

## 防災研究所の取組み

JR東日本研究開発センター 防災研究所 所長  
鈴木 博人



防災研究所では、自然現象に起因する鉄道災害事故防止をめざして、「気象、地象現象の観測と検知手法」、「災害発生メカニズムの解明と危険度評価手法」、「防災対策の提案と技術基準の策定」に関する研究開発を進めています。本稿では、鉄道防災を取り巻く環境と、災害に強い鉄道をめざして防災研究所で取り組んできた研究成果と現在取り組んでいる研究について紹介します。

### 1. はじめに

日本列島は、ユーラシア大陸東岸の中緯度に位置する弧状列島で、大陸側には日本海などの縁海が位置し、大洋側からは太平洋プレートなどが沈み込んでいます。このため、日本は台風や梅雨前線などの影響を受けて世界的にみて雨が多いとともに、季節風の影響を受ける日本海側の地域は世界有数の豪雪地域となっています。また、地震も多発します。その上、日本の国土の7割が山岳で、地形・地質が複雑で起伏に富んでいるとともに、地質が脆弱です。このため、毎年各地でさまざまな自然災害にみまわれており、それは鉄道も例外ではありません。

鉄道では、自然災害に対する耐災性能の不十分な構造物に対して、補強や防護工などのハード対策を施すことで、耐災性能の向上を図ってきました。これと同時に、災害の発生のおそれのある自然現象が生じた場合に、運転中止や速度規制を行う列車運転規制などのソフト対策を実施することで、自然災害による事故の防止に努めてきました。図1は、1966年からの日本国有鉄道（以下、国鉄とする）とJRグループ6社合計の自然災害の発生件数の推移を示したものです。自然災害は、国鉄において1960年代には年間1万件近く発生していましたが、ハード対策を施すことで、1980年代には年

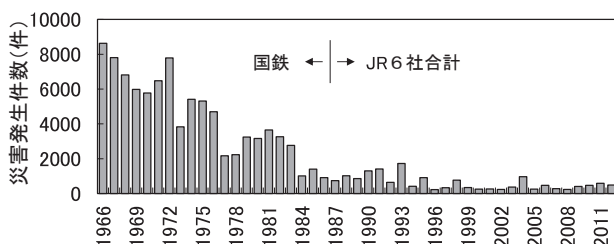


図1 自然災害の発生件数の推移。2008年以降を太田・杉山<sup>1)</sup>に追加。ただし、兵庫県南部地震や東北地方太平洋沖地震などの地震による被害は含まない。

間数千件、近年ではJRグループ全社で年間数百件にまで減少しました。さらに、ソフト対策も合わせて行うことで、例えば降雨に起因して発生した列車脱線事故は、1973年以前には国鉄において年間約9件発生していましたが、1974年から1986年までの期間では年間約3件に減少し<sup>2)</sup>、2001年から2012年までの期間ではJRグループ6社で年間0.33件（東日本旅客鉄道株式会社（以下、JR東日本とする）では0件）にまで減少しました。

次に、気候変動に目を向けてみます。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) が2013年の9月に発表した気候変動に関する最新の評価報告書によりますと、気候システムの温暖化は疑う余地がなく、その主な要因は人間活動であった可能性が極めて高いとしています<sup>3)</sup>。また、今後も温暖化は進行し、温暖化によってさまざまな気候変動が現れるとしています。図2は、JR東日本の線路沿線に位置する気象庁の地域気象観測システム (アメダス) の雨量計で観測された1時間雨量50mm以上および80mm以上の1地点あたりの出現頻度を示したものです。これによりますと、JR東日本の管内において、非常に激しい大雨の出現頻度は増加傾向にあることが分かります。また、図3は、鉄道において観測しました年最大積雪深の推移を示したもので、積雪深は1990年代前後に小さく、最近ではやや大きい傾向にあります。図4は、陸上で発生した竜巻の発生

