどの石灰岩の割れ目。その奥には未知の洞窟があり、数匹のこうもりが飛び交っていた。やがてあたりが暗くなりはじめたので、発見した洞窟の位置を記憶して、大急ぎで貫山の北西の斜面を通って下山。帰り着いた時、日はとっぷり暮れ、村人は心配しながら、二人の帰宅を待ちわびていた。「私たちは、新しい鍾乳洞を発見したのだ。」と

いっても誰一人信用してくれなかった。その翌日、新しい鍾乳洞を、藤田と戸田を組み合わせて、藤戸洞と名付け、三月三十一日に測量した見取図（三図）をつけて、役所に報告した。一九八九年六月、里帰りした時、毎日新聞社の好意でヘリを一時間借りて、北九州各地の航空写真を撮った。空から見た藤戸洞付近（四図）は原生林に覆われ、大穴の底の植林地へは林道ができ、今では、比較的楽に藤戸洞に行けるらしい。

私の八才下の弟碩也は、洞窟発見の直後から何度も藤戸洞を訪れ、内部が次々に変わることになった。洞内の水は乾期には干上がって全くないが、雨期には洞全体が水没。その変化とともに、洞内のこうもりの数に変化し、藤戸洞が生きていることを再発見した。残念ながら、観光客の増加とともに、落書きが増え、内部が荒らされて、発見時の鍾乳洞の美しさが年々失われているらしい。

父が四六才の若さで他界したため、藤田家全員が写っている写真は、唯一枚（五図）だけ。それは、一九三四年に写した写真で、父は四二才、母三二才、祖母六三才が最年長者。私哲也が一四才、弟碩也六才、また



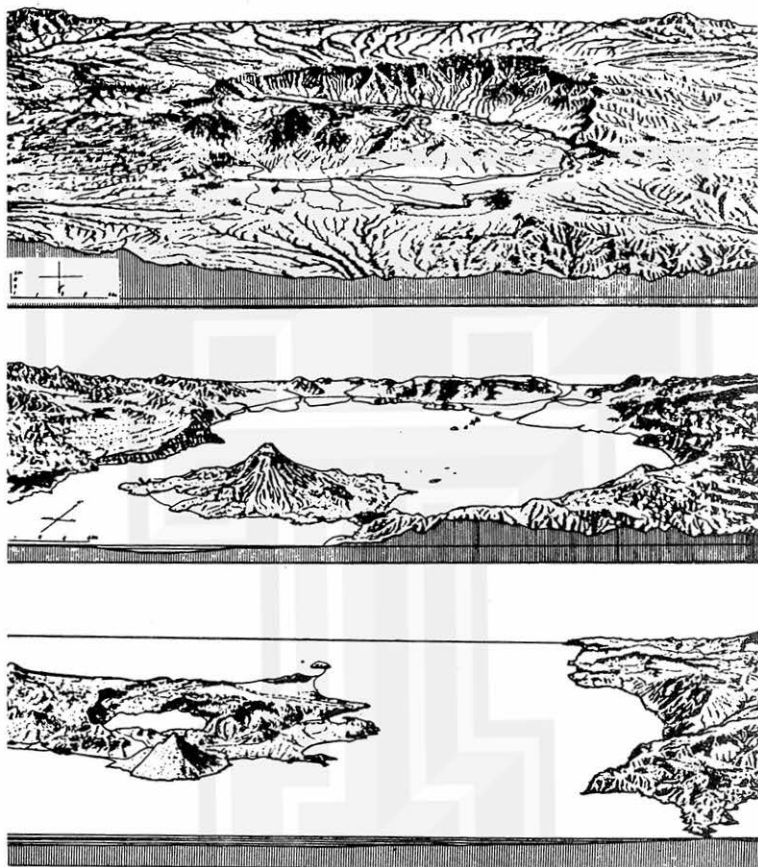
5図 1934年（昭9）に撮った家族写真
 後列右から・・哲也14才、母よしえ32才、祖母（父の母）63才。
 前列右から・・碩也6才、父友次郎42才、妹閑子8才。

妹閑子（しずこ）八才の六人家族であった。

不幸にも両親とも短命で、父が亡くなって二年後、母は三九才で父の後を追って他界してしまった。両親を失った後、藤田家の家計は苦しく、私が教授の研究助手をしたり、また何人かの家庭教師をして、何とか生活してきた。

2 地質学の教授に師事して地形図を習う

やがて明専（明治専門学校）の機械科の学生であった私は、地質学の松本唯一教授に師事し、教授の地質旅行に同行。山に登り、谷をめぐりながら、地図の見方や作り方を教わった。その時、驚いたのは、教授は地図を見ながら歩くのではなく、地図の誤りを訂正しながら、地質調査をしていることだった。学生の私にも、少しずつ、地形の美しさがわかり、教授の学位論文に引用された、阿蘇や始良カルデラの立体図を、一九四〇年私が二〇才の時完成した（六図）。



6図 哲也が20才の時、1940年
 (昭15)に描いた立体図、上から・・阿蘇、
 始良と阿多カルデラ。5万分の1地形図を
 立体化したもの。

小倉の片田舎に生まれ、井の中の蛙であつた私の視野が、九州全土に広がり、久住山、阿蘇山、霧島山、桜島等に毎年登り、大自然を舞台に地形学の研究をした。そのおかげで、五万分の一の地形図を見ると、山や谷が地図の上に浮き上がつて立体的に見えるようになった。碩也は地質旅行には同行しなかったが、私が地図を広げて勉強しているのを見習つて、地形学や地質学に興味を持ち始め、藤田兄弟がそろつて松本教授を尊敬するようになった。

私は一九四三年、戦時中に明専機械工学科を卒業し、物理学教室の研究助手を一ヶ月勤めた後、当時の文部教官、助教授に任命された。しかしながら、学校には予算も設備もなく、文部省からわずかな個人研究費を支給されて地学を研究した。

一九四六年に桜島が大噴火した時、学生、助手とともに、鹿児島から桜島南部に上陸。噴火の様子や溶岩流の動きを夜間撮影したが（七図）、それはかなり危険な撮影だった。当時、助教授の月給は六六〇円、一ドル一五円時代。私の月給はわずか四四ドルだったことになる。

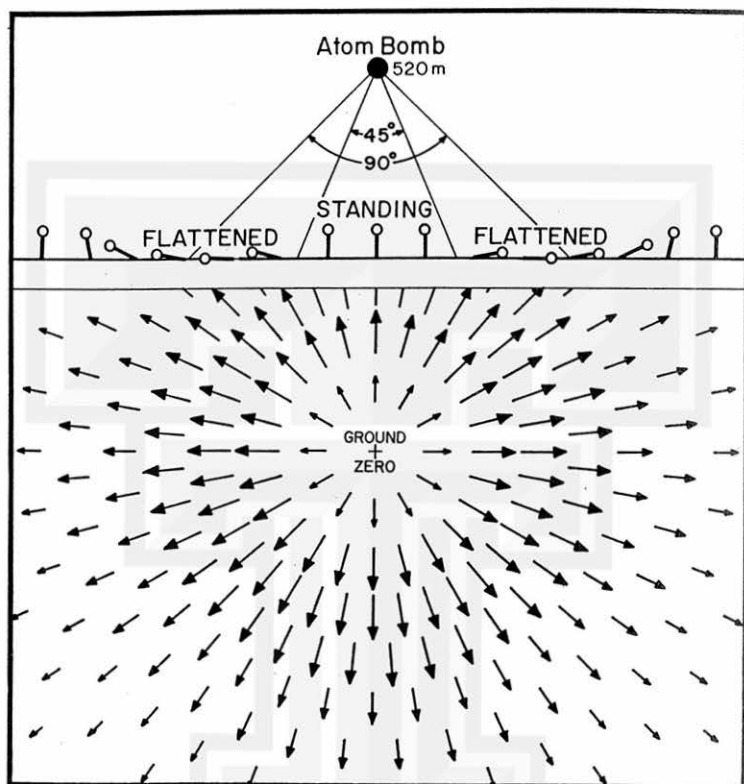


7図 1946年（昭21）桜島南岳の噴火
と動く溶岩流の夜間写真。参加した方々は、
大高猛氏、川口博氏、櫛田薫氏、
吉田正人氏

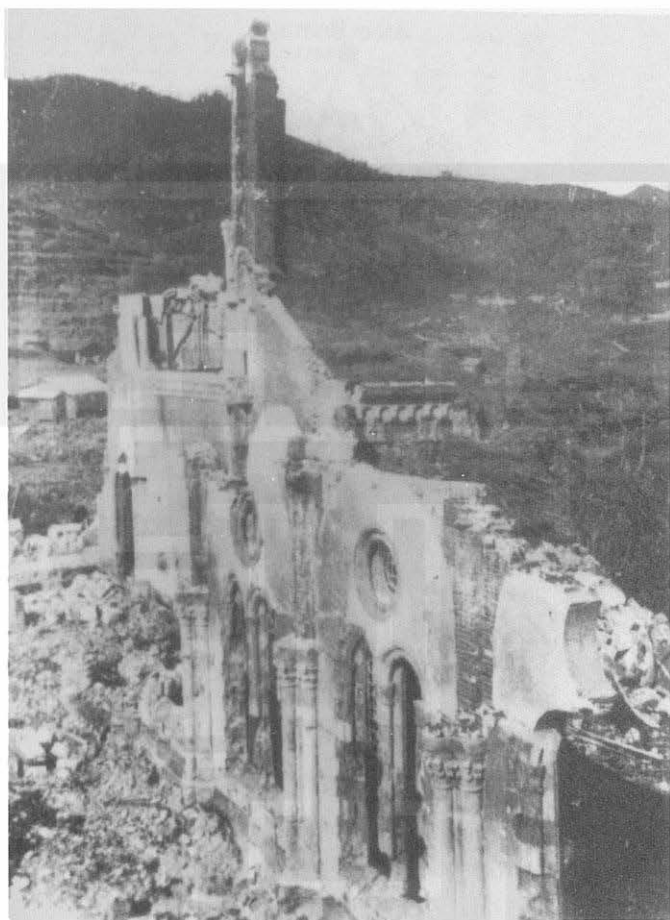
3 長崎と広島の原爆被害調査

一九四五年八月九日、長崎市の浦上上空で原子爆弾が爆発。その約三週間後、数人の教授と学生が現地に行き、放射線と爆風を伴う原爆の威力を調査することになった。私は物理学の助教授として志願。小倉から身動きも出来ず、トイレにも行けない満員列車で浦上へ。

到着してみると駅は消えて、見えるのは駅員と人垣ばかり。「ものすごい」が我々の第一声だった。その後三日間、夏の炎天下の調査で、爆発高度を地上五二〇メートルと計算。直下地点（グラウンド・ゼロ）周辺の木の倒れ方を細かく調査。ゼロ地点では、木は直立していたが、どの木も真っ黒く炭化していた。ゼロ地点から三〇〇メートルまでの木は、外向きに放射状に傾いたり倒れたりしていた（八図）。水平方向の破壊力が最も強かったのは、三〇〇メートルから七〇〇メートル位。そこでは鉄柱は押し曲げられずに根本から引きちぎられたように折れていた。



8図 長崎原爆により倒れた樹木の方角。



9 図 浦上天主堂の被害。哲也が壊れている壁によじ登って撮影。

放射線で焼け、爆風で壊れた浦上天主堂の一部によじ登って、見る影もない浦上の町を眺め、天主堂の写真を書した（九図）。

その後、山の斜面を歩くと、焼け残った立木の下から、グリース状の液体が流れ出し、その原点には、息絶えた人が横たわっていた。原爆の放射線で焼かれ、森の中へと移動中に力つきたのだろう。一体ごとに合掌をして冥福を祈り、下山した。

帰宅して約二週間後、次の調査団の一員として広島へ行ったが、原爆後、一ヶ月半もたっていたので、長崎のような、生々しい被害は残っていなかった。私が計算した爆発高度は、地上五三〇メートル。鉄柱の倒れ具合から推定した原爆の力は、長崎の方は約二〇パーセント強力であった。

