

「竜巻ラボ」の設計製作および実演企画

Designing of the “Tornado Lab” in the Nagoya City Science Museum

西 本 昌 司*

NISHIMOTO Shoji

1. はじめに

「竜巻」とは、積乱雲の底から垂れ下がる柱状や漏斗状の激しい渦流であり、アメリカで年平均約1,300個（2004～2006年）、日本では年平均で約17個（1991～2006年）発生している¹⁾。2006年に宮崎県延岡市（Fスケール2）と北海道佐呂間町（Fスケール3）で大きな被害があったことを受けて、気象庁は2008年より「竜巻注意情報」の発表を開始した。そのような状況のもと、名古屋市科学館では新館建設に伴い、それまで設置していた「竜巻にさわろう」を廃止し、大型の“竜巻”展示を製作することにした。竜巻のように見える空気の渦（竜巻状渦流）をシンプルな実験によって可視化させ、竜巻をはじめとする空気の渦流に対する科学的关心を高めることが目的である。当館の大型展示のひとつに位置づけられ「竜巻ラボ」と命名、2011年に公開された。本稿では、展示制作と実演についてまとめておく。



図1 竜巻ラボのイメージパース

2. “竜巻” 展示

1990年、サンフランシスコのエクスプロラトリウムに、ネッド・カーン氏による竜巻状の渦流を見せる展示が発表されて以来、世界中に同様な展示がつくられてきた^{2) 3)}。竜巻状渦流（いわゆる「人工竜巻」）を発生させる技術自体は、それよりも早くからあり、空気清浄を目的とした気流制御のために日本で開発されていた^{4) 5)}。世界最大の“人工竜巻”は、ドイツのメルセデスベンツ博物館で火災発生時の排煙装置としての活用されており、高さが34.4m、発生には7分かかるという⁶⁾。展示としては、シカゴ科学技術博物館の展示「トルネード」が高さ12mもある⁷⁾。国内の科学館では、科学技術



写真1 竜巻ラボの外観

*名古屋市科学館学芸課

館、浜松科学館、静岡科学館、姫路科学館など各地に設置され、人気があるようだ。名古屋市科学館でも、生命館2階に来館者が自由に入れる“竜巻”展示を1999年に設置し、人気を博していたが、人が入ると空気の渦（竜巻状渦流）が発生しにくいことや、10年以上経過して老朽化し大規模修繕の必要性が指摘されていた。そこで、新館構想の中で“人工竜巻”が大型展示の候補のひとつとなり（図1）、高さ9mの「竜巻ラボ」として実現した（写真1）。筆者の調べた限り、少なくとも公開されている展示としては日本最大の“人工竜巻”である。

3. “人工竜巻” 発生機構

「竜巻ラボ」では、その天井部に設置した大型ファン（三菱電機製 EJ-105HTB3, 2200W）の吸引により上昇流を発生させる。高さ9mの3本の支柱（直径280mm）内部には送風パイプがあり、天井裏に吸い込まれた空気が、支柱上部（天井裏）に設置した送風機（昭和電機製 AH-1200-L313）により、強制的に送り込まれる。そして、3本の支柱横に約100mmピッチで開けられた吹出口（直径32mm）から空気を吹き出すことで回転流を作り出す。こうして上昇流と回転流が合わさって竜巻状の渦流を発生させている。この渦流を可視化するために大型超音波加湿器（ユーキャン社製 FT-161DH）3台によりミストを下方より吹き出させる。このような機構は、空気清浄を目的とする“人工竜巻”発生装置と基本的に同じであるが、大型化しても同様に渦流が発生するのか、ガラス壁で囲う必要があるのかなど、実験が繰り返された。その結果、見学者の観察しやすさを優先してガラス壁で囲わず、正面から見た時に視野の中央に支柱がくることを避けるため通常4本ある支柱を3本に設計変更した。さらに、天井の吸引口を回転させることで渦流のゆらぎをつくる工夫も施し、美しい竜巻状渦流をつくることができた（写真2）。また、後述する実演で使用する風船がファンに吸い込まれることを防ぐため吸引口に金網を設置することとした。

こうした検討の結果、ダイナミックで迫力ある展示となつたが、実施が困難になることもあった。それは、“人工竜巻”に入ることである。2010年まで生命館に設置していた「竜巻にさわろう」では、見学者（とくに子供ら）数人が一斉に“人工竜巻”的に入つて、渦流の発生さえ見ることなく去つてしまつた。