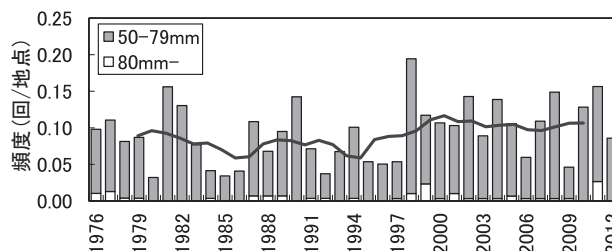


図2 JR東日本の線路沿線に位置する気象庁のアメダスの雨量計で観測された1時間雨量50mm以上および80mm以上の頻度の推移。図中の実線は5年移動平均値。

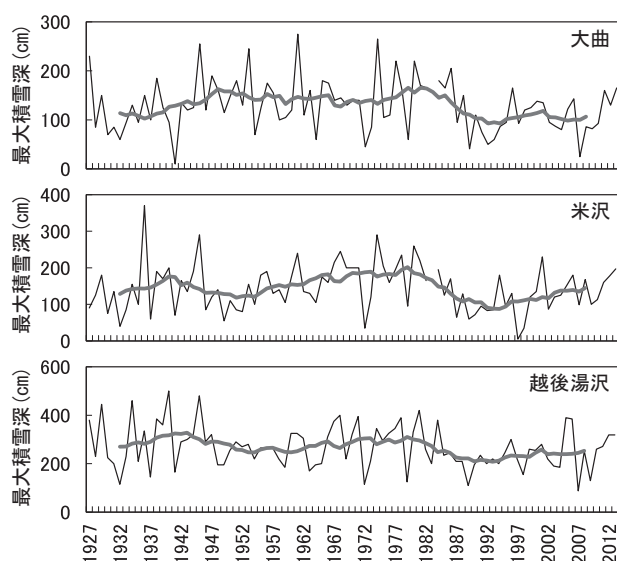


図3 大曲駅、米沢駅、越後湯沢駅における年最大積雪深の推移。図中の実線は5年移動平均値。

確認数の推移です<sup>4)</sup>。竜巻の発生確認数は一見すると増加傾向にありますが、この期間中に観測方法が変更されているため、竜巻の発生確認数の増減の評価はできないとされています<sup>4)</sup>が、最近では2013年9月の埼玉県さいたま市や2012年5月の茨城県常総市の竜巻などJR東日本のエリアにおいて比較的強い竜巻が発生しています。JR東日本のエリアにおけるこれらの将来予測としては、気象庁<sup>5)</sup>では、1時間雨量や日雨量は増加、積雪・降雪量は減少、竜巻の発生しやすさを表す大気の安定度の指標は増加（大気が不安定になります）するとしています。ただし、温暖化によって北極海の海水が融けると、日本などの中緯度の地域では冬の気温が低下して降積雪量が増加するとの指摘もあります<sup>6)</sup>。

このように、自然災害の発生件数は、この数十年間で大幅に減少しましたが、現在でもJR東日本において年間数十件から数百件あるとともに、近年下げ止まっているようにみえます。一方、大雨や突風などの気象外力は、温暖化とともに増加する傾向にあります。近年、自然災害の発生件数が下げ止まっているのは、気象外力の増加の影響がすでに現れている結果なのかもしれません。

防災研究所では、このようなことを踏まえて、列車運行の安全を確保することを第一に、列車運行の安全を確保した上で可能な限り列車運行の安定性も確保できるソフト対策に関する研究・開発を行っています。

## 2. 大雨

在来線の降雨時の列車運転規制には、国鉄時代から1時間雨量と連続雨量の組合せが用いられてきました。連続雨量とは、降り始めからの累積雨量で、12時間の降雨中断があつ

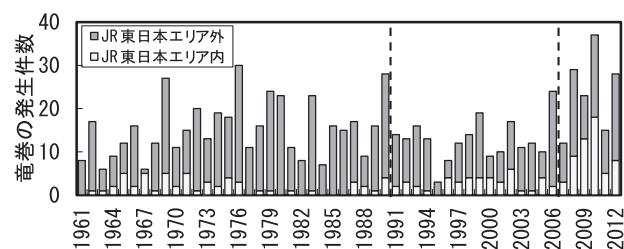


図4 陸上で発生した竜巻の発生確認数の推移。ここで、JR東日本エリア内とは神奈川県、山梨県、長野県、新潟県から青森県のエリアとしました。また、気象庁では2007年から突風の調査を強化したこと、1990年以前は竜巻を確認できる資料が少ないなどの理由により、図中の点線の前後の発生確認数を単純に比較することはできません。

