

「強風時における鉄道列車運行判断の 妥当性についての研究」

A study on the validity of train operation during strong winds

川崎悠貴

Yuki Kawasaki

Mail: aaa2000yuuki9303@gmail.com

慶應義塾大学法学部政治学科

Faculty of Law, Keio University

要約

鉄道においてその路線の特徴と地理関係から強風が発生しやすく、なおかつ強風に弱く、運転見合わせや遅延が多く発生する路線は日本全国に多く存在する。

中でも、今回は JR 西日本管内の湖西線と JR 東日本管内の武蔵野線を取り上げた。2 路線の一定期間内の強風事案を twitter データから、そして事案日の路線周辺の風速を気象庁のデータから比較研究し、運転見合わせ、遅延の妥当性の割合を研究した。

結果、湖西線における運転見合わせ、遅延妥当性は特例の台風事案を除き、75%、武蔵野線における運転見合わせ、遅延妥当性は 71.4% となった。

1. 序論

通勤需要や通学需要として日本全国の人々の足となり生活に必要不可欠ともいえる鉄道。

そんな鉄道路線でも、気象事案や事故事案、お客様トラブルなどの様々理由で遅延や運転見合わせとなる。

今回は、鉄道の遅延や運転見合わせの原因の 1 つともいえる気象事案を取り上げる。

中でも“強風”による遅延や運転見合わせ、徐行運転になることが多い関西の湖西線と関

東の武蔵野線の2路線を取り上げ、強風と鉄道運行の相関関係・因果関係・背景を検討する。

具体的には2路線において強風による遅延や運転見合わせが多い理由を、路線的特徴、地理的特徴、季節的特徴等の視点から理由を検討するとともに、運転見合わせとなる基準を、JR公式ホームページと、JRからの返信とその日の気象を基にその妥当性を検討する。

2. 分析方法

2021年9月1日から10月31日の2か月間における関西の湖西線、関東の武蔵野線の2路線の運行状況を調査し、強風による運転見合わせや遅延、徐行運転の実施等の事例がないかを調査する。事例発見時には気象庁のアメダスによる路線周辺の地点観測によるその日の風向・風速を調査し、記録する。

また、鉄道の運行状況については、湖西線に関してはJR西日本による公式twitter（アカウント名：JR西日本列車運行情報（湖西線））から、武蔵野線に関してはtwitter（アカウント名：とれいんふお首都圏〈窓開け車内寒気徹底を〉）をもとにデータを集めるものとする。

JR各社が持つ運転停止判断基準（公式ホームページや実際にメールにて問い合わせることと入手）、と運転停止や徐行が実施された日時の気象状況（気象庁による）を比較し、その運転停止・徐行判断が正しかったのかの妥当性について検討する。

3. データ

以下は、本論文で用いるデータである。表1はJR西日本の湖西線運行状況データ（2021/9/1~2021/10/31）であり、表2は、JR東日本の武蔵野線・京葉線運行状況データ（2021/9/1~2021/10/31）である。武蔵野線の同時期間においては表2のような結果になり、研究材料としては不適當であったため、期間をこの路線に限り、表3の追加資料（2021/1/1~2021/12/20）のデータを使用するものとする。