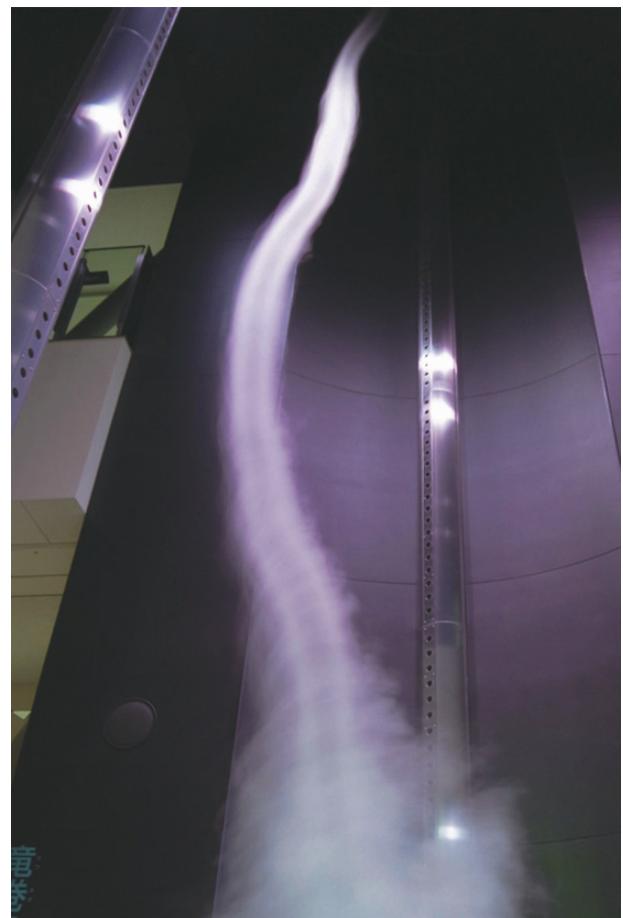


写真2 竜巻ラボで観察できる渦流の様子

まうことがあった。このような経験から、“人工竜巻”の中に自由に入ることができるようにすれば、渦流を観察してもらえなくなる恐れがある。当然、混雑による事故のリスクもある。このような理由で、展示内に自由に入れるようなスタイルではなく、その代わりに、ショータイム（実演時間）を設定し、演示者立会いのもとで子供らに“竜巻”の中に入つてもらう機会を設けることとした。同時に、ボタンを押すだけで竜巻状渦流を発生させられる機構も加えて、実演時間以外でも観察できるようにした。

4. 実演

（1）コンセプト

科学館における実演には、不特定多数の人を惹き付ける集客性を持たせながら、見学者が気楽に楽しめる娯楽性とともに、知的好奇心を満足させる教育性を併せ持っているのが望ましい。竜巻ラボでは、来館者がボタンを押して竜巻を発生させる通常運転も行えるため、それとの違いを際立たせる必要もある。



写真3 ビニールひもを吸い上げる実験（上昇流は、渦流の中心部のみ強く、少し離れるだけで弱いことがわかる）

集客性の点では、その展示規模だけでも十分かもしれないが、音と光を使った演出とともに、演示者が衣装を着用して登場することを考えた。娯楽性の点では、同様の演出に加えて、演示者による見学者との臨機応変なコミュニケーションが重要であり、自然に拍手が起こるようなエンディングにしたいと考えていた。

教育的には、竜巻という現象を理解してもらうことが目的となる。竜巻と言えば、あらゆる物が空中に吸い上げられるイメージを持っている人が多いが、極端に気圧が低くなっているのは渦流の中心部のみであり、竜巻の被害がその通り道に限られるのはこのためである。また、竜巻の発生についても、積乱雲が発達すれば生じるというわけではなく、気流の衝突、地上付近の風向や風速、鉛直方向での温度差など様々な条件が重なって初めて発生するため、そのメカニズムははっきりしていない。これらのことを見学者も求められる実演だけで理解してもらうことは困難である。そこで、最低限解説する内容として、

- a. 竜巻ラボのしくみ
- b. 竜巻の発生メカニズム
- c. 竜巻被害の局地性

の3点に絞ることにした。aでは目の前にある大きな展示装置の機構（前述）を紹介する。bでは、回転流と上昇流が揃って渦流ができるることを理解してもらう。cでは、渦流の中心部だけが気圧が低くなっている（強い上昇流が生じている）ことを実験で見せてることで、竜巻の被害が局地的であることを説