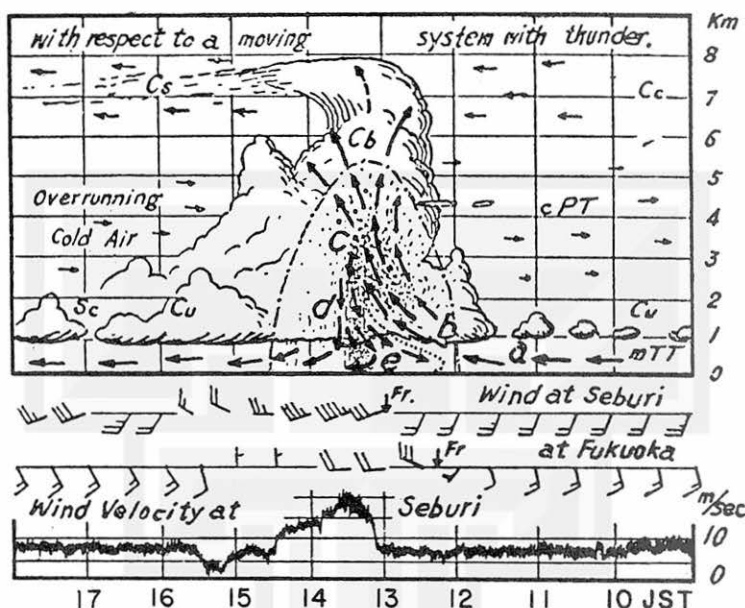
後日のニュースで、広島はウラン、長崎はプルトニウム原爆であったと知らされた。強さの差が現地調査ですぐわかるほど、プルトニウム原爆は強力であった。ガイガー・カウンターも持たないで、被害地しかも長崎と広島を訪れた私は、無知でありまた無謀でもあった。

もちろん、爆心地では、地面からの放射線をさけるため、たち続け、絶対に腰を下ろさなかったが、天主堂の壁によじ登ったのが今でも氣になる。今年は、一九九六年、爆心地を訪れてから五一年目。今のところ私は原爆病にはかかっていないらしい。

4 背振山頂の雷のおかげでシカゴ大学教授になる

私は、シカゴ大学のバイヤース教授から、原爆とは何の関係もなく、「君は航空気象学に関する、重要な発見をしているので招待したい。」と言う手紙が来たので一九五三年に渡米した。

私が夢にも思わなかった、その発見とは、一九四七年八月二四日、福岡県と佐賀県の県境にそびえる背振山頂測候所の観察小屋の中。所長の大谷和夫氏、私と助手の三人が、南西から山に接近中の強い雷雲を待っていた。やがて雷雲が山頂上空に達すると、二〇メートル以上の強風が吹き、気圧は狂ったように変動した。幸い、小屋の壁から雨が入っただ



10図 1947年(昭22)背振山頂で観測した雷雲の断面図。アメリカでは空軍の研究としてフロリダ州とオハイオ州で雷雨の研究を1947~48に行い、研究主任のバイヤース教授が1949年6月に、雷雲の下部に下降気流があることを発表したばかりだった。当時のお金で2百万ドル使ったそうだが、九州の無名の藤田が100ドル足らずの研究費で全く同じ下降気流を発見しているのに驚いたらしい。

けで、小屋に被害はなく、風と気圧の変化を自記計が完全に記録した。

雷雨中に気象データが完全にとれたのは、大谷所長の長年にわたる整備と努力のおかげだった。

その大谷所長は一九七一年（昭和四十六年）九月八日、五〇才の若さで他界され、氏の人望をしのんで、多数の追慕の手紙が寄せられた。一九八五年に、妻の大谷豊子さんがご主人の思い出を「背振嶺の夜明け」と題して、自費出版された。私の雷雨研究が成功したのも、大谷和夫氏のたまもの。改めてお礼を申し上げ、ご冥福をお祈りいたします。

背振山の雷雨のデータを、明専に持ち帰って、細かく分析した結果、上昇気流に押し上げられて、空高く発達した雷雲の下部、ほぼ背振山頂の高さに、今まで知られていなかった下降気流があるという結論をだし、雷雲の断面図を英語で書き（一〇図）、シカゴ大学に自己紹介をつけて郵送した。やがてパイヤース教授から、明専の藤田哲也博士宛に、思いがけない招待状が来たが、教授は私が博士号を持っていると思っていたらしい。早速、私は「まだミスターでドクターではありません」と返事

を出すと、「ドクターになつてシカゴに来てください。その日まで待つています」とのありがたい返事。すでに東大の正野重方教授に学位論文を提出していたので、その論文が教授会でパスするのを待つて、一九五三年の八月八日、パンアメリカン機の一等（当時は一等しかなかった）で片道六五〇ドル払つて、ウエイキ島、ホノルル経由でサンフランシスコ着。その後三日の汽車の旅で大陸横断。八月十二日正午にシカゴ着。ホームで、バイヤース教授の秘書に迎えられて、シカゴ大学へ。英語しか使えない私のアメリカ生活が始まつた。

☆ サンフランシスコに着いた時、外貨が二五ドルしかなくて困つた。宿泊した草野ホテルの支配人が、ポケットから二〇ドル出して借用証書無しで貸してくれ、「シカゴでお金が入ったら返しなさい。オゲンキデ」と言われ、日系人の親切が身にしみた。

第二章 渡米してたつまきの神秘に挑戦

1 ものすごいアメリカのたつまきと藤田スケール

アメリカには毎年数百個のたつまきが起こるが、多い年には千個以上、それは全世界のたつまき数の約七五％に当たり、圧倒的な、たつまき発生源国である。日本では、恐ろしいものを順に、地震・雷・火事・親父と言うが、アメリカでたつまきが来る時、泣く子も黙るくらい、人々はおそれおののき、安全な場所へと避難する。恐ろしいものの順位は、むしろ、地震・たつまき・雷・親父と思われる。

アメリカではたつまきをトルネードと言い、渦の中心付近には、ロート雲が見える（1図）。巨大なたつまきの渦は、砂ぼこりに取り巻かれているので、ロート雲が見えないことが多い。たつまきの渦には、屋上



1. 図 ノースダコタ州オスナブロックで写した弱いたつまきのロート雲 1978年7月24日、場所はアメリカとカナダの国境の南約40キロ。このたつまきは次第に発達して、ハイウェイを横切り、アスファルトの一部を吹き飛ばした。

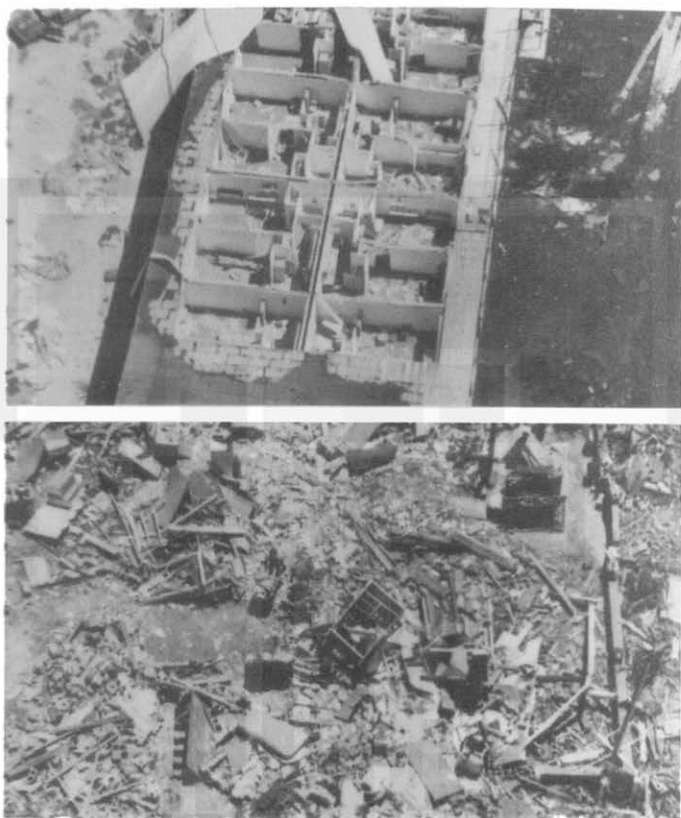
のアンテナを倒す程度の弱いものもあれば、大型車を軽々と持ち上げ、くるくる回転させながら放り出すような超能力の持ち主もある。

日本では地震の強さをマグニチュード、アメリカでは、リヒター・スケールで表わすが、アメリカのたつまきは、発生数を数えるだけで、強さを全く無視していた。それに気づいて、私は、一九七一年（昭和四六年）に藤田スケールを作り、数年間テストした。今では、アメリカ、日本、カナダ等の各国で使われ、たつまき以外の強風、例えば台風の局地的被害の判定にも利用されている。

藤田スケール「Fスケール」

「F0」秒速一七・三メートル（軽度の被害）

煙突やテレビのアンテナが壊れる。小枝が折れ、根の浅い木が風に押され傾くことがある。



2図 藤田スケールの被害写真。上はF 2で屋根が飛んでいるが壁は残っている。下はF 4で屋根も壁もないが壊れたものは残っている。F 5だと残るのは家の土台だけ。

「F1」秒速三三〇四九メートル（中程度の被害）

屋根瓦が飛び、ガラス窓が割れる。ビニールハウスの被害甚大。走行中の車が横風を受けて、道から吹き落とされることがある。

「F2」秒速五〇〇六九メートル（かなりの被害）（二図上）

住家の屋根がはぎとられ、弱い非住家は倒壊する。大木が倒れ車が道から吹き飛ばされ、列車が脱線することがある。

「F3」秒速七〇〇九二メートル（激しい被害）

壁が押し倒され、鉄骨づくりがつぶれる。列車が転覆し、大木が根こそぎになることがある、ミステリーが起こりはじめる。

「F4」秒速九三〇一一六メートル（荒廃的被害）（二図下）

住家バラバラになって飛散、弱い非住家は跡形もなく吹き飛び、一トン以上もある物体が降ってきて、ミステリーが起こる

「F5」秒速一一七〇一四二メートル（信じられない被害）

人家が跡形もなく吹き飛び、立木の皮がはぎとられ、車や列車が飛ばされ数トンもある物体が、どこからともなく降ってくる。

「F6」秒速一四三〇一七〇メートル（想像を絶する被害）

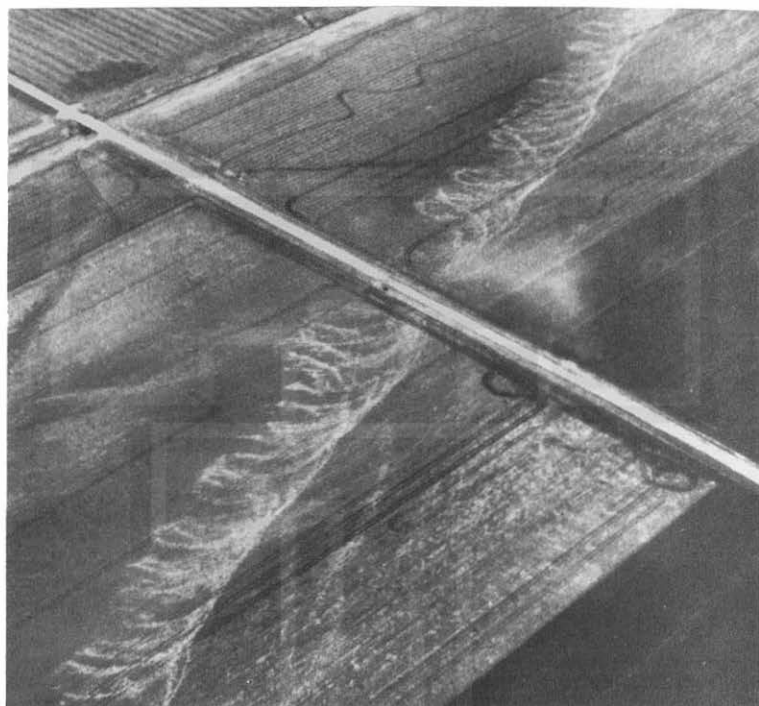
「F4」以上は日本では報告されていない。また、「F6」は最近オクラホマ州の小型ドブラーで測定されたらしい。ただしFスケールの最高は「F12」で秒速三三〇〇三六五メートル。そんな強風は地球上には存在しない。