なお以下の湖西線のデータはJR西日本の公式ツイッター情報⁽¹⁾を基に、武蔵野線・京葉線のデータは「とれいんふお首都圏」というツイッター情報⁽²⁾を基にしている。

表1. 湖西線（2021/9/1~10/31）

twitter発令時間	内容	詳細
2021/9/8	7:11 強風遅延	強風のため遅れ
2021/9/13	8:54 他路線による遅延	乗り入れ路線の人員事故のため遅延
2021/9/14	10:52 他路線による遅延	乗り入れ路線の人員事故のため遅延
2021/9/17	8:08 他路線による遅延	乗り入れ路線の人員事故のため遅延
2021/9/17	16:46 台風遅延見合わせ予測	台風接近に伴う強風の見込みから翌日の遅延見合わせの知らせ
2021/9/18	0:33 台風遅延見合わせ予測	台風接近に伴う強風見込みから翌朝まで遅延取りやめ済みの遅延
2021/9/18	10:01 台風遅延再開見込み	遅延再開の見込みの遅延（12:43分の列車から予定）
2021/9/18	12:28 遅延再開	12:26からの遅延再開の遅延
2021/10/1	6:30 強風遅延予測	嵐波からの強風予測に伴う列車遅れの可能性の遅延
2021/10/1	7:37 強風遅延取りやめ	嵐波から夕方にかけての新快速電車の遅延取りやめ済みの遅延
2021/10/1	7:51 強風遅延遅延	強風のため和歌山から北小松駅にかけての遅延遅延遅延
2021/10/1	8:03 強風遅延見合わせ	7:54から業務の強風による和歌山から近江守山駅にかけての遅延見合わせの遅延
2021/10/1	8:08 強風遅延見合わせ	午前から夕方にかけての新快速電車遅延取りやめ業務の遅延
2021/10/1	11:45 強風遅延遅延	強風による近江守山駅から近江塩津駅にかけての遅延遅延の業務、遅延遅延
2021/10/1	18:03 強風遅延再開見込み	和歌山から近江守山駅にかけての遅延見合わせ 19:00頃を目途に遅延再開予定の遅延
2021/10/1	18:23 強風遅延再開見込み	近江守山駅から近江塩津駅にかけての遅延遅延 17:57での解消、通常運行済みの遅延
2021/10/1	19:10 遅延再開	和歌山から近江守山駅にかけての遅延見合わせ 19:03での解消、遅延再開の遅延
2021/10/12	10:15 他路線による遅延	乗り入れ路線の線路内人立ち入りのため遅延
2021/10/13	9:36 他路線による遅延	乗り入れ路線の安全確認のため遅延
2021/10/20	7:40 強風遅延遅延	強風による和歌山から北小松駅にかけての遅延遅延業務、遅延発生遅延
2021/10/20	7:54 強風遅延見合わせ	強風による7:45から堅田駅から近江守山駅にかけての遅延見合わせ業務の遅延
2021/10/20	8:54 遅延再開	堅田駅から近江守山駅にかけての遅延見合わせ 8:46での遅延再開の遅延（遅延発生している）
2021/10/27	8:38 その他理由での遅延	湖西線内での車両トラブルによる遅延発生遅延
2021/10/28	14:35 強風遅延見合わせ	強風による14:29から桑田駅から近江守山駅にかけての遅延見合わせ業務の遅延
2021/10/28	14:50 強風遅延再開見込み	桑田駅から近江守山駅にかけての遅延見合わせ 15:00頃を目途に遅延再開予定の遅延
2021/10/28	15:07 遅延再開	桑田駅から近江守山駅にかけての遅延見合わせ 15:05での遅延再開業務の遅延（遅延発生している）
2021/10/29	11:25 その他理由での遅延見合わせ	和歌山から近江守山駅にかけての遅延見合わせ遅延
2021/10/29	13:21 遅延再開	和歌山から近江守山駅にかけての遅延見合わせ 13:15での遅延再開業務遅延

表 2. 武蔵野線 (2021/9/1~10/31)

武蔵野線 2021/9/1~2021/10/31			
日時	twitter発令時間	内容	詳細
2021/9/1	16:38	その他理由での遅延	京葉線内での車両確認に伴う遅延
2021/9/6	19:12	その他理由での遅延	宇都宮線内での前編編組に伴う遅延
2021/9/6	9:31	その他理由での遅延	京葉線内でのオーバーランに伴う遅延
2021/9/11	9:19	その他理由での遅延	駆け込み乗車による荷物積みりによる遅延（15分以上）
2021/9/11	17:52	その他理由での遅延	駆け込み乗車による荷物積みりによる遅延（20分以上）
2021/9/13	8:36	その他理由での遅延	武蔵浦和での非常停止ボタン発動による遅延
2021/9/18	20:56	その他理由での遅延	嵐波点検による遅延
2021/9/29	17:17	その他理由での遅延	中央線内でのドア積みりによる遅延
2021/9/30	20:09	その他理由での遅延	京葉線内での荷物積みりの影響での遅延
2021/10/2	15:18	遅延再開	14:56頃の北朝霞～西浦和での車両確認のための遅延見合わせの解消
2021/10/2	15:05	遅延見合わせ	14:56頃の北朝霞～西浦和での車両確認のための遅延見合わせ
2021/10/8	13:07	その他理由による遅延	7日22:41の地震による遅延（20分以上）
2021/10/8	7:54	その他理由による遅延	7日22:41の地震による遅延（一部列車は9時間以上）
2021/10/8	7:44	遅延再開	7:07をもって7日22:41の地震による遅延見合わせの再開
2021/10/8	1:03	遅延見合わせ	7日22:41の地震による吉川黒崎～西船橋での遅延見合わせ
2021/10/17	11:00	その他理由での遅延	西船橋～船橋黒崎での車両確認による遅延
2021/10/17	13:44	遅延再開	嵐波変電所の火災による遅延見合わせの解消
2021/10/23	22:59	その他理由での遅延	新成駅での線路内人立ち入りによる遅延（5分ほどの遅延）
2021/10/23	21:28	その他理由での遅延	新成駅での線路内人立ち入りによる遅延（上下線とも10分以上）
2021/10/23	21:20	遅延再開	新成駅による線路内人立ち入りによる遅延見合わせ解除
2021/10/23	21:14	その他理由での遅延見合わせ	新成駅での線路内人立ち入りにより遅延見合わせ
2021/10/25	8:30	その他理由での遅延	西船橋～府中本町でのドア点検による上下線の遅延

表 3. 武蔵野線・京葉線 (2021/1/1~2021/12/20)