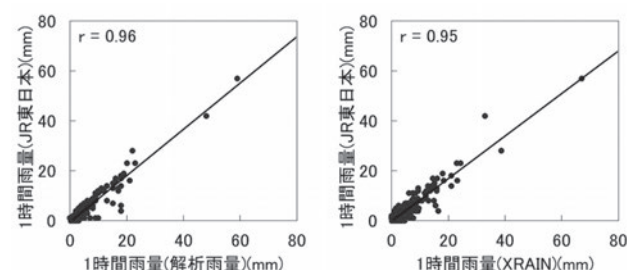


図5 JR東日本の品川駅の雨量計で観測された1時間雨量と、気象庁の解析雨量および国土交通省のXRAINの品川駅を含むメッシュにおける1時間雨量の関係。rは相関係数。

た場合に0mmにリセットする雨量指標です。そのため、雨の降り方がほぼ同じでも、降雨の中断時間の僅かな違いにより連続雨量が大きく異なる、つまり災害発生の危険度評価が異なるといった問題がありました。

そこで、半減期1.5、6、24時間の実効雨量を用いた降雨時の列車運転規制方法を開発しました<sup>7)</sup>。実効雨量は、地表に降った雨が土中に浸透・貯留し、貯留量が多くなると盛土などが崩壊に至るといった、現実の斜面で生じている物理現象を簡易なモデルで表現する雨量指標です。

これによって、従来の列車運転規制方法と同等の安全性を保ちながら、よりきめ細かく適切な列車運転規制が可能となりました。この方法は、2008年に水戸支社で先行導入され、2009年にJR東日本の在来線全線で導入されました。

現在は、降雨時の列車運転規制に気象レーダを活用する研究を進めています。JR東日本では雨量計を約10km間隔で設置していますが、時間・空間的に小さいスケールの豪雨、いわゆるゲリラ豪雨などは雨量計と雨量計の間で発生して大雨として捉えられない場合があります。このような大雨を面的な観測が可能な気象レーダを用いて捉える方法の研究を進めています。図5は、気象レーダで観測された降雨量の精度を検証するために、気象庁の解析雨量および国土交通省のXRAIN<sup>®</sup>とJR東日本の雨量計で観測された1時間雨量の関係を散布図で示したものです。これから、図5に示しました品川駅の例では、これらの気象レーダ雨量の精度は高いことが分かりました。しかし、全国展開されている解析雨量は日本全国

ではほぼ一定の精度が保たれているのに対して、XRAINは観測地域が限定されているとともに地域による精度のバラツキがあることが分かりました<sup>9)</sup>。一方で、鉄道では雨量データが配信されるまでの時間が短いことが重要ですが、気象レーダによる観測からデータ配信までの時間はXRAINが解析雨量に比べて短く有利です。今後は、このような比較から降雨時の列車運転規制に利用する気象レーダ雨量を決めるとともに、規制値などの列車運転規制方法を決めていきたいと考えています。

### 3. 雪害

東北本線は1891年（明治26年）に東京・青森間が全通しましたが、東北北部で頻発する地吹雪のために冬期の輸送は極めて不安定でした。一方、1914年（大正3年）に全通した磐越西線（当時の東京・新潟間の最短ルート）では、沿線の斜面が荒廃していたため、雪崩により多数の犠牲者を伴う大惨事が幾度となく発生しました。これらの対策として設置されたのがふぶき防止林となだれ防止林で、これらの鉄道林は地吹雪や雪崩の防止に著しい効果を発揮して、各線区に急速に普及していきました<sup>2)</sup>。

このように地吹雪や雪崩などの雪害は、鉄道林の設置によって大幅に減少しましたが、大雪となれば発生するおそれがあります。そこで、現在では雪崩による列車運行支障の可能性がある沿線斜面に対して、より適切に雪崩の危険度を評価する方法の開発に取り組んでいます。また、融雪期に融雪水に起因して発生する土砂災害に対して列車運行の安全性を確保するために、融雪期の列車運転規制手法の構築をめざして研究を行っています。

