

## 防災研究所10年間の歩み

The History of Disaster Prevention Research Laboratory

東日本旅客鉄道株式会社 JR東日本研究開発センター 防災研究所所長

鈴木 博人



### 1. はじめに

防災研究所は、2006年2月1日にJR東日本研究開発センター内に設立され、今年で10周年を迎えることができました。防災に関する研究開発は、それまで安全研究所を中心に取組んできましたが、2005年12月25日に発生しました羽越本線列車脱線事故に鑑みて防災研究所が設置されました。防災研究所の役割は、事故の原因の一つとして指摘されています。局地風などの気象現象や自然現象全般についての科学的知見を社内に蓄積するとともに、社外の有識者や研究機関との共同研究などを行うことや、気象観測技術をはじめとする世の中の諸技術を鉄道運行へ応用するなど、鉄道事業者として実現可能な研究開発を行うこととされました。

防災研究所は、1988年12月5日に中央緩行線東中野駅で発生した列車衝突事故を契機に1989年4月1日に設立されました。安全研究所の踏切・防災グループに端を発します。その後、防災・安全性評価グループ、防災グループとグループ名が変わり、そして防災研究所となりました。防災グループの時代は、土木系の社員のみで構成されていましたが、防災研究所となってからは車両系や建築系の社員も加わっています。

安全研究所の発足当時の山之内副社長は「安全に科学を」と題した特別寄稿の末尾で、「安全研究所を通じてJR東日本は社会に、そして世界に安全の点で誇れるシステムと、情報と、人間をつくっていききたいというのが、大きな希望なのである」と記しています。防災研究所は、安全研究所とともに、この言葉を心に刻んで鉄道運行の安全性向上に寄与する研究開発を愚直に進めています。

### 2. 10年間の主な研究開発

防災研究所では、雨、風、地震などあらゆる自然外力によって引き起こされる災害を対象に、鉄道の安全を向上するための研究開発を行っています。その中でも、突風対策は防災研究所の設立経緯からも最主要的な研究テーマです。羽越本線列車脱線事故の航空・鉄道事故調査委員会（現在、

運輸安全委員会）の報告書<sup>1)</sup>においても、気象観測技術や情報処理技術などの進歩にも注目しつつ、広く研究を重ねることにより、実効性のある突風対策の実現に向けて真摯に取り組むべきであるとされています。突風は、空間的に狭い範囲で生じますので、線路に沿って離散的に配置された風速計で捉えることが難しく、仮に風速計で捉えられたとしてもそれから列車運転規制を発令しても間に合いません。そこで、突風対策は、面的な観測が可能な気象レーダを用いて竜巻などの突風を発生させるおそれのある強い積乱雲を抽出することで突風を間接的に捉える方法と、ドップラーレーダを用いて竜巻に伴う渦を直接捉える方法の2つのアプローチで、防災研究所の設立当初から研究を進めてきました。前者は、気象庁が配信する気象レーダの観測値などを用いる方法で、当時既に配信されていたデータを用いることから短期的な研究テーマとして取り組みました。一方で、後者のドップラーレーダを用いる方法は、未解明の部分が多かった突風の実態を把握することからは始める必要がありましたので中期的な研究テーマとして進めてきました。

前者の竜巻などの突風を間接的に捉える方法として、気象庁が発表する天気図から寒冷前線の通過を予測し、そのときにレーダエコーデータから降水強度が強い範囲が広くなおかつ雲の高さが高い場合を突風を発生させる恐れのある強い積乱雲として抽出し、その積乱雲が線路を通過する恐れのある場合に、列車の運行を停止する方法を開発しました。この方法による列車運転規制は、2008年1月から日本海側の線区を対象に冬期に試行を行っています。さらに、レーダエコーデータの精度向上などに伴って、強い積乱雲の抽出基準や列車の運行を停止する範囲を改良した新しい方法を開発し、2015年11月からその方法を用いた試行を行っています。

後者の竜巻に伴う渦を直接捉える方法の研究は、気象庁気象研究所との共同研究で進めています。羽越本線余目駅のJR東日本のドップラーレーダと庄内空港の気象研究所のドップラーレーダ、および庄内平野に稠密に配置した風速計や気圧計などの気象観測機器による観測データなどを基に研究を進めてきました。その結果、庄内平野における突風に関して、地上の突風のほとんどが上空に渦を伴っているこ