2 大たつまきの中に隠れている子たつまき

「大たつまきの中には子たつまきが隠れていて、メリー・ゴー・ラウンド（回転木馬）のようにくるくる回っていると私が提唱した」。

それは1971年だった。ところが学会や一般市民も、私の説には、絶対反対。「藤田が言うような、子たつまきを見たアメリカ人は一人もない。大たつまきは、大きい一つのたつまき（ラージ・ワン・トルネード）で子たつまき説は藤田の夢だ」と反論。私も負けずにがんばった。「見た人がいないから、子たつまきは無いとはいえない」と。やがてロ―カル新聞でたたかれ、反対電話もかかってきた。そのため私が得をしたのは、色々な人と電話で反論したおかげで、英語で文句が言えるようになったこと。

ここで私の夢が「正夢」であつた理由を説明しよう。私は一九六五年頃から、たつまきの経路の航空写真を撮り続けてきた。小さいたつまきの後には幅の狭い線が残っているが、大きいたつまきは幅広い線を残さず、螺旋状の跡が見える。（三図）。一九五三年頃から、螺旋の航空写真を撮った人があるが、その線は、たつまきにとらえられて回転する図形物が、地面をひつかいて出来たもの、と思っていた。では、螺旋の正体は何だろう



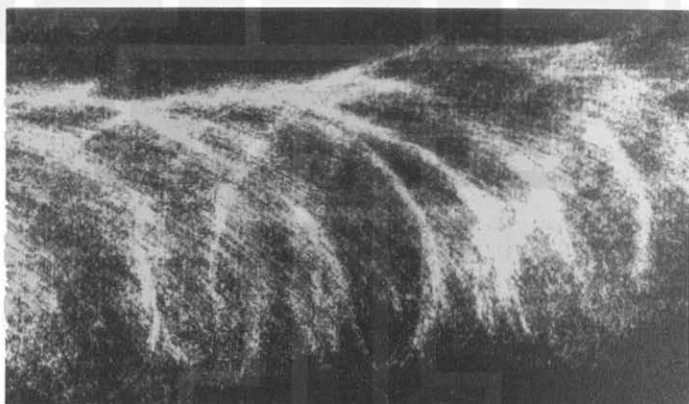
3 図 イリノイ州中部に発生した大たつまき
が残したらせん状のマーク。それは大たつ
まき内の子たつまきが残した線で道路を横
切る時らせんが弱まっているのは、一時的
に子たつまきが消えかけたためと思われる。

一九六七年四月、シカゴの近くを大たつまきが通った後、セスナから螺旋の跡が見えた。その正体を確かめるため、先ず航空写真を撮って、近くの飛行場に着陸。畑の中を歩いて、螺旋のある場所に近づいた。

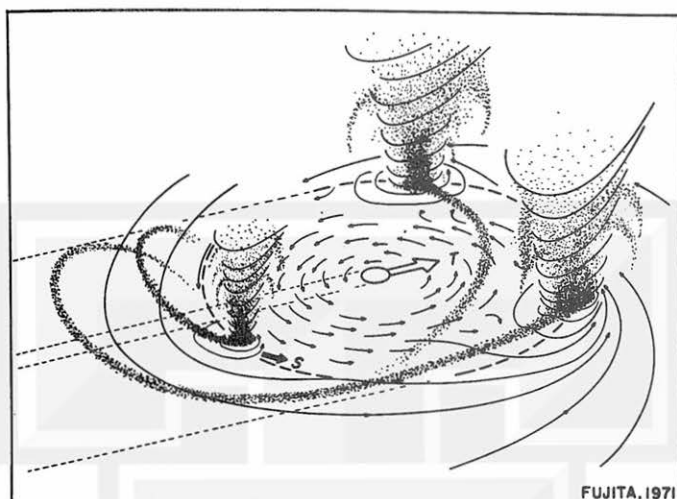
驚いたことに、その螺旋は固形物に引つかかれた窪みではなく、小さいゴミの丘だった。丘の高さは、約一〇センチ、幅は五〇センチ位で（四図上）、飛行機からはゴミには見えず、無数の螺旋に見えた（四図下）。

私の直感では、ゴミの丘を作った犯人は、大たつまきの中心を旋回しながら進む子たつまき。その直径はわずか数十メートル。中心には目がある。子たつまきの渦は、地上のゴミを、無風状態の目の中に集積するが、子たつまきが秒速数十メートルの速さで大たつまきとともに移動するため、持ち去れず、ゴミは取り残されて、子たつまきの中心が通った跡に、螺旋状のゴミの丘が出来る（五図上）。

残された問題は「子たつまきを見たことのある、アメリカ人が居るかどうか」そこに天の助けが現れた。その人はテキサス州に住む、スタイル



4図（上）1967年4月、シカゴ近くを通った大たつまきが残したアーク上のごみの丘。高さ約10センチ幅50センチくらいのゴミの集まりで、中には鶏の羽もあった。
（下）300mの高度から写したゴミの丘。丘がらせん状に見えるのは、子たつまきが
大たつまきの中を旋回しながら高速で移動したため。



5 図（上）1971年に藤田が予言した子たつまきの想像図。（下）テキサス州のスタイレス氏が1979年に撮った子たつまきの写真。藤田の予言を見事に証明した。

ス氏だった。一九七九年四月一日に、近くを通った、子持ちの大たつまきの見事な写真を写して、シカゴ大の私に送ってくれた（五図下）。その写真は見事に私の予言を立証し、多数の人々が、カメラやビデオで大たつまきの写真を写すようになった。

その結果、七〇パーセント以上の大たつまきの中に、子たつまきがひそんでいることが分かった。つまりほとんどの大たつまきは子持ちであった。私は、「心ここにあらざれば、視れども見えず」という古い諺を思い出して、先ず、一安心。

子たつまきが確認されたため、気象台は、たつまき対策を大きく変えなければならなかった。

一、たつまきが通った跡の大被害が、子たつまきの通路に集中していること。その理由は、子たつまきが、親たつまきよりも、早く走りながら渦巻くため。走る早さは親が二〇m、子は四〇mが普通。（秒速）

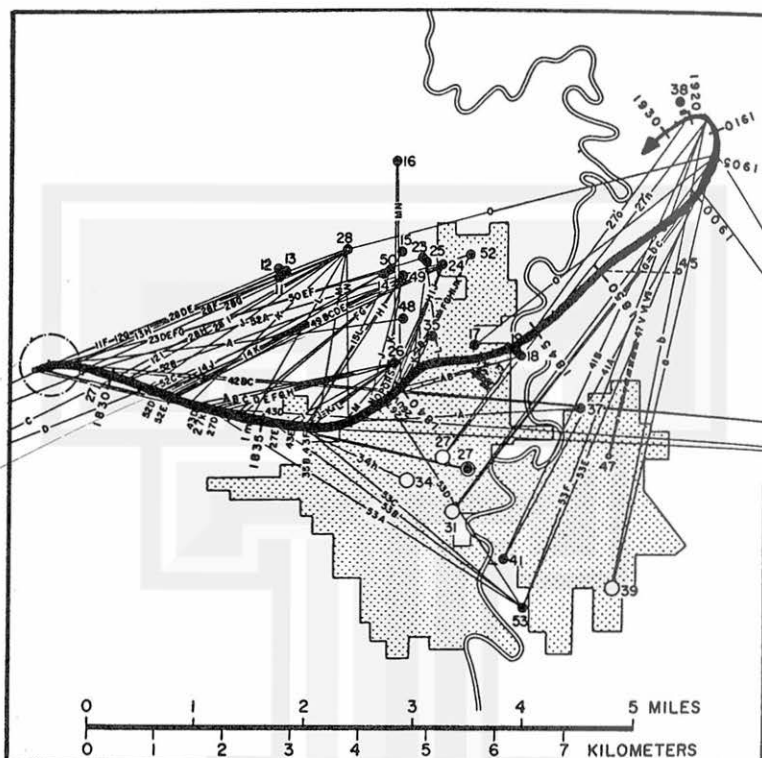
二、大たつまきの来る方向は、すぐ分かるが、くるくると旋回しながら前進する子たつまきは予想しない方向から、家屋に向かって突進する

ので、どの方向から来るのか分からない。そのため、窓を開けて気圧を均一にし、我が家を守ろうとしても、どの方向の窓をあけたら良いのか分からない。今では「たつまきの来る前に窓を開ける様に」と指示していた気象台が、反対に「窓をあけない様に」と対策を変更した。

3 たつまきの写真を集めて距離と大きさの三角測量

渡米して四年目の一九五七年（昭三二）に、ノース・ダコタ州のファーマーゴ市に、強いたつまきが起こり、土地の人が五〇枚以上の写真を写していることをニュースで聞いた。その後、バイヤース教授が「君独特の方法で、そのたつまきを調査しませんか」と言った。私は興味半分、「やってみます」と答えたものの、たつまき調査は生まれてはじめて、「出来るだろうか」と心配しながらファーマーゴ市に出張した。

到着後、市内のテレビ局に行つて、先ず自己紹介。つづいて調査目的を話すと、夕方の放送で「シカゴ大学から、たつまきの専門家の藤田博



6図 市民が写した、たつまきの写真197枚の撮影位置とたつまきの方向を組み合わせで決定した、ファーズたつまきの経路。たつまきは1957年6月20日18時27分に氏の西に着地、19時35分西の北東で消えた。

士が調査に来ているので、市民は彼に協力して資料を提供して下さい」と。ところが、その翌日、面会できた撮影者は僅か五名。おとづれた撮影現場が六ヶ所だけ。この調子では、調査終了まで何日かかるか分からない。少々心配しはじめた。調査がはかどらない理由は「私の下手な英語ではなかった。一人の市民に会うと、まもなく多数の人が集まり、たつまきの専門家（ではない）私に、たつまきの事の質問が始まり、答えても、答えても質問が果てしなくつづくからであった。

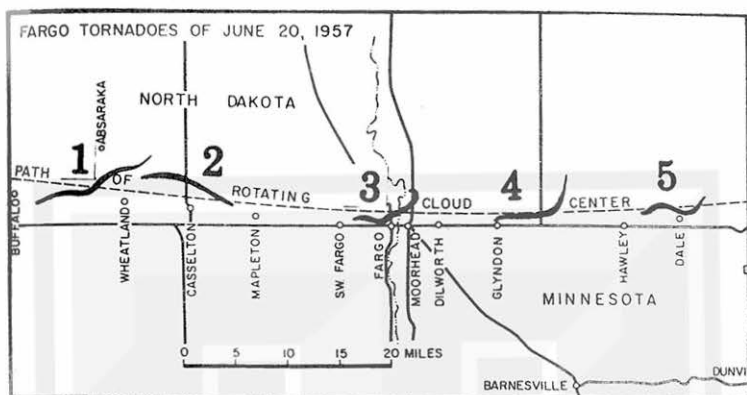
でも結果的にはうまくいき、やがて私の存在が全市に伝わって、市民が協力、フアーゴ市のその周辺五三箇所で写した、たつまきの生々しい写真が一九七枚入手できた。

それをシカゴ大学に持ち帰って、写真を写した位置とカメラの方向を正確に決定。三角測量の方法を使って、市を横切った、たつまきの経路図を作成した（六図参照）。フアーゴ市のテレビ局と、新聞社に提供。バイヤース教授に報告した。教授は「私は日本の藤田を発見して、アメリカに招待した事を何よりも誇りに思う」と非常に喜んで下さった。