#### 3.1 雪崩

鉄道における雪崩の危険度評価方法に関しては、1983年に国鉄においてなだれ斜面管理指針案が作成されています。そこで、従来の指針案の考え方に則りつつ、最近の雪氷分野での技術的知見や従来の指針案の作成後に得られた技術的経験を取り入れて、雪崩の危険度を定量的に評価する方法の開発を行っています。また、従来の指針案にはなかったハード対策による防護効果を定量化して、雪崩の発生危険度の評価に組み入れることを試みています。なお、詳細については、本特集号の「なだれ斜面管理手法に関する検討」をご覧ください。

#### 3.2 融雪災害

融雪期には、融雪水によって土砂災害が発生することがありますが、現在では融雪期の列車運転規制方法は確立されていません。そこで、その方法の開発を進めています<sup>10)</sup>。融

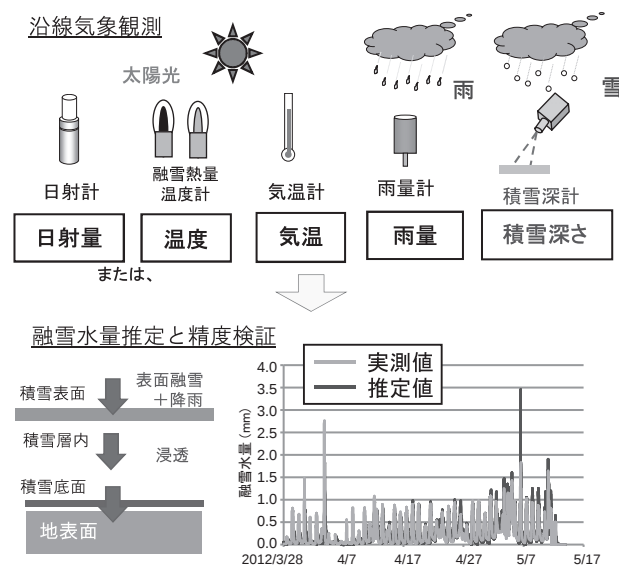


図6 融雪水量の推定方法の概要

雪水は積雪が融けた水と降った雨の総量で、この融雪水が土中に浸透・貯留して土砂災害が発生します。土中に浸透する融雪水量は、積雪の底面で測定する必要があるため、直接計測することが難しい量です。そのため、試験地において、積雪の底面から流出する融雪水の測定と、日射量、気温、降雨量や積雪深などの気象観測を複数年にわたって実施して、気象観測から融雪水量を推定する融雪水量推定手法を開発しました（図6）。現在は、この方法の検証のためのモニターランと列車運転規制を行うための規制値の策定方法の開発を進めています。

### 4. 強風・突風

鉄道に災害をもたらす風には、強風と突風があります。強風と突風のはっきりした気象学的な定義はありませんが、ここでは強風は台風や冬型の気圧配置などに起因して空間的に広い範囲で強い風が吹く現象とし、突風は竜巻などの空間的に狭い範囲で短時間に生じる現象とします。羽越本線列車事故は、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>11)</sup>によりますと、後者のような局所的な突風が原因とされています。強風に対しては、線路沿線における風速を精緻に評価する方法の開発を行っています。一方、突風に対しては、気象現象を面的に捉えることのできる気象レーダの観測値などを用いて列車運転規制を行う方法の開発を進めています。

#### 4.1 強風

従来の強風時の列車運転規制は、線路沿線に設置された風速計で、規制値以上の瞬間風速が観測された時点で発令され、連続した30分間に規制値を超える瞬間風速が観

測されなかった場合に解除するルールで行われていました。この方法は、初めに規制値以上の風速が観測された時点では列車運転規制を行うことができないことと、結果的に列車運転規制の解除前の30分間は無駄な列車運転規制が行われるなどの問題がありました。