武蔵野線 過去の強風関連に伴う遅延		
日時	twitter発令時間	内容 詳細
2021/1/7	19:02	京葉線強風による遅延 京葉線内での強風運転規制値超過による遅延 (40分以上)
2021/2/17	8:37	京葉線強風による遅延 京葉線内での強風運転規制値超過による遅延 (15分以上)
2021/3/21	16:38	京葉線強風による遅延 京葉線内での強風運転規制値超過による遅延 (15分以上)
2021/4/30	0:14	京葉線強風による遅延 京葉線内での強風運転規制値超過による遅延 (40分以上)
2021/5/17	7:36	京葉線強風による遅延 京葉線内での強風運転規制値超過による遅延 (5分以上)
2021/6/4	18:23	京葉線強風による遅延 京葉線内での強風運転規制値超過による遅延 (15分以上) 直通運転中止
2021/6/4	16:36	京葉線強風による遅延 京葉線内での強風運転規制値超過による遅延 (10分以上)
2021/8/9	15:40	京葉線強風による遅延 14:21頃の京葉線内での強風運転規制値超過による遅延 (最大40分)
2021/8/9	19:32	京葉線強風による遅延 14:21頃の京葉線内での強風運転規制値超過による遅延 (20分以上) 直通運転中止
2021/8/9	22:18	京葉線強風による遅延 14:21頃の京葉線内での強風運転規制値超過による遅延 (最大50分以上)
2021/12/17	21:45	強風運転見合わせ 北朝霞~西浦和での強風運転規制値超過による運転見合わせ
2021/12/17	23:07	運転再開 21:45に発令した運転見合わせの解消

4. 分析

4-1:湖西線の分析

4-1-1 湖西線とは

湖西線は、京都府京都市山科区の山科駅から琵琶湖の西岸を經由し滋賀県長浜市の近江塩津駅に至る JR 西日本の路線である。琵琶湖の西岸、湖西地区を通るため湖西線と命名された。湖西地区全体が比良山系と琵琶湖の間に位置し、わずかな平野のみである。そのわずかな平野を湖西線は通っている。構図として、比良山系から吹く、比良おろしが存在する。

一方で湖西線は、関西地区から北陸方面へと通ずる路線の中で最も短く、短時間で移動できるとしてサンダーバード等の特急列車も当該路線を通過する。特急列車の高速運転を可能とするために、湖西線は全線高架式をとっており、踏切等は存在しない。

この局地風の1つでもある比良おろしは、列車の進行方向に対し、横からの横風になり、おろし風が強い日は、路線が全線高架式をとっていることもあり、運転見合わせや遅延になることが非常に多い。

4-1-2 湖西線 分析結果

表1のように2021/9/1~2021/10/31の2か月の期間において、強風関連の事象で列車が遅延、徐行、運転見合わせとなった日数は9/8、9/18、10/1、10/20、10/28の計5日であった。

次にこの事案発生時の5日間の1日の風向、風速を調査した。この5日の風速・風向データは表4にてまとめた。なお、計測地点は湖西線が走る琵琶湖の西岸に位置する今津地点と南小松地点とする。一日の中で最も風速が強い時間の風速を赤く示した。