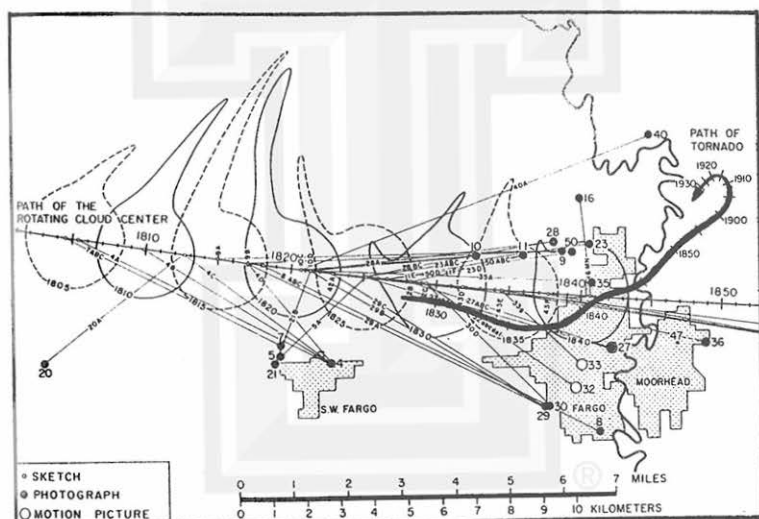
実はファーンゴ市のたつまきが起る前に二個、後に、もう二個、合計五個のたつまきが、次々に発生していた（七図）。最初のたつまきは、六月二〇日の一六時三〇分に起こり、最後のたつまきが二〇時一五分に消滅したので、五個のたつまきが、三時間四五分の間に、ほぼ四五分間隔で次々に発生していたことになる。

では、一体何がそのたつまきを生んだのだろうか？ 生みの親は雲に違いないから、その雲を「たつまきの親雲」と呼び、ファーンゴ市に接近中の親雲の位置を、写真による三角測量で決定した（八図）。親雲は、東西方向の、国道十号線に沿って、その北側を、時速三十キロのゆっくりした速さで東へ進んでいた。

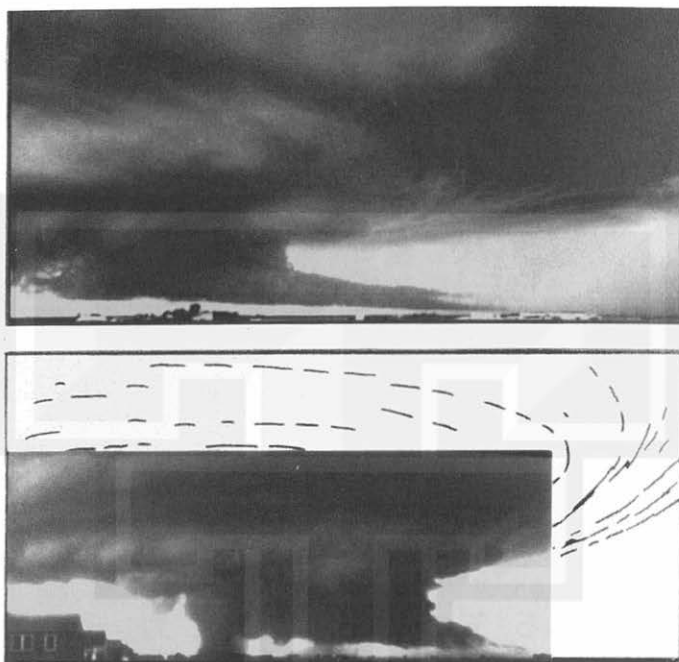
国道一〇号線を走る車から見た親雲の上部は、ゆっくりと渦巻いており、親雲の下部では、不気味な低い雲が回転していて、親雲全体が、巨大なたつまきのように見えた。こんな雲がファーンゴ市の上空を通過したら何が起るか分からない。一〇号線上をファーンゴ市の方角に走っていた、数台の車は、時速一〇〇キロに、スピードアップして、雲を追い越して



7図 ファーゴたつまきは親雲が生んだ5個のたつまきの第3番目であった。



8図 写真の三角測量で決定した、5分ごとの親雲の位置、ファーゴたつまきは、親雲の中心の500m南に着地した。



9 図（上）ファーゴ市の西12 kmに接近中の親雲。たつまきが発生する12分前。
 （下）19時10分、四番目のたつまきが着地したときの親雲、それは回転する雷雲で近くでは雹が降り雷雨があった。

フアーゴ市に到着、市はただちに「たつまき警報」をだした。

やがて、フアーゴ市の西に、親雲が接近。一八時一五分（九図）、巨大な、渦巻き状の雲が、フアーゴ市の西一八キロに達した。その一二分後、親雲の中心の五百メートル南に、強力なたつまきが着地（タッチダウン）しあつと言う間に数十戸の民家を吹き飛ばした。

その後たつまきは住宅街を横切つて、北東に進み、中心が親雲の北側へと移動し、たつまきは親雲に取り残されて、一時停止。

ロート雲はやせ細つて、蛇かロープの形に変わり、やがて畑の中で消えてしまった。

その時、親雲は、たつまきを残して、五キロ以上も東に去り、たつまきと親雲が、か細いロープで結ばれているのが写真に写っていて印象的であつた。

4 回転雷雲を三台の飛行機で追跡する

一九五七年に、私が書いた、ファーンゴたつまきとその親雲の写真測量の論文は、学会と一般市民の反響を呼び、人々が回転雷雲に興味を持つようになった。私の論文は二九〇枚の写真入りで六七頁。一九六〇年二月に、政府印刷局が三千部印刷して、一部四五セントで発売した。

やがてファーンゴ市民からの注文が殺到。すぐ売り切れたが、再販しなかったで、必要な人の手に入らなかった。私は二〇部もらったが、授業に使って残りゼロ。「一部四ドル五十セントで発売すれば良かったのに」と陰の声。

一九六一年の春、アメリカ気象局の援助を得て、回転雷雲の正体を調べる研究計画を立て、私がフライト・ディレクター（飛行指令者）となった。使用した三台の飛行機は次の通りで、どの飛行機にも気象観測用のコンピューターやデータ記録装置が付いている。

B・57機 雲頂高度（一万二千メートル）

DC・6機 中間高度（五千メートル）指令機

B・26機 雲低高度（一千メートル）

私は指令機で、中間高度を飛び、できるだけ早く、回転雷雲の卵を発見し、三台の飛行機を同時に、卵の上空、周辺、と雲底に集めなければならぬ。それを考えると、眠れない夜があり、「果たしてそんなことが出来るか」と心配したが、「イエス」と言った以上、もう引っこ込みがつかない。

一九六一年の四月、私と、観測機三台の乗務員は、オクラホーマ市のホテルに待機し、色々と気象状況を調査した後、四月二日に観測を行うことにした。一四時四五分、オクラホーマ市の空港を、指令機が離陸。北東に飛行して、観測高度、五千メートルに達した後、同じ場所を旋回しながら、チャンスを待ち、私は回転雷雲の卵をさがし求めた。やがて、



10図 1961年4月21日、私がアメリカ気象局のDC-6から写した回転雷雲の航空写真。撮影位置・・北緯37度57分、西経95度24分、高度5000米、時刻17時49分、方向東北東、1996年現在、回転雷雲のこれ以外の写真はまだ写されていない。

機の北東二〇〇キロに見える雲が突然発達し、雲頂にカナトコ雲が現れたので「その雲がまあよい」と直感。ただちに、三台の飛行機が、その雲に向かって直行するように指令した。その時刻は一五時四五分。指令機は、四つにプロペラの回転を早め、北東へ飛行し、一六時五分に、目的の雲に近づいて、雲の中心部を一周。その時、大豆大のヒヨウが、窓ガラスに当たり、ものすごい音がした。ガラスが割れない様にと心配したのも、僅か五秒間。機は雲の外に出て一安心。その後、一六時四五分から、雲の外側を一周し、一時間後に元の位置に戻ってみると、雲の様子子が全く変わり、回転雷雲の卵と思っていたその雲が、美しい回転雷雲に生まれ変わっていた。

私は、生まれて何度目の興奮だったか知らないが、喜びを隠しきれず、大声で怒鳴った。「一生に一度と思つてよくみて下さい。左側に見えるのが待ちに待った回転雷雲です」と（第十図）。やがて、十数人の乗員が、食い入る様に左の窓に集中。「オーイ、飛行機の左側が重くなったぞ」といって大笑い。機はそのままの方向に飛行しながら、美しい雲に

別れを告げ、十八時五分、指令機は急角度で右旋回をし、タルサ市の上空を通過して、オクラホーマ市の飛行場に帰った。

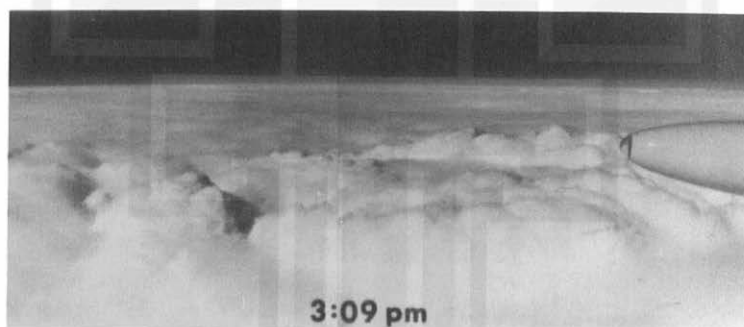
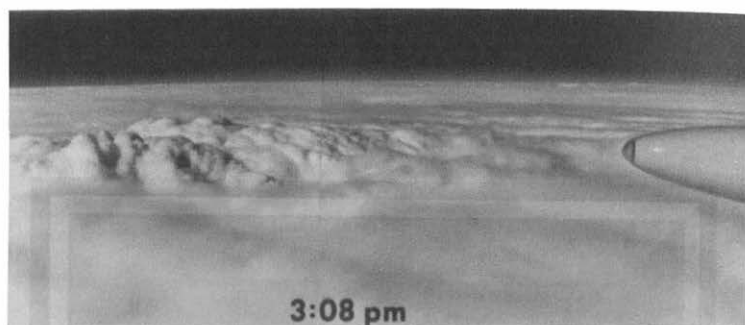
5 陥没していた親雲の頂上

「ジェット機から、たつまき発生中の親雲を見下す」はじめから、この計画は無謀で、成功する可能性は、非常に少ないと思った。でも私は親雲の頂上が、たつまき発生時に、どんな形をしているのかを、知りたかった。使用する機種は、六人乗りのリア・ジェットと決めたが、飛べる最高高度は一万四千メートルで低い。

その高度では、春から夏にかけて起こる、たつまきの親雲は、高すぎて見下せない。比較的低い冬の親雲なら、見下せるかもしれない。残念ながら冬のたつまきは、メキシコ湾岸の諸州にしか起こらず、発生数も非常に少ない。無謀で、高価な計画はストップすべきだと、何度も考え直した。

やがて一九七七年の冬は終わりに近づき、早くしないと、来年待ちになつてしまう、幸い、天の助けか、雲の助けか？二月二三日に、冬のたつまきが、ミシシッピ州に起こりそうな気圧配置になった。これは、この冬最後のチャンスだ、「決行しよう」。昼過ぎ、シカゴのミッドウェイ空港から、私の研究室の助手三人を連れて、私のリア・ジェットは出発し、ミシシッピ川の方へ飛行した。メンフィス市の上空から、ジャクソン気象台と連絡を取りながら大きく左旋回を始めた。やがて気象台のレーダーに、回転雷雲らしいエコーが見えるとの報告があつたので、ジェット機の高度を一万四千メートルに上げ、レーダーに写っている雲に向かつて直行した。

私の飛行経路を、同縮尺の日本地図に描くため、東京がシカゴ、鹿児島気象台がジャクソン気象台、たつまきの親雲の位置が宮崎市であると仮定しよう。その日本地図の上で、私のリア・ジェットは、正午過ぎに東京を出発。名古屋、大阪、広島の上空を飛んで熊本上空へ。その後天草上空を南下しながら、鹿児島気象台に連絡。鹿児島県の海岸を半周し



11図 1977年2月23日 15時9分に1万4千メートルを飛行中のリア・ジェットから写した、たつまきの親雲の頂上。頂上には大きなトーム状の雲があると思っていたが、その反対に雲頂は大きく陥没していた。この雲の下にはF3のたつまきがあった。