そこで、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、その予測風速に基づいて列車運転規制を行う強風警報システム<sup>12)</sup>を開発しました。この方法は、過去の最大瞬間風速から時系列解析であるトレンドモデルを用いて将来のトレンド値を推定し、このトレンド値に安全率として過去の最大瞬間風速とトレンド値の差の標準偏差に応じた予測誤差を加えることで予測風速を算出します。これにより、従来のルールと同等以上の安全性を保ちながら、列車運転規制時間を短縮することが可能となりました。この方法は、2005年に京葉線で導入され、2010年までにJR東日本の在来線全線で導入されました。

一方、2005年12月25日に発生した羽越本線列車転覆事故後に、規制値を引き下げて、暫定的に安全性を高めています。しかし、これは技術的根拠に基づくものではありません。強風時の列車運転規制の基本的な考え方は、風により車体に作用する空気力と、車両が転覆に対して耐えることのできる転覆耐力を比較し、転覆耐力が空気力を上回る状態で列車が走行することを担保することにあります。このような考え方にに基づいて、空気力と転覆耐力の両方を精緻に評価する強風時の新しい運転規制方法<sup>13)</sup>を開発しました。空気力の評価では、長さ20m程度の車両に作用する風を評価するには、従来の1本の風速計で観測される瞬間風速よりも、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が適していることが分かりました。また、車両の転覆限界風速は総研詳細式<sup>14)</sup>により計算します。この方法は、現在では京葉線など3線区7区間で先行導入されています。しかし、風観測の方法において、3本の風速計で観測される瞬間風速の空間平均を用いる方法は国際的な標準とは異なるという課題が残りました。

そこで、風観測の方法の研究の次のステップとして、3本の風速計で観測される瞬間風速の空間平均と同程度の性能を有する1本の風速計で観測される瞬間風速の平均時間について研究を進めました。その結果、その平均時間は3秒、つまり3秒平均風速であることが分かりました。これは、瞬間風速の国際的な標準とも一致します。今後は、この方法と前述の総研詳細式による転覆限界風速を組み合わせた強風時の新しい運転規制方法を展開していく予定です。なお、風観測方法の詳細については本特集号の「列車運転規制に用いる風速の評価方法に関する統計的検討」、車両の転覆耐力の評価方法については「強風時の新しい運転規制方法の導入」をご覧ください。

## 4.2 突風

突風は、空間的に狭い範囲で生じますので、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、突風に対しては、気象レーダを用いて強い積乱雲を捉えることで竜巻など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つのアプローチから研究を進めています。

前者の竜巻などを間接的に捉える方法として、気象庁が発表する天気図とレーダエコーデータを用いて、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方法を開発しました<sup>15)</sup>。この方法では、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（雲頂高度）が高い場合を竜巻などを発生させるおそ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おそれのある場合に、列車の運行を停止することとしました。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において冬期に試行を行っています。現在は、気象庁が発表する竜巻発生確度ナウキャストを強い積乱雲を抽出する条件に加えることで、竜巻などの突風を捕捉する精度の向上の可能性について研究を進めています。

後者の竜巻に伴う渦を直接捉える方法の開発は、気象庁気象研究所と共同で、羽越本線余目駅のJR東日本のドップラーレーダと気象研究所が冬期に庄内空港に設置するドップラーレーダ、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います。その結果、地上の突風のほとんどが上空に渦を伴っている<sup>16)</sup>こと、庄内平野における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<sup>17)</sup>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<sup>18)</sup>こと、など庄内平野における突風に関する新たな知見が得られました。このような知見に基づいて、突風を自動的に探知する突風探知システムの開発を進めています。なお、詳細については、本特集号の「ドップラーレーダを用いた突風探知システムに関する研究」をご覧ください。

## 5. 地震・津波

従来の地震時の列車運転規制は、地震計で観測される地表の最大加速度（gal値）に基づいて行われていましたが、列車運転規制を行っても実際には列車運転に支障する災害が発生していないケースが大多数であり改善の余地がありました。