表4. 湖西線周辺地域における強風事案時の風速データ

9月8日 今津			南小松			9月18日 今津			南小松			10月1日 今津			南小松		
日時	風速	風向	日時	風速	風向	日時	風速	風向	日時	風速	風向	日時	風速	風向	日時	風速	風向
1:00	3.3	南東	1:00	1.4	南東	1:00	4.1	南	1:00	1.1	東	1:00	9.3	北	1:00	3.0	北
2:00	3.4	南東	2:00	2.0	南東	2:00	2.9	南北	2:00	2.0	西	2:00	0.3	南東	2:00	2.0	北
3:00	3.5	南東	3:00	1.2	南東	3:00	0.9	南	3:00	2.3	西北	3:00	1.2	西	3:00	2.6	北
4:00	5.9	南東	4:00	2.3	南	4:00	0.8	西	4:00	0.9	北	4:00	1.1	南東	4:00	3.5	北北
5:00	6.1	南	5:00	2.5	南	5:00	2.2	北	5:00	0.8	北北	5:00	1.6	北北	5:00	6.2	北
6:00	5.9	南	6:00	1.9	南東	6:00	1.2	北	6:00	0.9	北北	6:00	2.3	西北	6:00	7.2	北
7:00	7.3	南	7:00	2.3	南東	7:00	2.3	北	7:00	0.1	静	7:00	2.2	北北	7:00	9.7	北
8:00	6.6	南	8:00	3.8	南東	8:00	1.6	北	8:00	0.4	南東	8:00	2.6	南	8:00	12.0	北
9:00	7.3	南	9:00	4.1	南東	9:00	2.0	西北	9:00	2.2	北	9:00	3.3	北北	9:00	19.9	北
10:00	6.8	南	10:00	2.7	南東	10:00	0.3	南北	10:00	1.0	西	10:00	3.2	北北	10:00	8.0	北
11:00	6.7	南	11:00	1.0	南東	11:00	1.1	北北	11:00	1.8	北	11:00	3.8	北	11:00	7.3	北
12:00	6.2	南	12:00	1.3	北北	12:00	2.3	北	12:00	2.1	北北	12:00	2.0	北	12:00	9.4	北北
13:00	4.1	南	13:00	0.1	静	13:00	4.7	西北	13:00	2.0	南東	13:00	4.1	北	13:00	10.3	北
14:00	4.0	南	14:00	1.1	西	14:00	8.2	西北	14:00	1.4	西	14:00	3.4	北北	14:00	9.1	北北
15:00	3.3	南	15:00	2.1	西北	15:00	3.5	西北	15:00	1.8	南	15:00	3.4	北	15:00	7.0	北
16:00	4.0	南	16:00	1.8	西	16:00	1.7	西北	16:00	1.9	南東	16:00	3.3	北北	16:00	6.4	北北
17:00	4.3	南	17:00	0.3	北北	17:00	3.5	西北	17:00	1.8	南	17:00	8.8	北	17:00	5.2	北
18:00	2.4	南	18:00	1.9	西	18:00	2.5	北	18:00	8.9	北	18:00	4.6	北	18:00	5.8	北
19:00	3.4	南	19:00	2.9	西	19:00	2.3	北	19:00	4.4	北	19:00	4.9	北北	19:00	4.5	北北
20:00	3.3	南	20:00	2.7	西	20:00	1.6	北北	20:00	4.3	北北	20:00	4.9	北北	20:00	3.6	北北
21:00	2.1	南	21:00	2.7	西	21:00	3.3	北	21:00	5.0	北北	21:00	4.8	北	21:00	3.8	南北
22:00	1.4	北北	22:00	1.8	西北	22:00	2.7	北	22:00	6.3	北	22:00	4.8	北北	22:00	3.1	北北
23:00	2.0	北	23:00	1.1	西	23:00	2.9	北	23:00	4.4	北北	23:00	3.0	北	23:00	3.7	北北
0:00	1.4	北北	0:00	0.5	北	0:00	3.8	北	0:00	2.7	北北	0:00	2.6	北	0:00	1.9	北
10月20日 今津			南小松			10月28日 今津			南小松								
日時	風速	風向	日時	風速	風向	日時	風速	風向	日時	風速	風向						
1:00	3.7	西北	1:00	2.3	北	1:00	2.1	西北	1:00	0.4	北北						
2:00	3.4	西北	2:00	5.3	西北	2:00	1.3	南	2:00	0.8	西北						
3:00	1.4	西北	3:00	4.9	西北	3:00	0.6	西北	3:00	1.0	西北						
4:00	2.0	西北	4:00	4.8	西北	4:00	0.9	西北	4:00	1.4	南						
5:00	4.1	西北	5:00	8.4	西北	5:00	2.2	北	5:00	1.3	北						
6:00	1.6	西	6:00	8.6	西北	6:00	2.4	西北	6:00	2.1	南						
7:00	3.2	北	7:00	8.5	西北	7:00	2.7	北	7:00	1.3	南東						
8:00	2.8	北	8:00	12.7	北	8:00	1.1	西北	8:00	2.4	北北						
9:00	2.4	南	9:00	3.2	西北	9:00	1.3	北北	9:00	2.0	南東						
10:00	6.7	西	10:00	2.8	南東	10:00	3.1	北北	10:00	3.6	北北						
11:00	4.6	北	11:00	3.0	南北	11:00	3.4	北北	11:00	4.3	北						
12:00	3.4	西北	12:00	1.7	南	12:00	3.8	北	12:00	2.4	南北						
13:00	3.7	南	13:00	2.3	北	13:00	3.8	北北	13:00	2.0	南北						
14:00	3.6	北	14:00	2.5	南北	14:00	6.4	北	14:00	3.0	北						
15:00	6.3	北	15:00	3.0	南東	15:00	3.6	北北	15:00	4.3	北北						
16:00	3.2	北北	16:00	2.9	南北	16:00	3.5	北北	16:00	3.3	北						
17:00	2.7	北北	17:00	2.2	南北	17:00	2.7	北	17:00	3.9	北北						
18:00	3.0	北	18:00	1.7	北	18:00	3.6	北北	18:00	2.7	北北						
19:00	3.7	北	19:00	1.9	南北	19:00	4.2	北	19:00	3.5	南北						
20:00	3.3	北北	20:00	2.2	北	20:00	4.8	北	20:00	3.6	南北						
21:00	1.9	北北	21:00	2.2	北	21:00	3.0	北北	21:00	2.4	北						
22:00	2.3	北北	22:00	2.0	北	22:00	2.8	北北	22:00	1.9	北北						
23:00	1.3	北北	23:00	1.3	西北	23:00	2.3	北北	23:00	2.6	北						
0:00	0.4	北	0:00	1.2	北	0:00	3.0	北北	0:00	1.9	北北						

