

## 5.2 2020 年度の煙霧日

解析対象は、2020 年度に 5.1(1)で述べた方法で決定した 11 事例（計 21 日）である（表 5-2-1）。煙霧時の PM2.5/SPM の値は 0.60 から 0.97 の範囲であり、黄砂時(0.60 から 0.85)と比較してやや高い範囲の数値となった。また、ACSA の PM2.5/PM10 は黄砂時（0.19 から 0.53）と比較し、煙霧時は 0.42 から 0.63 と高い値であった。

表 5-2-1 2020 年度の煙霧日一覧（SPM および PM2.5 濃度： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

| 事例 | No.. | 期日   |    |    | 黄砂の規模 |            | SPM 平均濃度 | PM2.5/SPM | PM2.5/PM10 |
|----|------|------|----|----|-------|------------|----------|-----------|------------|
|    |      | 年    | 月  | 日  | 地点数   | PM2.5 平均濃度 |          |           |            |
| 1  | 1    | 2020 | 5  | 2  | 14    | 28.74      | 36.36    | 0.81      | 0.60       |
|    | 2    | 2020 | 5  | 3  | 14    | 22.42      | 29.75    | 0.78      | 0.55       |
| 2  | 3    | 2020 | 6  | 4  | 15    | 24.31      | 33.17    | 0.74      | 0.59       |
| 3  | 4    | 2020 | 8  | 3  | 15    | 29.04      | 46.23    | 0.65      | 0.56       |
|    | 5    | 2020 | 8  | 4  | 26    | 31.69      | 49.55    | 0.66      | 0.58       |
|    | 6    | 2020 | 8  | 5  | 32    | 33.44      | 52.26    | 0.67      | 0.61       |
|    | 7    | 2020 | 8  | 6  | 37    | 25.83      | 41.42    | 0.66      | 0.58       |
|    | 8    | 2020 | 8  | 7  | 24    | 28.22      | 45.68    | 0.63      | 0.51       |
|    | 9    | 2020 | 8  | 8  | 21    | 31.09      | 52.54    | 0.60      | 0.42       |
|    | 10   | 2020 | 8  | 9  | 13    | 20.66      | 34.86    | 0.62      | 0.49       |
| 4  | 11   | 2020 | 8  | 25 | 10    | 20.81      | 32.55    | 0.72      | 0.53       |
| 5  | 12   | 2020 | 12 | 30 | 11    | 7.21       | 9.01     | 0.83      | 0.53       |
|    | 13   | 2020 | 12 | 31 | 10    | 3.50       | 3.42     | 0.85      | 0.51       |
| 6  | 14   | 2021 | 1  | 7  | 10    | 5.66       | 6.77     | 0.97      | 0.59       |
| 7  | 15   | 2021 | 1  | 19 | 12    | 5.83       | 6.55     | 0.83      | 0.57       |
| 8  | 16   | 2021 | 2  | 2  | 16    | 11.12      | 14.11    | 0.88      | 0.51       |
|    | 17   | 2021 | 2  | 3  | 10    | 7.11       | 7.88     | 0.87      | 0.61       |
| 9  | 18   | 2021 | 2  | 7  | 20    | 19.59      | 24.62    | 0.90      | 0.52       |
|    | 19   | 2021 | 2  | 8  | 13    | 10.37      | 12.96    | 0.94      | 0.63       |
| 10 | 20   | 2021 | 2  | 16 | 10    | 6.17       | 8.35     | 0.85      | 0.56       |
| 11 | 21   | 2021 | 3  | 15 | 11    | 20.18      | 24.13    | 0.93      | 0.63       |

※「SPM 平均濃度」、「PM2.5 平均濃度」、「PM2.5/SPM 平均濃度」には常時監視データを用い、計算した。また、「PM2.5/PM10 平均濃度」には ACSA-14 のデータを用い、計算した。