そこで、最大加速度よりも地震被害との関連性が高いスペクトル強度（SI値）を用いた地震時の列車運転規制方法を開

発しました<sup>19)</sup>。スペクトル強度は、地震による構造物の揺れの程度を表す地震動指標で、減衰定数 $h=0.20$ に対する速度応答スペクトルの周期0.1秒から2.5秒の区間における平均値(カイン(cm/秒))です。これにより、地震時の列車運転規制は、適正な安全レベルを確保しつつ、列車運転規制の発令回数を低減することができました。また、この方法は在来線に2003年、新幹線に2005年に導入されています。地震・津波に対しては、現在では地震後の早期運転再開方法の開発と、リアルタイム津波予測方法の鉄道への活用について研究を進めています。

## 5.1 地震

鉄道沿線に設置した地震計で運転中止基準値を超える地震動が観測された場合には、当該地震計の受け持ち範囲に対して徒歩などによる点検を実施して、異常のないことが確認された場合に運転を再開しています。地震計の配置は離散的になるために、地震の震央が地震計と地震計の間にあるような場合を想定して、列車運転規制値は鉄道構造物に被害が発生する地震動よりも低い値に設定されています。そこで、地震時の早期運転再開を目的に、ひずみ計などを用いた構造物のモニタリング<sup>20)</sup>や、運転再開用の地震計を線路沿線に密に配置して、徒歩などによる点検に代えて鉄道構造物の健全性を評価する方法の開発を開始しました。

## 5.2 津波

津波対策として、自治体などが作成したハザードマップを利用して、津波により浸水するおそれのある区間や運転規制の方法を定めてきました。しかし、自治体のハザードマップはあらかじめ想定した地震で発生する津波に対する浸水範囲が示されているため、想定を超えた東北地方太平洋沖地震ではハザードマップの浸水範囲と実際の津波浸水範囲の間に大きな乖離が生じた地域がありました。そのため、自治体では現在あらゆる可能性を考慮した最大クラスの津波を想定したハザードマップへの更新を進めています。一方で、地震が発生してから沿岸に津波の第一波または最大波が到達するまでに得られる情報を用いて、地震ごとに津波による浸水範囲を予測するリアルタイム津波予測の研究が行われています<sup>21)</sup>。そこで、リアルタイムの津波予測の鉄道への利用可能性について研究を進めています。

リアルタイム津波予測は、さまざまな震源とマグニチュードの地震に対して、あらかじめ沖合における津波高さや津波の浸水範囲を計算してデータベースを構築しておきます。地震が発生すると、地震発生直後に得られる震源位置とマグニチュード、さらに沖合の波浪計で観測された津波高さから、これらの情報と一致する地震をデータベースから検索すること

で津波浸水範囲を予測します。このような方法で行うリアルタイム津波予測について、津波浸水範囲を予測できるタイミングとその精度を検証し、鉄道への利用可能性について研究を進めています。なお、詳細については、本特集号の「リアルタイム津波予測の活用に関する研究」をご覧ください。

## 6. 洗掘

橋脚の洗掘災害は、目視検査でその予兆を発見するのが難しい災害の一つです。そこで、気泡型水準器と同様の動作原理で橋脚の傾斜を測定する傾斜検知型センサーを用いた洗掘検知装置を開発し<sup>22)</sup>、2000年に導入されました。この装置は、橋脚の傾斜角を常時計測して、橋脚の傾斜があらかじめ定めた列車運転規制値を超過した場合に列車運転規制が発令されますが、橋脚の傾斜が運転規制値を超えた場合に警報を発する機能しか備えていないといった問題があります。

そこで、加速度センサーを用いて、従来の傾斜検知機能に加えて、橋脚の傾斜角の常時モニタリング、および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。このうち、傾斜検知機能と傾斜角の常時モニタリング機能については検証を完了し、現在は橋脚の健全度評価手法について実測データを基に研究を進めています。なお、詳細については、本特集号の「橋脚の健全度モニタリングが可能な新しい洗掘検知装置の開発」をご覧ください。