表4の地点風速の値はあくまで、地上地点での観測である。湖西線は高架式をとっていることから列車走行位置ではより大きな風が路線上では吹いていると推測される。

低地の風速を基にビルなどの高層地点のおおよその風速を概算できる公式として、風速のべき乗の法則がある。この法則は風速測定値とその測定値の高さと、その土地の粗度状況に応じた粗度区分がわかれば、その地点の未測定の高層地点の風速が概算できる。粗度とは、その土地が建築物等の体積密度の大きさを表現でき、海上や海岸・田園・郊外の低層住宅街・市街・大都市などの地域カテゴリーの相違によって異なり、発達する乱流境界層の厚さや乱れの大きさを変化させる。建築分野では地表面粗度の違いをⅠ～Ⅴで区分している。

今回の湖西線の高架上の風速はこの風速のべき乗の法則を基に計算する。

高架橋のおおよその高さについてだが、実際の写真等を観察し、2階建て一軒家よりも高いところを走行していると判断した。そこで、今回は2階建て一軒家の屋根から地上までの高さを6.5mと仮定し、湖西線走行高架高さは約8mで列車走行位置は高さ10mであるとした。また、観測地点はすべて気象庁のアメダスによるものから高さは1.5mであるとする。

ここで、風速の高さのべき乗の法則を用いて、高さ8mの風速を推定で出す。風速は観測地点の粗度に依存する。今回の今津地点は住宅地域であることから粗度区分Ⅲ ($\alpha = 0.20$)、南小松地点は田園地域であることから粗度区分Ⅱ ($\alpha = 0.15$)とする。

これらの粗度区分や風速の高さのべき乗の法則は資料⁽³⁾を基にした。

各観測地点の高さ = 1.5m = V_1

湖西線の高架の高さ = 10.0m = V_2

観測地点での風速 = (変数) = Z_1

推定高架橋での風速 = (変数) = Z_2

地表面粗度区分に応じた指数 (今津) = 0.20 = α_1

地表面粗度区分に応じた指数 (南小松) = 0.15 = α_2

法則の計算式は以下になる

(計算式) $Z_2/Z_1 = (V_2/V_1)^{\alpha_1 \text{ or } \alpha_2}$

$$Z_2 = Z_1 (V_2/V_1)^{\alpha_1 \text{ or } \alpha_2}$$

この計算式に遅延、徐行運転、運転見合わせが実施された5日の南小松・今津地点の風速を入れ、高架橋の線路での風速を出す。

9月8日(強風遅延:7:11)

南小松 7:00 観測風速 2.3m $2.3(10.0/1.5)^{0.15}=3.057 \dots \approx 3.1$

今津 7:00 観測地点 7.3m $7.3(10.0/1.5)^{0.20}=10.668 \dots \approx 10.7$

9月18日(台風運転見合わせ)

南小松 7:00 0.1m $0.1(10.0/1.5)^{0.15}=0.132 \dots \approx 0.13$

今津 7:00 2.3m $2.3(10.0/1.5)^{0.20}=3.361 \dots \approx 3.36$

10月1日(強風徐行:7:54、運転見合わせ 8:03)

南小松 8:00 12.0m $12(10.0/1.5)^{0.15}=15.95 \dots \approx 16.0$

今津 8:00 2.8m $2.8(10.0/1.5)^{0.20}=4.09 \dots \approx 4.1$

10月20日(強風徐行 7:40、運転見合わせ 7:54)

南小松 8:00 12.7m $12.7(10.0/1.5)^{0.15}=16.88 \dots \approx 16.9$

今津 8:00 2.8m $2.8(10.0/1.5)^{0.20}=4.09 \dots \approx 4.10$

10月28日(強風運転見合わせ 14:35)

南小松 14:30 4.2m $4.2(10.0/1.5)^{0.15}=5.58 \dots \approx 5.6$

今津 14:30 6.4m $6.4(10.0/1.5)^{0.20}=9.353 \dots \approx 9.4$

次に JR 西日本が、湖西線を徐行、運転見合わせにする基準について述べる。私は、公式に JR 西日本お客様センターに直接メールをすることで、その回答を得ることができた。以下は西日本旅客鉄道株式会社 CS 推進部 JR 西日本お客様センターからの回答メールを箇条書きにしたものである