と、ドップラーレーダで観測される上空の渦の風速と地上で観測された突風の風速は概ね一致すること、上空の渦は日本海から内陸に向かってほぼ直線的に進行すること、地上の突風は上空の渦に対して進行方向の後方に位置することなどを新たな知見として得ることができました。このような知見に基づいて、上空の渦を自動的に探知して、その渦が線路を通過する恐れのある場合に、列車の運行を停止する突風探知システムの開発を進めてきました。この研究にあたりましては、突風の探知精度をさらに向上する方法を検討するために、新しいドップラーレーダを庄内平野に設置中(写真1)です。



写真1 建設中の新ドップラーレーダ基地局

強風対策では、安全研究所の時代から研究を進めてきた強風警報システムが2010年までにJR東日本の全線で導入されました。これは、風速計の観測値に基づいて、数分から数10分先の瞬間風速を予測して、予測風速に基づいて列車運転規制を行う方法です。また、列車運転規制に用いる風観測のより適切な方法として、列車の車両長に相当する20mの範囲に設置した3本の風速計で観測される瞬間風速の空間平均値を用いる方法を開発しました。さらに、この空間平均風速と1本の風速計で観測される3秒平均風速が同程度の性能を有することを示しました。これらの風速の観測方法は、安全研究所が開発した総研詳細式用いた車両の風耐力評価方法と合わせて、現在までに京葉線など4線区11区間で先行導入されています。現在は、強風警報システムの予測精度をさらに向上する方法の開発に取り組んでいます。

大雨対策では、安全研究所の時代から研究を進めてきた実効雨量を用いた降雨時の列車運転規制方法が2008年に水戸支社で先行導入され、2009年にJR東日本の全線で導入されました。この方法は、半減期1.5、6、24時間の実効雨量を用いる方法です。また、ゲリラ豪雨をはじめ

とする局地的な大雨も捉えることのできる降雨時の列車運転規制方法として、現行の雨量計による列車運転規制を継続した上で、線路を含むメッシュのレーダ雨量による1時間雨量を補完的に用いる方法を開発しました。この方法は、現在導入に向けて実務的な検討がなされています。現在は、降雨量の予測情報を活用することで降雨量が運転中止基準値に達する前に確実に列車を駅に停車させる方法や、線路から少し離れたところのレーダ雨量も活用することで線路から少し離れた場所で発生した大雨による土砂流入などの災害の発生も予測できる方法を開発しています。

この他に、落石では、防災研究所の設立時にテクニカルセンターより引き継いで開発した長大延長を一括監視可能な落石監視システムが2007年から順次各支社に導入されました。雪対策では、吹き溜まり要注意箇所を抽出する方法を開発するとともに、防雪柵の設置方法に関して防雪効果のある主風向と線路のなす角度を定めました。また現在、雪崩や融雪水に対する列車運転規制方法の開発を進めています。地震対策では、地震時に列車をより早く停車させるために、(国研)防災科学技術研究所が設置した海底地震計や地中地震計を早期地震検知システムに取り込むための研究、耐震補強を施工した高架橋区間の地震に対する列車運転規制基準値の向上などについて研究を進めています。河川橋りょうの洗掘対策では、加速度センサーを用いて、橋脚の傾斜角の常時モニタリングと、列車振動や河川増水時の微動を利用した橋脚の健全度評価が可能な洗掘検知装置の開発を進めています。また、防災研究所の設立後に新たに取組みを開始した分野に駅防災があります。駅防災では、駅の火災対策や地下駅の浸水対策に関する研究を実験とシミュレーションの両面から進めています。

### 3. おわりに

防災研究所では、設立10周年を記念して2月3日に防災研究所設立10周年記念講演会を開催しました。講演会では、気象庁気象研究所元所長の瀬上哲秀様と東京大学大学院社会基盤学専攻特任教授(当時)の島村誠様から、ご講演をいただきました。また、2月1日には気象庁気象研究所長より「竜巻突風のメカニズム解明と監視予測技術の高度化に関する研究への協力及び突風防災に係る研究の推進」に貢献した功績により、感謝状を賜りました。今後も、鉄道運行の安全性向上に寄与する研究開発を愚直に進め、社外から評価され、さらにお客様からも評価される研究を進めていきたいと考えています。

#### 参考文献

- 1) 航空・鉄道事故調査委員会:鉄道事故調査報告書:東日本旅客鉄道株式会社羽越線砂越駅~北余目駅間列車脱線事故, 2008.