## 7. 大規模災害

地文学・地質学における読図の観点に基づいて、鉄道沿線の任意地点における地すべり、岩盤崩壊、土石流のような地形変化を起こすような大規模災害の危険度を評価するシステムの開発を進めています。このシステムは、鈴木<sup>23)</sup>が考案した「日本における地形災害検索法」に着目して、その手法をシステム化したもので、EADaS(イーダス)手法といいます。このEADaS手法を用いることで、鉄道沿線の任意地点で潜在的に発生が想定される大規模災害を把握することが可能となり、弱点箇所の特定への活用が期待できます。この方法の詳細については、本特集号の「EADaS手法による自然災害危険度評価システムの開発」をご覧ください。

## 8. 都市防災

首都圏の駅では、駅空間が高機能化・複雑化しています。このような駅における異常時の旅客避難の安全性を評価して、各駅における防災対策の優先順位を明確にすることは

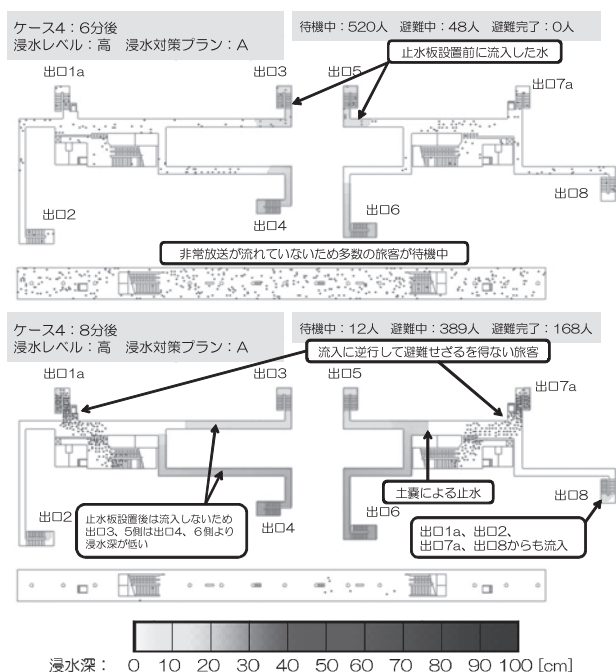


図7 浸水開始6分後（上）および8分後（下）の浸水避難難性状

重要です。そこで、旅客流動シミュレーションを活用して、異常時における駅の安全性や防災対策を評価する方法の開発を進めています。

駅構内の旅客といった大勢の人の動きを表現するシミュレーションモデルは数種類あります。ここでは、歩行者の身体寸法や歩行速度といった種々の物理的な特性の設定を可能とするだけでなく、駅構内での旅客や誘導員といった役割による行動の違い、情報に対する判断過程といった心理的な部分の設定を組み込むことも可能なマルチエージェントモデルを用いました。図7は、仮想の地下モデル駅について、ある浸水条件や対策、旅客数、駅員数などを仮定した場合の浸水時における旅客流動シミュレーション結果で、浸水開始6分後と8分後の浸水避難難性状を可視化したものです<sup>24)</sup>。今後は、引き続き浸水時の評価方法の構築を進めるとともに、火災や地震時などの異常時に対する評価方法の構築を進める予定です。

## 9. おわりに

自然災害対策は、鉄道だけでなく社会共通の重要なテーマです。また、関係する分野も自然現象の理解、観測・計測技術、シミュレーション技術、リスク評価や意思決定など多面的な領域に関わります。したがって、関係研究機関との連携を図りつつ、進展著しいこれら関連分野の研究成果を積極的に取り入れながら、今後も災害に強い鉄道をめざして研究・開発を進めていきたいと考えています。