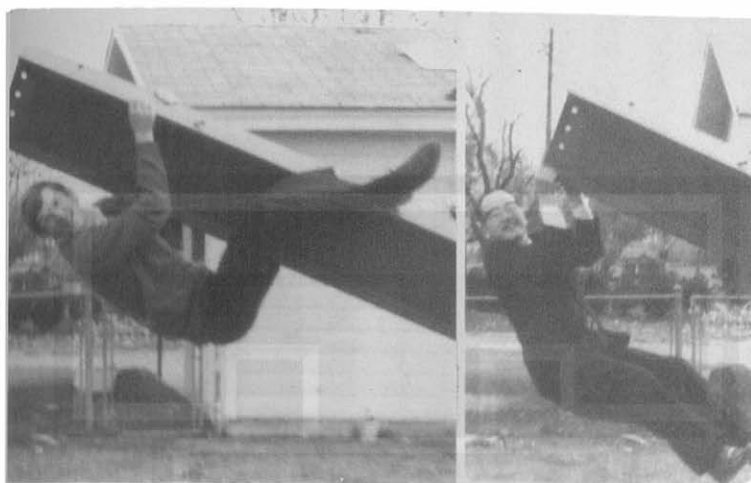
で、宮崎市の上空へ飛び、そこでたつまきの親雲を見つけたことになる。想像していなかったが、一万四千メートルの高度から見下ろした、親雲の頂上は、大きく陥没していた（一一図）。ジャクソン気象台に入った報告によると、ジェット機から見下ろした時刻、一五時九分には雲の下に、藤田スケール3のたつまきがあり、一五キロ進んで消滅、第二のたつまきは一五時五十分にタツチダウンしてそのスケールは4、日本には起こったことの無いほど強力なたつまきであった。

その後ジェット機は、ジャクソン空港に着陸。私は空港にあるジャクソン気象台に立ち寄り、発生したたつまきの事情を聞いた。気象台の職員が「シカゴからジェット機で来て、たつまきの親雲を見下ろした後、日帰りするとは思いませんでした」と。

6 たつまき被害調査の思い出

一九六五年から、九一年までの二六年間に、私の強風研究室で調査したたつまきの数は三〇〇以上。アメリカの南はメキシコ国境、北は南部カナダまでの広大な地域だった。

地上からも、被害地を重点的に訪れ、中でもルイジアナ州のボシヤー市では、小学校が吹飛んだ。重さ三〇〇キロの鉄のアイビームが、民家の裏庭に突きささっていた。アベイ博士と私がぶら下がって見たが、一センチも動かず、びくともしない。彼は足が長いので、うまくぶら下がれたが、足の短い私はだめ（一二図）。色々な研究者と、調査後夕食をともにし、話し合ったのが楽しかった。又、一九七八年には、大きなたつまきのついたバースデイケーキを飾って私の誕生日を祝っていただいた。



13図 私の58才のバースディパーティー
左Prof. McDonaldと右Dr. Robert Abbey

第三章 航空機を吹き落とす風を発見

1 不思議な強風ダウンバースト

一九七五年六月二四日の午後、ニューヨーク市のケネディ国際空港には、世界各地からの飛行機が、二、三分毎に、次々と着陸していた。ところが、一五時五五分に着陸した飛行機が、「弱い横風を受けた。」と報告。その二分後、次の飛行機が、秒速二五メートルの強い横風の中でかろうじて着陸。それに続いて着陸中のジェット機は、突然おきた下降気流に押されて、地上三〇メートルまで降下。着陸をあきらめて、他の飛行場に飛び去り、かろうじて事故をまぬかれた。

無線でその変な風を知った次の二機は、「何が起こるか。」と心配しながら、着陸態勢に入った。ところが、その二機は、向かい風が多少弱まっただけで、平常通り着陸。数分前まで吹いていた、原因不明の風は、すでに終わったものと思っていた。その三分後、イースタン航空の七二七型が、同じ滑走路へ着陸し始めた。でもパイロットは、不思議な風の虞になっているとは夢にも思はなかった。先ず、地上一五〇メートルの高さで、向かい風が強まり、機が少しばかり上昇した。それまでは何の不思議もない。ところが、一五秒後に、突然、強い下降気流の中に突入し、あつと言う間に高度が下がり、二〇秒後には、目の前に見えている滑走路の手前で地面に激突。死傷者一二五人の重大事故が起きた。

その後、アメリカ政府関係者が調査した結果、事故の原因はパイロットのミスらしいという事になった。イースタン航空がその結論に反対し、マイアミの本社から私に電話があり、「航空安全部のホーマー・マウデン氏を、シカゴ大学に派遣するので事情を聞いてほしい。」と依頼された。私はその風に関心を持っていたので、風の調査に同意した。

事故機が残した記録を、航空気象学的に調べた結果、「事故の原因は単なるパイロット・エラーではなく、飛行機を落としたのは、雷雲から下降してきて、地面に激突し、放射状に広がった強風らしい。」と推定。そこで思い出したのは、私が一九四五年に、長崎の原爆被害を調査したときに見た、放射状に倒れていた無数の木。木を倒した爆風は、原爆から下降した圧力波が、地面にぶつかって反射。直下点から放射状に広がったものだった。

当時、気象学の文献には無かったが、強くて、まとまった下降流が、地面に激突すれば、その直下点から放射状に吹き出す強風が、突然発生する筈。私が予想したその新型強風を、下向き（ダウン）と爆発的に広がる（バースト）を組み合わせて、「ダウンバースト」と呼ぶことにした。私の考えと新語に多数の航空関係者が賛成。イースタン航空の経費で一九七六年三月に六千部、九月に追加印刷して、計一万部の論文を配布した。

ダウンバーストの発見が、航空安全にとって重要であることが認めら

れ、一九七七年九月、カナダのオタワで開かれた、航空安全国際会議でアドミラル・ルイス・デ・フロレス賞と特別賞の二つを同時に受賞。私は洋服、妻は和服で出席し、関係者の祝福を受けた。

一方、一部の気象学者は「藤田のダウンバーストは面白いが、観測による実証がないので、まだ賛成できない。」と主張。私も「なるほどその通り、本式に近代測器を使って観測しよう。」と決心。三つの観測計画と研究を一二年かかって実行し、不思議な風の実体を究明した。

一九七八年（ニムロッド）イリノイ州シカゴ

ドップラー レーダー三台、風向風速計二七基

一九八二年（ジョウズ）コロラド州デンバー

ドップラー レーダー三台、風向風速計二七基

一九八六年（ミスト）アラバマ州ハンツビル

ドップラー レーダー五台、風向風速計八〇基

2 セスナ機で低空飛行をしてダウンバーストの爪跡を探す。

広いアメリカに発生した、ダウンバーストの数、強さ、分布を知るためには放射状に倒れている森の木を探す必要がある。自動車はその目的にはあまり役に立たない。特に森林地帯では、車から見える範囲は限られているので、森の中に何が起こったかを知るには、上空から見下ろさなければならぬ。私は低空飛行が出来るセスナ機から航空写真を撮ることにし、研究室の助手と学生、約一〇人を個別にセスナに同乗させ、飛行機に酔わないで、航空写真が写せるかどうかテストした。その結果は直線と水平飛行は全員がパス。翼を傾けて急旋回すると、まもなく酔ってしまった。フラフラ。パスしたのは三人だけだった。幸い、私は今まで小型機に酔った事が無く、陣頭指揮が出来た。

一九七七年七月四日、ウイスコンシン北部の森林地帯に強風の被害があったが、「その風はたつまきでなく、ダウンバーストラしい。」との

連絡があつた。早速セスナ機でシカゴを出発。現地の上空を八〇〇メートルの高度で旋回したが、放射状の被害は見つからなかつた。給油と昼食をすませて、今度は高度を三〇〇メートルに下げ、飛行速度を落とし、文字どおり目を皿のようにして森の木を見つめた。突然現れたのが、放射状の爪跡。約一〇〇本の木が放射状に倒れており、推定した最大風速は秒速六〇メートル。どの木も、根の付いたまま吹き倒されていた（一図）。ダウンバースト第一号が見つかったからは、放射状の被害が芋蔓式に見え始めた。森から森へと飛行して、合計二五個のダウンバーストが、四国のほぼ半分の地域に起こっていた。その広大な森林を一日半で調べられたのは、飛行機のおかげ。車ではとうてい出来ないスピードであつた。

次の課題は、弱いダウンバーストの爪跡を探すこと。その目的で、アメリカの中西部に広がる、広大なトウモロコシ畑を利用した。一九七七年九月三〇日、インディアナ州の畑に被害があつたとの情報を得、三〇〇メートル以下の高度から多数の航空写真を写した。そのときパイロッ



- 1 図 1977年7月4日、アメリカの独立
記念日にウィスコンシン州に起こったダウ
ンバースト。この近く四国の半分くらいの
地域に合計25個のダウンバーストが見つ
かった。



2図 1977年9月30日インディアナ州
のトゥモロコシ畑にあったダウンバースト
の爪跡。トゥモロコシは森の木より風に弱
いので、比較的弱いダウンバーストの跡が
残る。この近くで14個のダウンバースト
を見つけた。

トが「前方をよく見て飛ばないと高压線が多くて危ない」と言った。

ダウンバーストの被害に氣を取られて、あまりにも低空飛行をしたので、時には高压線の鉄塔のすぐ横を、新幹線並の速さで飛行し、ヒヤツとした事があつた。でも高压線の下を飛んだことは一度もなかった。

かなりの危険を冒しながら、インディアナで見つけたダウンバーストは一四個。その一つ一つに、放射状に広がった風の跡が残っていた

(二圖)。

この様に、森の中や、トウモロコシ畑に残されたダウンバーストから推定すると、アメリカ全土には、年平均、数百個のダウンバーストが発生していると思われる。その数は、アメリカのたつまき並で、非常に多く、強さも大きさも千差万別。

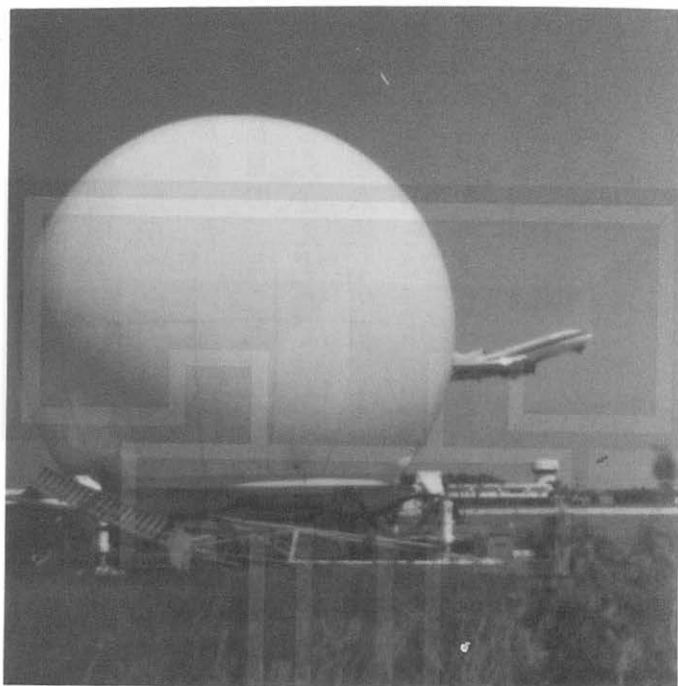
その割に、ダウンバーストによる航空事故が少ないのは、航空機がダウンバーストの中心付近を飛んで離着陸する確率が小さいからだと思われる。又、群発するダウンバーストの発生時には強い雨や雹がふり、大部分の航空機は、悪天候の終わるまで、離着陸しないで待っている。

3 ドプラー レーダーでダウンバーストの探知に成功

パトカーが道路に横から、こつそりと、車の速さを測定し、違反者を捕まえる。パトカーはマイクロ波を発射し、車からの反射波を受信。車がパトカーに接近していると、反射波の波長が短くなり、遠ざかっていると逆に長くなる。それがドプラー効果で、パトカーや気象局が利用して、車や風の速さを測定する。