- ・湖西線は比良山など琵琶湖北西側の山脈から吹き下ろす風の影響により、強風が発生。
- ・暴風による災害の発生や、列車が横風を受けると脱線する恐れから、運転規制値を定め風速が一定の基準に達した場合には、徐行運転や運転見合わせなどの措置を行っている。
- ・JR 西日本は優先順位をつけ、防風壁の設置を試みている
- ・防風壁の効果は出ている
- ・防風壁を設置した箇所における運行停止をさせる風速は、25~30m/sec
- ・25~30m/sec 以上の風でも列車運行をさせることができる、より強風に耐えられる防風壁を設置した場合、高架橋本体や防風壁の構造が耐えられなくなる恐れがある。
- ・結果、湖西線において、25~30m/sec 以上の強風で列車運行を停止させる

このメールの回答から、湖西線において運転見合わせとなる風速は 25~30m というこ

が分かった。これと、運転見合わせ、遅延時の高架橋の路線の予測風速の数値を見ると大幅な誤差があることがわかる。しかし、この値は、アメダス地点における高さ 10.0m の風速であり、湖西線の路線の風速ではない。

湖西線はより、山側を走り、アメダスがないようなところも走る。そのような地点での風速はアメダス観測値よりはるかに大きいのは想像に難くない。そこで、アメダス地点（10.0m 換算）風速が 10.0m/s の時は湖西線沿線では運転見合わせ基準の風速 25m 以上の風が吹いているとした。

最後に、この条件で運転見合わせ実施の妥当性を判断する。

9月8日	南小松 3.1m/今津 10.7m	・・・	遅延 適当
9月18日	南小松 0.13m/今津 3.36m	・・・	運転見合わせ 不適當
10月1日	南小松 16.0m/今津 4.1m	・・・	運転見合わせ 適当
10月20日	南小松 16.9m/今津 4.1m	・・・	運転見合わせ 適当
10月28日	南小松 5.6m/今津 9.4m	・・・	運転見合わせ 不適當

以上のような結果になった。

9月18日は、紀伊半島を台風が直撃しており、予想以上に風が吹かなかったことから、大きく外れた結果になった。しかし、それ以外の事象においてはほとんどが運転見合わせ、徐行等の措置が妥当であることが多かった。

結果：75%（台風事象を抜く）/60%（すべての事象を含む）

4-2:武蔵野線の分析

4-2-1 武蔵野線とは

旅客用鉄道としては東京都の府中本町駅から千葉県の上野毛駅を結ぶ路線。関東の外環路線ともいえる。トンネルや効果が多い路線であり、強風による遅延や運転見合わせが過去たびたび発生していた路線。京葉線に乗り入れており、列車の行き先のほとんどは京葉線の終点の東京駅であることが多い。直通運転をしている京葉線も、海岸線を効果で走る区間が多く、京葉線も遅延や運転見合わせになることが多い。そして、京葉線の影響を受けて武蔵野線も遅延や直通運転取りやめなどになることが多い。

4-2-2 武蔵野線 分析結果

湖西線と同時期で、武蔵野線内での強風事案（遅延、徐行、運転見合わせ）は見られなかった。そこで、対象期間を1年に引き延ばし、再検索したところ表3のように、1/7、2/17、3/21、4/30、5/17、6/4、8/9、12/17の8日において、強風事案があった。なお、

4/30の強風事案については深夜帯であることから、影響力はそれほどないとして除外し、計7日程を今回は研究対象とした。

湖西線のケースと同様に事例発生の日々の1日の風速・風向を気象庁のデータを分析し表5にてまとめた。また、12/17の事象以外は、京葉線の強風事案によるものであり、6日については千葉地点を、12/17についてはさいたま地点のアメダスデータを基に分析した。