写真4 大勢の人々が集まる実演。風船が吸い上げられるとき歓声があがる。

明する。以上のような考え方で、実演を組み立てた。

(2) 演出と構成

新館における大型展示のひとつであるからには、教育的な訴求内容を持たせながらも、集客性と娯楽性も求められる。そこで、実演の進行は、次の3部構成を基本とした。

- a. 照明と音による嵐を表現した演出（約2分）
- b. 実験タイム（5～8分）
- c. テーマ音楽と風船による演出（約2分30秒）

それぞれのパートは、集客性、教育性、娯楽性を主目的としている。さらにこれらの前後に、BGMによる30秒ほどのオープニングとエンディングのパートを付けた。aのパートでは、フラッシュと音響効果によって嵐の到来と雷鳴が轟く中で竜巻が出来ていくシーンを演出することで、来場者の興味をひき、集客性の向上を狙う。bのパートでは、演示者が見学者と対話しながら実験および解説を行う。渦流の中心部のみが強風であることを示すために、ビニールひもや風車を用いて風力を可視化する実験（写真3）を準備している。cのパートは、フィナーレである。竜巻にちなんで、映画「オズの魔法使い」の主題歌「Over the Rainbow」をアップテンポにアレンジした曲をBGMにして、カラフルな照明の中で風船を巻き上げるステージとする。適当なサイズの丸風船やリング状にしたペンシルバルーンが、渦流に入ると閉じ込められたまま吸い上げられる様子を見ていただく。なお、演示者の衣装も「オズの魔法使い」に因んで魔法使いの帽子とマントを着用するようにしている。

5. おわりに

「竜巻ラボ」の実演時間には大勢の人が集まり（写真4），特に，カラフルな風船が吸い上げられる時には歓声があがる。マスコミに取り上げられたことも多く，パブリシティ面での効果が予想以上であった。見上げるほどに大型であることが人を惹き付けているようであるし，また，常に動きがあるためか，ビデオを撮る人が多い。こういった見学者の動向を観察すると，集客性・娛樂性・教育性の面で一定の効果はあったと思われる。実演は，装置と違って修正が比較的容易であり，演示スタッフ（展示運営員）のアイデアによって各人の個性を生かしながら工夫しているので，今後は実演が見どころになっていくと思われる。本展示と実演が，名古屋市科学館の大型展示として象徴的存在になるとともに，竜巻をはじめとする自然現象への興味喚起につながるよう改良を続けていきたい。

謝辞

「竜巻ラボ」の展示制作にあたっては乃村工藝社の福島努氏をはじめ多くの関係者の方々にご尽力いただいた。実演で使用しているテーマソングは，平川明良氏に編曲いただいた。当館の小塩哲朗学芸員と小林修二学芸員には気象学的視点からのアドバイスをいただいた。実演内容の検討にあたっては，展示運営員の平田こずえ氏と成田美由紀氏に協力いただいた。また，日々の運営を可能にしているのは欠かさず保守いただいている展示維持管理員の尽力に

よるものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- (1) 気象庁竜巻ポータルサイト (2012年12月現在)
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/tatsumaki-portal/chigai.html>
- (2) エクスプロトロトリウム ウェブサイト (2012年12月現在)
<http://exs.exploratorium.edu/exhibits/tornado/>
- (3) Steven, R., Hall, R. (1997) Seeing Tornado: How Video Traces Mediate Visitor Understandings of (Natural?) Phenomena in a Science Museum. *Science Education* Vol. 81, p.735-747.
- (4) Ward, N.B., (1972) The Exploration of Certain Features of Tornado Dynamics Using a Laboratory Model. *Journal of Atmospheric Sciences* Vol. 29, p.1194-1204.
- (5) 株式会社トルネックス ウェブサイト「人工竜巻形成技術」のページ (2012年12月現在)
<http://www.tornex.co.jp/company/technology/technology1.html>
- (6) Merritt Johnson (2007) Mercedes-Benz Museum contains world record artificial tornado. AutoBlog:
<http://www.autoblog.com/2007/10/26/mercedes-benz-museum-contains-world-record-artificial-tornado/>
- (7) シカゴ産業科学博物館ウェブサイト (2012年12月現在)
<http://www.msichicago.org/whats-here/exhibits/science-storms/the-exhibit/tornado/tornado/>