気象用のドプラー レーダーは波長数センチから一〇センチのマイクロ波を使い、反射体は雨滴、昆虫、ほこり等で、非常に小さく、風とともに動く、つまり、小さい反射体の速度を測れば、風速がわかる。又雨滴や昆虫からの反射波を強めるために、気象レーダーは、強力なマイクロ波を、大きなアンテナを使って発射する。

一九七八年、五月一九日から七月一日までの四三日間、シカゴで行った、ニムロッド観測計画では、三基のドプラー レーダーの一基を、



3図 1978年NIMROD (Northern Illinois Meteorological Research On Downburst)観測計画のためオヘア国際空港内に設置したドプラーレーダー。

1982年はJAWS、又1986年にはMIST観測計画を行ってダウンバーストの正体を明らかにした。

オヘア国際空港の滑走路の近くに、（三図）、他の二基は、シカゴの西と南西の郊外に設置した。私は、西の郊外の司令所まで、六五キロドライブして毎朝出勤。ダウンバーストを起こしそうな雲を待ちに待った。残念ながら最初の一〇日間は全く期待はずれ。青空を見上げて泣きたくなる日が続いた。

一〇日目の五月二十九日も、日中には何も起こらず、たそがれになって、やかましくさえずっていた小鳥の聲がやみ、夜のとばりが下りたので、レーダーを点検して引き上げようと思っていた。そのとき、突如稲妻が光り、南西から接近中の雷雲を照らした。直ちに全員が配置について、発電機がけたたましい音をたて、ドプラーレーダーが測定開始、時刻は二一時三六分。雲までの距離は七キロ、雲の直径は五キロで、雷雲としては小人級。私とレーダー主任のジム・ウィルソン氏は「こんな小さい雲がダウンバーストの強風を起こすとは思えない。」と首をかしげ、顔を見合わせた。

やがてドプラーレーダーに風速の分布があらわれ、地上二〇〇メー

トルの高さで秒速二メートル。おどろいたことに、地上七〇メートルでは秒速 三メートルと台風並の局地風が発生した。この測定によつて、ダウンバーストの風は飛行機の高度が下がって、着陸寸前に強まる死の風であることは明らかにした。観測計画に参加した我々は、一九七八年五月二九日を「ドプラー レーダーでダウンバーストを探知した記念日」として記録に残した。

4 マイクロバースとマクロバースト

一九七八年五月二九日、ドプラー レーダーで探知した風は、間違いなくダウンバーストであった。しかしながらその風を地図上にプロットしてみると、風のスケールが大きすぎる。その風では、ウイスクンシンの森や、インディアナの畑で見たような被害は起こり得ない。放射状の被害を起こした風は、スケールが小さく、わずか数分間吹いたように思

DOWNBURST

われるので、私はダウンバーストを、マイクロバーストとマクロバーストに分類することにした。

MICROBURST

マイクロバースト

直径数キロ以下
短命で数分以下
最高風、秒速八〇メートル
放射線状の被害
レーダーで探知困難
航空機事故多し
「ボーン・サア」現象

MACROBURST

マクロバースト

直径数キロ以上
長命で数分以上
最高風、秒速四〇メートル
直線状の被害
レーダーで探知容易
航空機事故少なし
下降流が地面で発散



4 図 1978 年 7 月 27 日 Clifford Murino
博士の車でコロラド州をドライブ中にダウン
バーストらしい砂ほこりを見、車を止めて
15 時 30 分にこの写真を書し、2 分後には
マイクロバーストの砂煙は消えた。

私は念願として、マイクロバーストの下降流が、地面に激突する実況を見たいと思っていた。残念ながら、アメリカの南部や東部では、日本と同様。雲底が低いので、雲の下で何がおこっているのか、遠くから見ても分からない。一方、アメリカの西部では、雲底の高さが三千米もあるので、マイクロバーストの風の動きが遠くから見えるはず。

一九七八年七月二十七日、私は、友人のクリフォード ミュリノ博士の車でコロラド州の平原を北進していた。そのとき、突然雲の下から小型で強い下降流が地面に激突したらしく、砂煙りが舞い上がり、直ちに前方と後方、つまり外側に向かって急速に広がり、そのわずか二分後には下降流も砂煙りも弱まり、マイクロバーストらしい水平風がゆつくりと広がるのが見えた（四図）。

私の見た強い印象では、下降流の下端には、急速に降下する空気塊があり、それは地面に向かって「ボーン」と落ちてきて、地面の直上で「サア」と広がっていた。つまり、マイクロバーストの頭は、僅か数分のうちに、水平に広がる円板となり、風は弱まる。

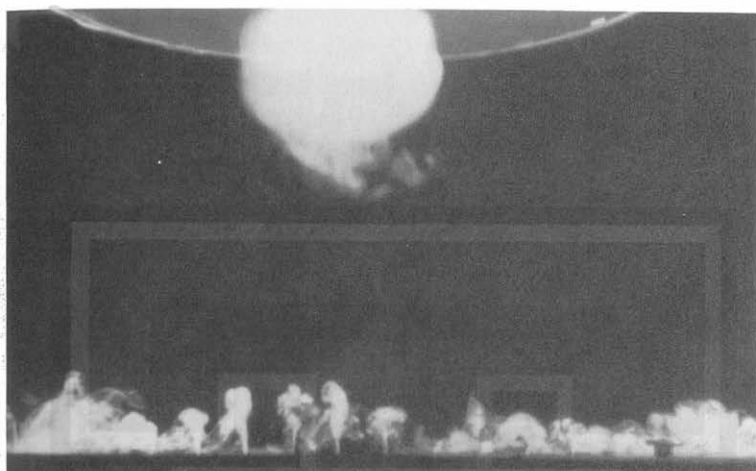
マイクロバーストが「ボーン・サア」と広がる過程のモデル実験を、高速写真（一秒五〇〇コマ）で写してみた。地面には数百の穴が作っており、その穴から、ドライアイスの煙が絶えず上昇する。上には大きなドライアイスの溜があり、下の円形の穴を開くと冷たい空気が下降流となつて下りてくる。

数秒のうちに、下降流の下端に玉か頭の様な空気の塊ができ、その下部は円形でスムーズ。その形が流線型に近いため、下降速度が非常に速く、周りの空気を押しのけて進み、通過後に後流が見える。

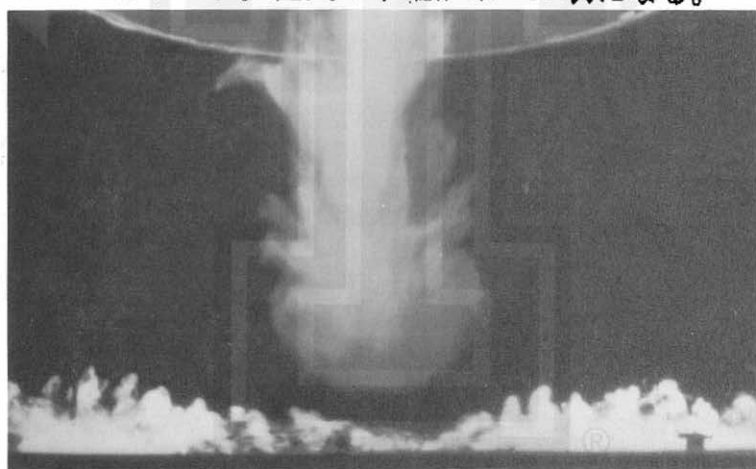
やがて、空気の塊が着地すると（七図）、それは瞬間にパンケーキの様な円板に変わり（八図）、ドライアイスの煙は、円板の縁に立ち上りながら上昇し、見事なケーキ状のリング渦が発生する。

その過程を高速写真にとり、断片画像を並べてみるとマイクロバースト発生の模様が、手にとる様に見える（九図）。

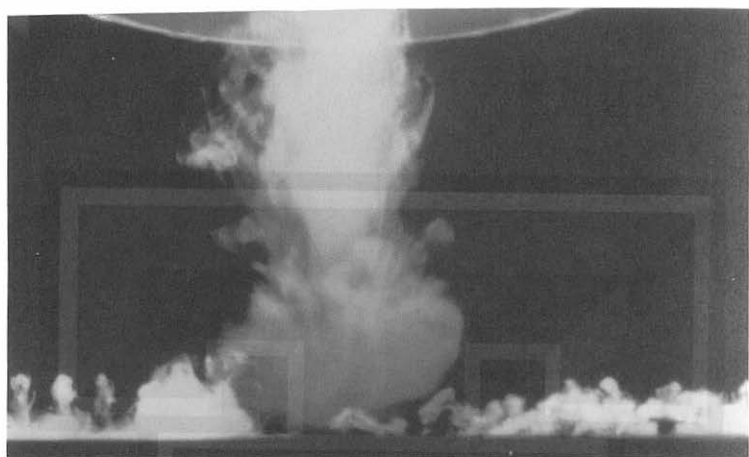
たばこの煙のリング渦のように、マイクロバーストのリング渦も非常に安定している。



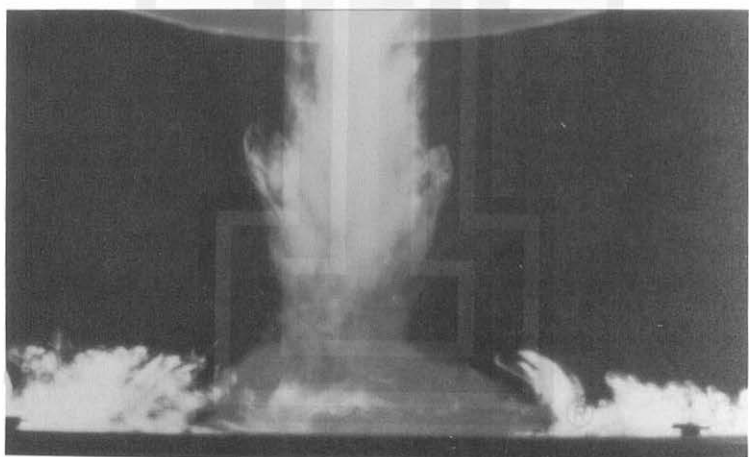
5図 上の穴からドライアイスで冷やした空気を下ろす。空気の下端がボール状になる。