## 参考文献

- 1) 太田直之, 杉山友康; 災害の推移と今後の防災, 日本鉄道施設協会誌, Vol.47, No.6, pp.17-19, 2009.
- 2) 社団法人日本鉄道施設協会; 鉄道技術発達誌, 953pp, 1994.
- 3) IPCC; Climate Change 2013: The Physical Science Basis, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wgl/>.
- 4) 気象庁; 竜巻等の突風データベース, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html>.
- 5) 気象庁; 地球温暖化予測情報 第8巻(2013年), <http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/GWP/index.html>.
- 6) C. H. グリーン; 温暖化で寒くなる冬, 日経サイエンス, No.2, pp.51-56, 2013.
- 7) 鈴木修, 山村啓一, 島村誠; 実効雨量指標を用いた降雨時運転規制に関する研究, JR East Technical Review, No.21, pp.42-49, 2007.
- 8) 国土交通省; XRAIN XバンドMPレーダ雨量情報, <http://www.river.go.jp/xbandradar/>.
- 9) 外狩麻子; レーダー雨量の防災分野への活用に関する一考察, 第10回地盤工学会関東支部発表会 GeoKanto 2013, 2013.
- 10) 外狩麻子, 河島克久, 伊豫部勉; 融雪推量推定手法の開発, JREA, Vol.56, No.6, pp.23-26, 2013.
- 11) 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.
- 12) 島村誠, 松沼政明; 強風警報システムの開発と実用化, JR East Technical Review No.13, pp.36-43, 2005.
- 13) 日比野有, 三須弥生, 栗原智亮, 森山淳, 島村誠; 強風時の新しい運転規制方法の検討, JR East Technical Review, No.35, pp.36-41, 2011.
- 14) 日比野有, 石田弘明; 車両の転覆限界風速に関する静的解析法, 鉄道総研報告, Vol.17, No.4, pp.39-44, 2003.
- 15) 鈴木博人, 加藤亘, 島村誠, 畑村真一, 野村真奈美, 日置江桂; 天気列車運転規制のためのレーダーエコーデータを用いた冬期寒冷前線に伴う突風に対する警戒基準の開発, Vol.57, pp.353-365, 2009.
- 16) 楠研一, 今井俊昭, 保野聡裕, 鈴木博人, 竹見哲也, 別所康太郎, 中里真久, 益子渉, 山内洋, 林修吾, 星野俊介, 猪上華子, 福原隆彰, 荒木啓司, 柴田徹, 加藤亘, 足立啓二; 小型ドップラー気象レーダーによる鉄道安全運行のための突風探知システムの基礎的研究－最終年度を迎えて－, 2009年度日本気象学会秋季大会予稿集, B354, 2009.
- 17) 楠研一, 新井健一郎, 下瀬健一, 猪上華子, 益子渉, 林修吾, 別所康太郎, 星野俊介, 西橋政秀, 保野聡裕, 足立啓二, 今井俊昭, 荒木啓司, 鈴木修, 中里真久, 山内洋, 竹見哲也, 庄内平野で観測された突風と気象じょう乱－渦および渦内部の地上風について－, 2011年度日本気象学会春季大会予稿集, A303, 2011.
- 18) 加藤亮平, 楠研一, 新井健一郎, 西橋政秀, 下瀬健一, 益子渉, 佐藤英一, 齊藤貞夫, 猪上華子, 別所康太郎, 庄内平野で観測された渦の上陸時の変質－渦の傾き増加のメカニズム－, 2013年度日本気象学会春季大会予稿集, A156, 2013.
- 19) 島村誠, 鈴木博人; 地震観測にもとづく列車運転規制基準の検討, 日本地震工学シンポジウム論文集, Vol.11, pp.2289-2292, 2002.
- 20) 鈴木修, 櫻健典, 村山英晶, 呉智深, 鈴木博人; 光ファイバセンサを用いた鉄道高架橋のモニタリング技術の開発, 土木学会第68回年次学術講演会, CS6-001, pp.1-2, 2013.
- 21) 阿部郁男, 今村文彦; 津波浸水予測データベースによるリアルタイム津波浸水予測の精度と評価, 土木学会論文集B2 (海岸工学), Vol.66, pp.261-265, 2010.
- 22) 加藤健二, 鈴木博人, 田中淳一; 洗掘検知装置の概要と警報発令基準値の設定方法, SED, Vol.17, pp.168-175, 2001.
- 23) 鈴木隆介; 建設技術者のための地形図読図入門, 第4巻 火山・変動地形と応用読図改訂版, 古今書院, pp.1212, 2012.
- 24) 真船奨, 外狩麻子, 島村誠, 山田武志; 水害発生時における駅構内の旅客安全性評価システムの開発, 地下空間シンポジウム, 投稿中.