表5. 武蔵野線周辺地域の強風事案時の1日の風速

1月7日 千葉			2月17日 千葉			3月21日 千葉			5月17日 千葉		
日時	風速	風向	日時	風速	風向	日時	風速	風向	日時	風速	風向
1:00	1.9	北北西	1:00	7.8	西寄西	1:00	3.8	南寄西	1:00	7.6	寄西
2:00	2.2	北北西	2:00	8.7	西寄西	2:00	3.3	南	2:00	7.7	南寄西
3:00	2.1	北北西	3:00	12.5	西寄西	3:00	4.2	南	3:00	9.2	南寄西
4:00	2.9	北北西	4:00	13.7	西寄西	4:00	5.2	南寄東	4:00	8.8	南寄西
5:00	2.8	北北西	5:00	14.7	西寄西	5:00	7.8	南寄東	5:00	8.7	南寄西
6:00	0.3	南寄東	6:00	16.2	西寄西	6:00	5.4	南寄東	6:00	13.1	南寄西
7:00	1.8	西	7:00	13.6	西寄西	7:00	6.3	南寄東	7:00	10.7	南寄西
8:00	1.6	北北東	8:00	16.3	西寄西	8:00	8.5	南寄東	8:00	10.5	南寄西
9:00	3.8	西寄西	9:00	14.6	西寄西	9:00	9.1	南寄東	9:00	13.8	南寄西
10:00	11.7	寄西	10:00	12.3	西寄西	10:00	7.9	南寄東	10:00	13.6	南寄西
11:00	14.8	寄西	11:00	12.6	西寄西	11:00	7	南寄東	11:00	14.2	南寄西
12:00	11.9	寄西	12:00	14	南寄西	12:00	8	南	12:00	12.2	南寄西
13:00	18	西寄西	13:00	15.3	西寄西	13:00	9.8	南	13:00	11.6	南寄西
14:00	17.8	西寄西	14:00	12.6	南寄西	14:00	11.3	南	14:00	9.2	南寄西
15:00	18.9	西寄西	15:00	14.6	南寄西	15:00	9.4	南	15:00	11.9	南寄西
16:00	17	西寄西	16:00	14.7	南寄西	16:00	9.8	南	16:00	9.8	南寄西
17:00	17.6	西寄西	17:00	9.5	北北西	17:00	9.5	南	17:00	10.9	南寄西
18:00	12	西寄西	18:00	6.1	北北西	18:00	10.7	南寄西	18:00	11.8	南寄西
19:00	11.3	西	19:00	5.1	北北西	19:00	9	南寄西	19:00	12.2	南寄西
20:00	7.7	北西	20:00	3.6	北北西	20:00	10.8	南寄西	20:00	10.4	南寄西
21:00	9.1	北西	21:00	2.4	北北西	21:00	8.8	南	21:00	9.9	南寄西
22:00	7.8	北西	22:00	3.2	北西	22:00	10.7	南寄西	22:00	9	南寄西
23:00	7.0	北西	23:00	3.4	北西	23:00	11	南寄西	23:00	9.8	南寄西
0:00	7.6	北西	0:00	3	北西	0:00	10.1	南寄西	0:00	5.3	南寄西

6月4日 千葉			8月9日 千葉			12月17日 さいたま		
日時	風速	風向	日時	風速	風向	日時	風速	風向
1:00	5.9	南寄東	1:00	4	南	1:00	0.9	西寄西
2:00	5.9	南寄東	2:00	5.5	南寄西	2:00	0.5	北北東
3:00	6	南寄東	3:00	5.6	南寄西	3:00	0.8	西北西
4:00	7.5	南寄東	4:00	6.3	南寄西	4:00	1	西北西
5:00	7.7	南寄東	5:00	7.5	南寄西	5:00	0.7	北北西
6:00	7.2	南寄東	6:00	6.8	南寄西	6:00	1.3	北北西
7:00	7.5	南寄東	7:00	8.1	南寄西	7:00	1.6	北
8:00	8.3	南寄東	8:00	7.4	南	8:00	3.1	北北西
9:00	9.4	南寄東	9:00	7.5	南	9:00	2.2	北北東
10:00	10.7	南寄東	10:00	6.6	南	10:00	2.7	北北東
11:00	8.9	南寄東	11:00	9.4	南寄西	11:00	2	北北東
12:00	9.7	南寄東	12:00	12.8	南寄西	12:00	0.8	西
13:00	10.6	南寄東	13:00	10.6	南	13:00	1.6	南
14:00	11.5	南寄東	14:00	11.3	南寄西	14:00	1.2	南寄東
15:00	11.4	南寄東	15:00	14.8	南寄西	15:00	1.5	南
16:00	10.0	南寄東	16:00	16.2	南寄西	16:00	1.6	西寄西
17:00	8.9	南	17:00	11.6	南寄西	17:00	1.9	南
18:00	9.1	南	18:00	12.6	南寄西	18:00	0.5	西寄西
19:00	11.6	南寄西	19:00	13.8	南寄西	19:00	2.7	南寄西
20:00	10.7	南寄西	20:00	14.3	南寄西	20:00	5.4	西
21:00	9.2	西北西	21:00	11.2	南寄西	21:00	7.8	北西
22:00	2.8	北北西	22:00	13.5	南寄西	22:00	9.8	北西
23:00	3	北東	23:00	14.2	南寄西	23:00	10.1	北西
0:00	1.3	北北西	0:00	12.1	南寄西	0:00	7.5	北西

なお、今回の京葉線・武蔵野線ともに、湖西線と同様、高架となっている箇所があり、強風が吹くことで遅延や運転見合わせになることが多い。そこで、湖西線同様、高架路線の高さを10.0mとし、風速の高さのべき乗の法則を用いて計算する。

各観測地点の高さ = 1.5m = V_1

武蔵野線・京葉線の高架の高さ = 10.0m = V_2

観測地点での風速 = (変数) = Z_1

推定高架橋での風速 = (変数) = Z_2

地表面粗度区分に応じた指数 (千葉、さいたま) = 0.35 = α_1

(計算式) $Z_2/Z_1 = (V_2/V_1)^{\alpha_1}$

$$Z_2 = Z_1 (V_2/V_1)^{\alpha_1 \text{ or } \alpha_2}$$

上部の公式を用い、強風事案時の列車走行位置の風速を計算する。

1月7日 (京葉線強風遅延 19:02)