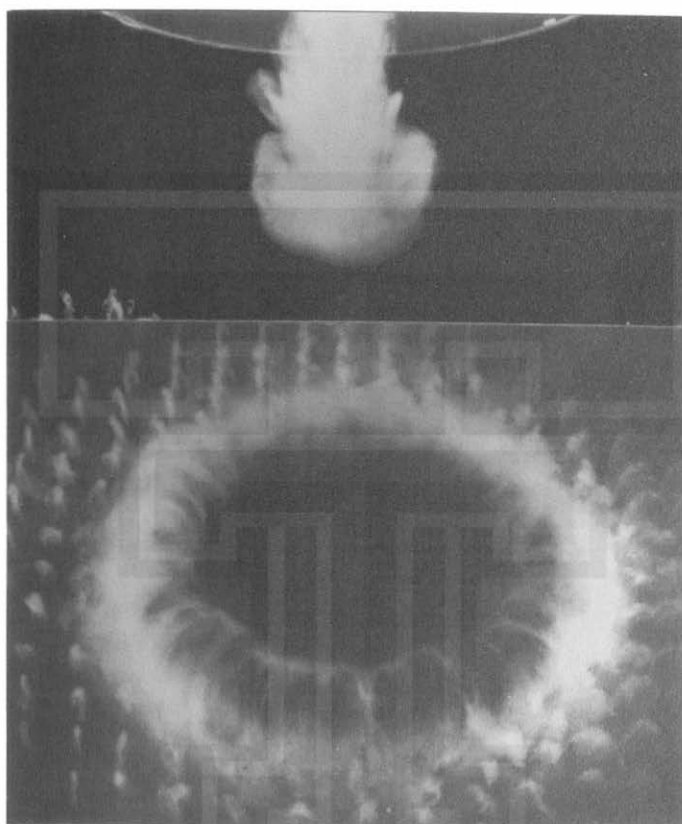
6図 下降してきた頭がまず地上のドライアイスの煙を押し下げる。



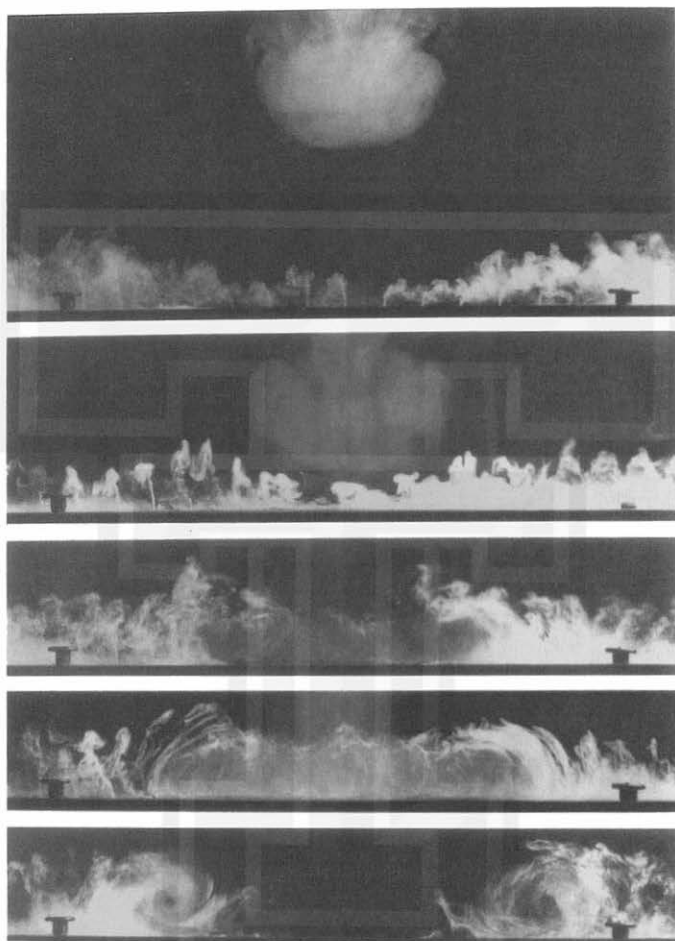
7図 下降流の頭が着地。



8図 下降流が平板となって広がる。



9図 下降中の空気の頭と数秒後に出来たリング渦。渦は丁度ケーキのような形をしていて急速に広がりマイクロバーストとなる。



10図 高速写真機でとったマイクロバーストの断層写真。リング渦の断面が美しい。

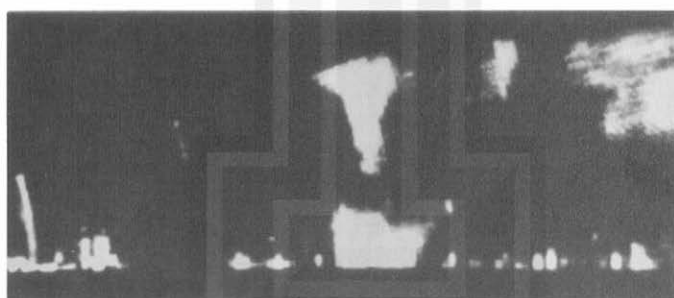
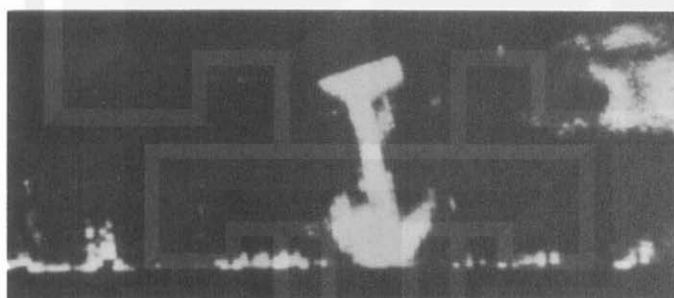
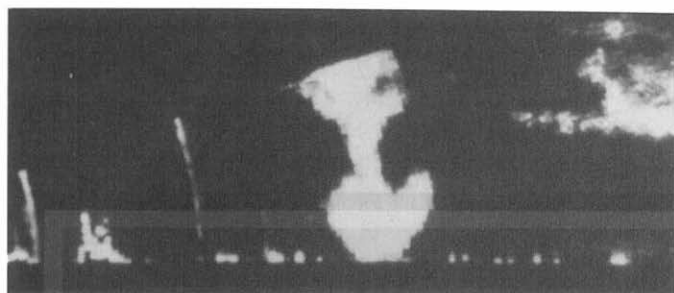
5 マイクロバーストを上から下へ縦切りする

一九七八年五月二十九日、シカゴ郊外のドブラー レーダーで、ダウンバーストの探知に成功した。しかしながら測定したダウンバーストは、マクロ（大きい）バーストで、マイクロ（小さい）バーストではなかった。地上七〇米の高度で探知した、台風並の風、秒速三一メートルは、マイクロバーストにしては弱く、強いマクロバーストの風であった。

ドブラー レーダーのアンテナは、雲を輪切りにするために使う事が非常に多い。そのため、アンテナは回転する垂直軸に、水平方向を向けて取り付けてある。垂直軸を回転すると、アンテナが発射するマイクロ波は、水平方向の雨滴にあたり、雲を輪切りする。また、アンテナの方向を、必要に応じて上下に傾ければ、雲を色々な高さで輪切りできる。シカゴ郊外でダウンバーストの風を測定した時は、アンテナの傾きを變え地上七〇メートルと二〇〇メートルの高さで輪切りした。

シカゴの観測計画の四年後、一九八二年にコロラド州デンバーでジョウズ観測計画を行ったので、今度は、マイクロバーストの縦切りをしようと思っていた。観測場所は空気がきれいで乾いており、雲底が高く遠くまでよく見える。国立大気研究所（NCAR）がドブラー レーダー三台と風速計二七基を提供、所長のロバート・セラフィン博士の絶大な後援を受けた。観測計画の主任研究者、私とジョン・マッカーシー博士とジム・ウィルソン氏の三人であった。

観測中の六月一二日の午後、私はレーダー司令所の横に立って、南側の雲を見つめていた。その時突然、地上四キロの雲底から、マイクロバーストらしい雲が下がってきた。レーダーはその雲の方向を横切りしていたので、「レーダーにマイクロバーストの映像が映って入るだろう」と尋ねたら「ノー、それらしきものは見えない」との返事。「アンテナを垂直方向に動かして縦切りするように」と変更を依頼。数分後にアンテナが上下に動きはじめ、一四時一三分に、私はもちろん、世界中の誰も見たことのない、マイクロバーストの垂直断面がレーダーに現れた。



11図 世界で初めてとったマイクロバーストの縦切り写真、切った方向は上から 192° 194° 196° (193° がマイクロバーストの中心を切る)

私は直ちに、縦切りする方向を左から右へと、少しずつ動かして、三枚の縦切り写真を撮った（一一図）。

この写真は白黒だが、ドブラー・レーダーの写真はカラー。カラー写真は、私の英語で書いた著書に出してある。

この写真の大きさは、左右一五キロメートル。上下六キロメートルで、マイクロバーストの下降流の長さは雪底下約四千メートル。幅は三〇〇メートルであつた。また地面から吹き上げられた砂煙りの直径は八〇〇メートル。

直下点に森があれば、森の木が放射状に倒されていたと思われる。

この様に、マイクロバーストは、小さくて強力だから、その直下点付近を通過して飛行機が離着陸することは、全く不可能である。しかしながら、落下点か数百メートル離れた場所では、パイロット次第で、魔の風を乗り切れるかもしれない。

いずれにしても、マイクロバーストを早く発見して、危険な風の中へ入らない様にする必要がある。

6 小型機でマイクロバーストに突入する

私は、マイクロバーストの縦切り写真を見て思った。「一生に一度だけでいいから、その下降流の中に、飛行機で突入してみたい」と。早速ワイオミング大学のキングエア機のパイロットのウェイン・サンド氏に私の計画を打ち明けたら「無茶だね。でもそんな飛行は、一生に二度は無理かもしれないが、一度なら可能さ。君が同乗して、正確に、突入高度と方向を決め、突入はパイロットと飛行機にまかせてくれ」との返事で、運を天にまかせるとは言わなかった。私は大きな喜びを感じ、その晩はうれしさに眠れなかった。

マイクロバーストに突入するためには、下降流「ボーン」と地上の強風「サア」について知る必要がある。その翌日、六月一四日の午後、二人で着地の現象を見ようと、キングエア機で、デンバー市の北東の荒れ地上空へ。約一時間後の一五時四分。機の右側に、見事な砂煙りがリン



12図 1982年6月12日15時4分、
キングエア機から撮った砂煙。

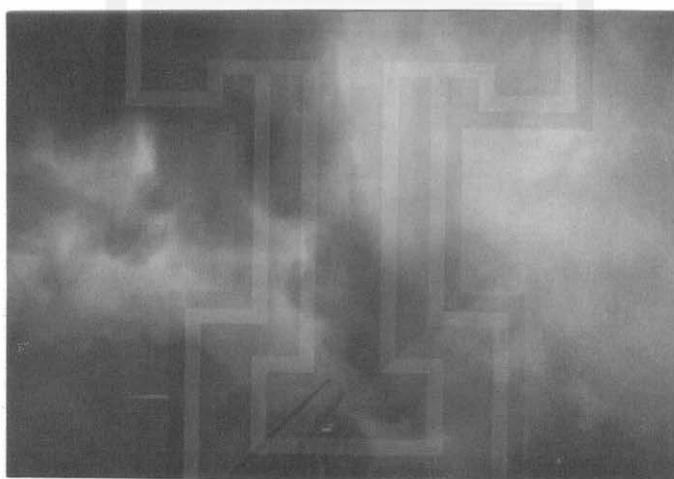
グ状に広がっているのが見えた（一二図）。

私は大急ぎで、数枚の写真を撮り、パイロットに「右に急旋回して、砂煙りの中心の上を、五〇〇メートルの高度で飛んでみよう。下降流はすでに、地面にぶつかっているので、危険はないように思う」と言う。「オーケー」と急角度で旋回。四五秒後には、下降流の中心に入り、秒速八メートルの下降流を測定した。「なんだこれだけか」と二人は顔を見合わせた。この事実で、分かるように、下降する「ボーン」はわずかに二、三分で終わり、地上の風が「サア」と砂煙をあげて広がっている直上を飛んでも、全く安全であった。

それから約一ヶ月後の七月一六日。待ちに待った突入の日がやってきた。

その日の午後、大蟻喰いの口先の形をした雲が次々と現れ、その先端が突然降下すると、口に相当する部分から、頭の形をした雲が急降下し、あたかも彗星の頭部が尾を引いて、急降下しているように見えた。

私の突入したいのは、尾でなく頭である。もちろん、何が起こるか分



13図 1982年7月16日突入した下降
気流の頭。

からないので、万一吹落されても、高度を回復出来るように、地上三五〇メートルを、水平飛行しながら、大蟻喰い雲に接近し、頭のような塊が現れるのを待った。

その直後、目の前に、高速で落下する「頭」が出現。キングエア機はその頭に突入した（一三図）。突入前までは、何が起こるかと心配したが、機がガタガタ、ミシミシと音を立てながら、揺れた程度で、測定した下降流は、秒速一三メートル。比較的弱い「ボーン」だったと思うが、しばらくして下を見ると、地面から砂煙が「サア」と、放射状に舞い上がっているのが見えた。

この様に、マイクロバーストの「ボーン・サア」現象は、急に起こって、僅か数分で弱まる強風を発生させ、その測定を早く終了しないと、危険な風は終わってしまう。

7 日本人が参加し、ターボジェットで親雲を追う

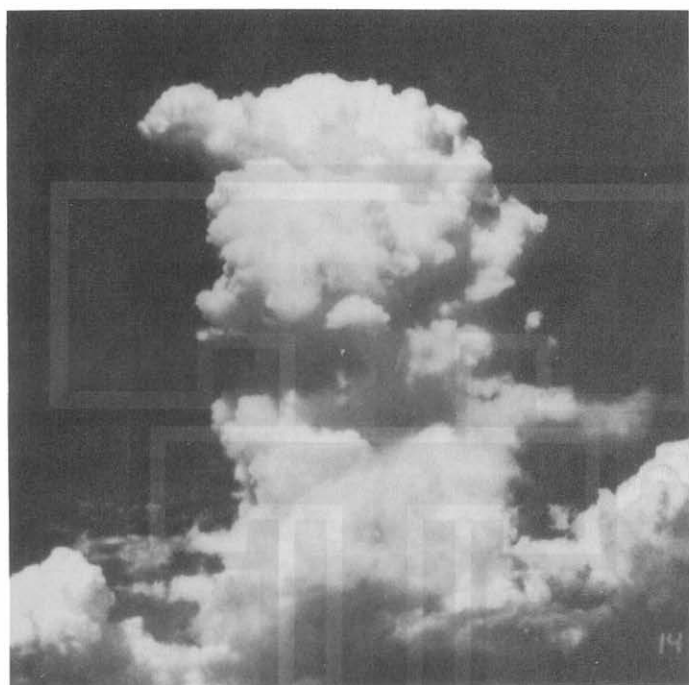
強いたつまきの親雲が回転雷雲であるように、マイクロバースト^②を生させる雲にも何か特徴があるはずだと思っていた。しかしながら、強いマイクロバーストは稀にしか起こらないし、起こつても、強風は僅か数分で、弱つてしまう。そんな現象を飛行機で探し求めて、至近距離から観測する計画は夢物語かも知れない。でも私は存在する筈の親雲を見つけたかったので、アメリカ気象局が、ハリケーンの調査、研究に使うターボジェット（P・3型）を借りることにし、一九八六年の夏、アラバマ州のハンツビル飛行場から出発することに決定。

その当時の日本では、僅かな学者しか、ダウンバーストを知らず、中には、日本にはそんな風は無いと思つてゐる人もあつた。この際、日本から学者を招待し、母国にダウンバーストの実体を知ってもらいたかつ

たが、「親雲が見つからなかったら、どうします」と心配してくれる友人もあつたし、私にも見つける自信はなかった。そこで私は、日本航空の運航部の小野寺三朗氏に相談。彼は日本航空、私はアメリカ氣象局の許可を取って、彼の渡米が確定し、私はハンツビル市で彼と合流した。それは一九八六年のミスツ観測計画の時で、アメリカ国内の学者が多数集まっていた。

七月二〇日を観測日と決め、昼過ぎにハンツビル空港を南に向かつて離陸。乗務員以外でP・3に乗っている人は私と小野寺氏だけであつた。機は五千メートルの高度で南下、バーミンガム市の近くを旋回しながら待った。やがて一四時頃、北の地平線で小さい積雲が発達し始め、ドプラレーダーにも発達中の雲がうつつた。私はその雲をコックピットから注視し、パイロットに告げた。「機首をその雲に向け、全速で接近するように」と。小野寺氏と私がコックピットから見ているうちに、雲頂が急上昇し、一四時一二分には、高さ一三キロメートルの雲頂が平たくなりはじめた。それは雲頂が成層圏に達したためであつた。

その三分後の一四時一五分、今まで見たこともない珍しい現象が、目の前に出現（一四図）。小野寺氏も私も目を見張った。驚いたことに、雲の上半分が上昇しているのに、下半分が急に下降しはじめ、雲の中部が、約五〇〇メートルの高度で、くびれて細くなつてしまった。後でドブラーレーダーの画像を調べると、雲の下部には、ヒョウ混じりの大きな水滴が集まり、その重みで雨滴秒速一七メートルで落下していた。それに引きずられて、雲の下部が急に下がり、雲のくびれ現象が現れたと思われる。その時、アメリカの静止気象衛星がくびれ雲を上から見た写真を写していた。（一五図）。雲は私が書き加えた直径一〇〇キロメートルの円内にすっぽり入る位の大きさで思ったより小さかった。それよりも大きい雲が近くにいくらでも見えた。つまり衛星写真だけでは判別できない程の小さな雲が、マイクロバーストの親雲であった。ハンツビルに着陸後、くびれ雲の直下点付近を車で調査。そこには、放射状の強風の跡が生々しく残り、農道が雨で洗われ、大きな葉にはヒョウに打たれた無数の穴が残っていた。



14図 1982年7月20日14時15分
親雲がくびれ現象を起こし、その時雲の直
下点に強力なマイクロバーストが発生して
いた。日航の小野寺氏と私が、P3機のコ
ックピットから撮影。

®



15図 14時25分静止気象衛星が写したくびれ雲の写真、雲のまわりの円は直径100kmで親雲は小さい雷雲だった。

8 日本でも増加中のダウンバースト

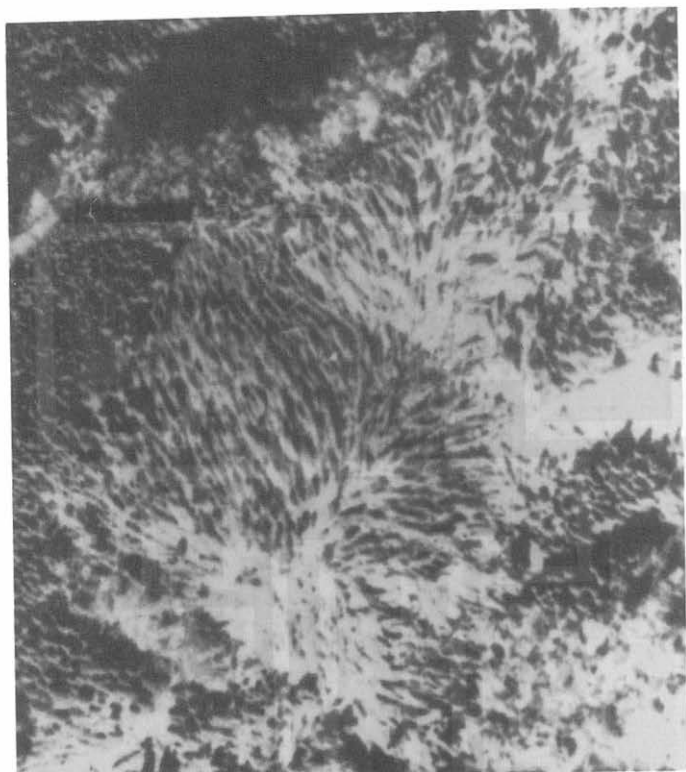
一九七五年六月二四日、ニューヨークのケネディ空港で起きた事故を調査、私がダウンバーストを発見公表するまでは、アメリカのダウンバーストの数は「ゼロ」であつた。その後、ダウンバーストを、マイクロバーストとマクロバーストに分類、マイクロバーストが、航空事故を起こし、又放射状の被害を起こすことが分かつた。その後、約二〇年の間に、次の三つの方法で、合計五六〇個のマイクロバーストを確認した。

方法1 自記記録とドプラーレーダーによる調査（二三六個）

方法2 航空機の事故調査（一二件）

方法3 航空写真による被害調査（三一二個）

私の調査した日本のマイクロバーストは数個あるが、未発表のマイク



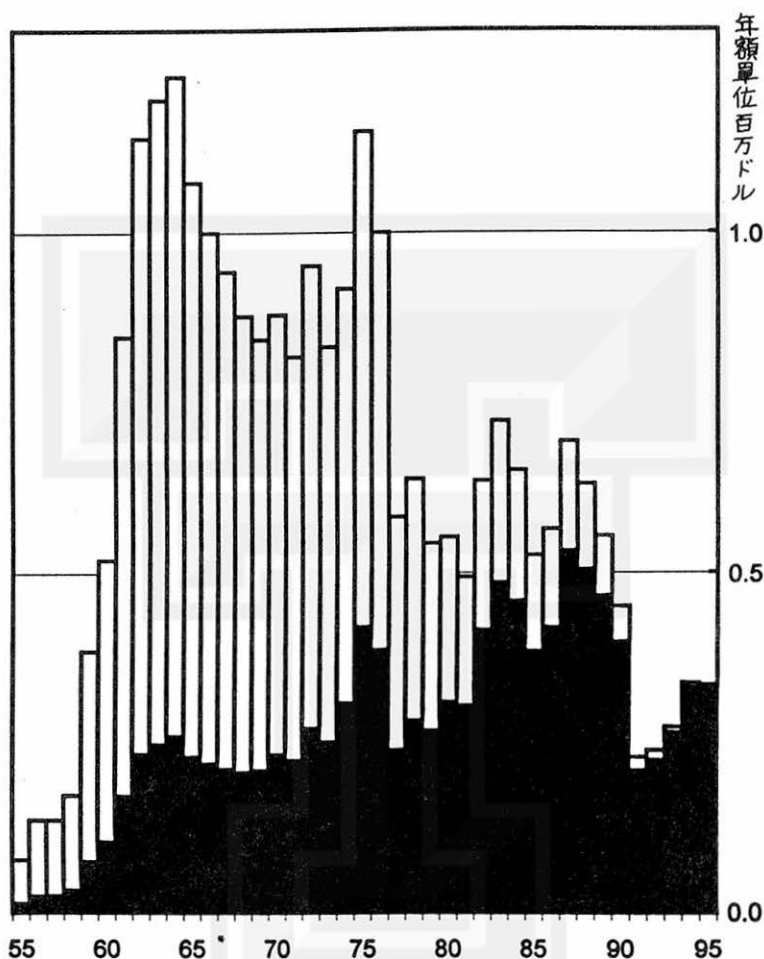
16図 1991年9月27日、台風19号
の中で大分県の山林中に発生したマイクロ
バーストの被害。上が北、この航空写真の
大きさは東西330m、南北360m、推定
7千～8千本の杉の木が倒れている。

ロバーストは、台風一九号が九州に上陸した、一九九一年の九月二七日大分県に発生したもの。それは、大分県が森林の被害を調査するために写した、多数の航空写真を私の研究室で拡大して判明した。位置は、北緯三三度二七分、東經一三一度七分。大分県山国町柚ノ木の東北、標高七〇〇メートルの山林の中。七千から八千本の杉の木が、放射状に押し倒されていた（一六図）。

この例でも分かるように、航空写真を利用すれば、まだまだ多数のマイクロロバーストの爪跡が確認されると思う。

アメリカは広いので、私は飛行機を利用して色々な事実を発見し又確認した。日本の面積はアメリカより小さいが、山や森が多い。

今後、飛行機を利用して新しい強風を発見して頂きたいと思う。



藤田の研究費：白棒は1995年のドルに直したもの、又黒棒はそのまま。

41年間の総額は1995年ドルで2730万6000ドル。

略歴

ふじた・てつや 一九二〇年北九州小倉に生まれ、明治専門学校機械科卒業後、九州工大物理助教授。

一九五三年東京大学より理学博士。論文題目「台風の解析的研究」。

同年シカゴ大学に招聘されて強風研究室室長。副教授から正教授。チャールス・メリヤム特別貢献教授。一九九〇年に七〇才で定年。シカゴ大学特貢名誉教授。

受賞歴

【日本政府】一九九一年 勲二等瑞宝賞、九二年交通文化賞【日本気象学会】九〇年 藤原賞、五九年岡田賞【アメリカ気象学会】六七年マインガー賞、八八年応用気象学会賞【フランス航空アカデミー】八九年パーメイル金メダル【アメリカ航空宇宙学会】八二年ローシー大気科学賞【アメリカ商務省】八五年気象衛星二五周年記念メダル【アメリカ航空宇宙局NASA】七九年特別貢献メダル【アメリカ航空安全財団】七七年ルイス・デ・フロレス賞、七七年航空安全貢献賞【アメリカ気象協会】七八年応用気象学賞【九州工業大学】六五年嘉村賞【小倉中学】一九三九年理科賞【他三賞】