千葉 19:00 11.3m 11.3 (10.0/1.5)^{0.35} = 21.95 . . . ≒ 22.0

2月17日 (京葉線強風遅延 8:37)

千葉 8:30 16.9m 16.9 (10.0/1.5)^{0.35} = 32.82 . . . ≒ 32.9

3月21日 (京葉線強風遅延 16:37)

千葉 16:30 9.2m 9.2 (10.0/1.5)^{0.35} = 17.87 . . . ≒ 17.9

5月17日 (京葉線強風遅延 7:36)

千葉 7:30 10.7m $Z^2 = 10.7$ (10.0/1.5)^{0.35} = 20.78 . . . ≒ 20.8

6月4日 (京葉線強風遅延 16:36, 18:23)

千葉 16:30 10.2m 10.2 (10.0/1.5)^{0.35} = 19.81 . . . ≒ 19.8

8月9日 (京葉線強風遅延 14:21)

千葉 14:20 12.2m 12.2 (10.0/1.5)^{0.35} = 23.69 . . . ≒ 23.7

12月17日（武蔵野線強風運転見合わせ 21:45）

さいたま 21:40 23.1m 23.1 (10.0/1.5)^{0.35} = 44.87・・・≒44.9

このような結果となった。

また、当路線、京葉線・武蔵野線に対しJR東日本の、『防風柵設置による輸送障害対策について』⁽⁴⁾という記事によると、京葉線、武蔵野線に対し長年強風による遅延や運転見合わせを余儀なくする事態が発生していたことから、強風のポイントを中心に京葉線7か所、武蔵野線3か所の防風柵設置工事を行い完成済みであることがわかる。加えてこの防風柵設置により、設置区間における設置側からの風に対する運転中止基準値が、風速25m/sから風速30m/sに、速度規制基準値が、風速20m/sから風速25m/sに、それぞれ変更となったことも見て取れる。

このことから、これらの路線の徐行運転基準（遅延等）は風速25m/s、運転見合わせ基準は風速30m/sと分かった。また、今回のこの予測高架路線風速も、アメダス地点での風速であり、実際値とは異なる。とはいえ京葉線は市街地も走ることや海の上も走ることを鑑みて、20m/s以上のアメダス推測風速を観測した場合の徐行・遅延を妥当、25m/s以上のアメダス推測風速を観測した場合の運転見合わせを妥当とする。

これらを基に遅延や運転見合わせが妥当であったか分析する。

1月7日（千葉）22.0m	遅延適当
2月17日（千葉）32.9m	遅延適当
3月21日（千葉）17.9m	遅延不適当
5月17日（千葉）20.8m	遅延適当
6月4日（千葉）19.8m	遅延不適当
8月9日（千葉）23.7m	遅延適当
12月17日（さいたま）44.9m	運転見合わせ適当

遅延/運転見合わせ妥当率 = 5/7 = 71.42・・・(%) ≒ 71.4%

5. まとめ

最初に設定した2021/9/1~2021/10/31という期間で見ると、JR西日本の湖西線のほうがJR東日本の武蔵野線・京葉線より強風事案で列車運行に支障をきたすことが多いことが分かった。加えて、どちらの路線も、防風壁設置等で強風の対策を行っていることから、湖西線の比良おろしは武蔵野線の高架付近で吹く風よりも強いと考えられる。これは、おろし風ならではの風が山から下るときのエネルギーが付け加わることが原因となり、より強いか座が吹いているので花だろろうかと考えられる。

次に運転見合わせ、遅延の妥当性について評価する。

関西の湖西線（異例の台風事案を除いて考えている）、関東の武蔵野線・京葉線ともに運転見合わせ、遅延妥当率は70～75%程度であることが分かった。比較的高い水準であると私は考え、JRの遅延や運転見合わせの妥当性は高いものであるとわかった。

どの路線も強風に弱いことをJR各社が自覚し、防風柵設置などの対応策を講じたことにより、以前よりも格段に強風事案が減少しているというデータもある。よってJR西日本、JR東日本の遅延、運転見合わせは妥当であるといえる。

JR各社には今後も強風対策の設備拡充と、遅延、運転見合わせ背戸の向上とともに安心で快適な鉄道サービスを提供してほしいと思う。

6. 参考文献

(1) Twitter とれいんふお首都圏 窓開け寒気徹底を @Trainfo_
最終閲覧日 2021/12/31

(2) Twitter JR西日本列車運行情報（湖西線）【公式】@jrwest_kinki_b
最終閲覧日 2021/12/31

(3) 建築デザイナー必見！ビル風コラム 第3回：風の特性1 基本的特性と地表面粗度の影響について <https://www.cradle.co.jp/media/column/a87> 最終閲覧日 2021/12/31

(4) 防風柵設置による輸送障害対策について
<https://www.jreast.co.jp/press/2014/20141111.pdf> 最終閲覧日 2021/12/31