※「PM2.5/SPM」は測定局毎に算出された値を平均したものであり、表中の「SPM 平均濃度」と「PM2.5 平均濃度」から算出したものではない。

※「PM2.5/PM10」について各日以下の平均をとった。

2020 年 5 月 2 日：北海道、東北、関東、東海、近畿、四国、中国での観測のため札幌、簗岳、東京、名古屋、大阪、赤穂、福岡の平均

2020 年 5 月 3 日：北海道、関東、東海、近畿、四国、中国での観測のため札幌、新潟巻、東京、名古屋、大阪、赤穂、福岡の平均

2020 年 6 月 4 日：関東、東海、近畿、四国、中国での観測のため東京、名古屋、大阪、赤穂、福岡の平均

2020 年 8 月 3 日：東北、関東、四国、中国、九州での観測のため簗岳、東京、大阪、赤穂、福岡、五島の平均

2020 年 8 月 4 日：東北、北陸、近畿、四国、中国、九州での観測のため簗岳、巻、東京、大阪、赤穂、福岡、五島の平均

2020 年 8 月 5 日、6 日：東北、北陸、関東、東海、近畿、四国、中国、九州での観測のため簗岳、巻、東京、名古屋、大阪、赤穂、隠岐、福岡、五島の平均

2020 年 8 月 7 日：東北、関東、東海、近畿、四国、中国、九州での観測のため簗岳、東京、名古屋、大阪、赤穂、隠岐、福岡、五島の平均

2020 年 8 月 8 日：北陸、関東、東海、近畿、四国、中国、九州での観測のため巻、東京、名古屋、大阪、赤穂、隠岐、福岡、五島の平均

2020 年 8 月 9 日：北陸、関東、東海、四国、中国での観測のため巻、東京、名古屋、赤穂、隠岐の平均

2020 年 8 月 25 日：近畿、四国、中国、九州での観測のため赤穂、隠岐、福岡、五島の平均

2020 年 12 月 30 日：北海道、東北、北陸、関東、近畿、中国、九州での観測のため札幌、簗岳、巻、東京、大阪、赤穂、福岡、五島の平均

2020 年 12 月 31 日：北海道、東北、北陸、中国での観測のため札幌、簗岳、巻、隠岐の平均

2021 年 1 月 7 日：北海道、東北、北陸、中国、九州での観測のため札幌、簗岳、巻、赤穂、隠岐、福岡の平均

2021 年 1 月 19 日：北海道、東北、北陸、関東での観測のため札幌、簗岳、巻、東京の平均

2021 年 2 月 2 日：北海道、東北、北陸、中国での観測のため札幌、簗岳、巻、赤穂、隠岐、福岡の平均

2021 年 2 月 3 日：北海道、東北、北陸、中国での観測のため札幌、簗岳、巻、隠岐の平均

2021 年 2 月 7 日：北海道、北陸、東海、近畿、四国、中国、九州での観測のため札幌、巻、名古屋、大阪、赤穂、隠岐、福岡の平均

2021 年 2 月 8 日：北海道、東北、北陸、東海、近畿、四国、中国、九州での観測のため札幌、簗岳、巻、名古屋、大阪、赤穂、福岡の平均

2021 年 2 月 16 日：北海道、東北、北陸、中国での観測のため札幌、簗岳、巻、隠岐の平均

2021 年 3 月 15 日：近畿、四国、中国、九州での観測のため赤穂、隠岐、福岡の平均

### 5.3 煙霧日の解析結果

#### (1) 煙霧事例 1 2020 年 5 月 2 日

本事例は、2020 年 5 月 2 日と 3 日で観測された煙霧で、全国にそれぞれ 14 地点で煙霧が観測された（表 5-3-1-1、図 5-3-1-1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-1-3）、4 月 30 日にモンゴルで Dust が、5 月 1 日にモンゴルで Dust、Slight Duststorm が発生している様子が見られる。このときの気流を後方流跡線で確認（図 5-3-1-4）したところ、札幌の流跡線で Dust が発生した領域の近くを通っていることがわかる。さらに CFORS（図 5-3-1-5）においても、Dust および Sulfate が日本全域に影響を及ぼしている様子が示されている。

この期間におけるライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化を比較したところ、ライダー黄砂消

散係数は、新潟において断続的な上昇が見られた他は、全国的に極めて低い傾向にあった。また SPM は仙台、東京、大阪ではやや値が大きい時間帯が存在したものの、その他の地点では目立った変動は見られなかった（図 5-3-1-6）。

PM2.5 濃度は、5 月 2 日は環境基準である  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える地点が多く全国的に高濃度であったが、翌 3 日は濃度が下がり、環境基準  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下となった（図 5-3-1-7）。

また、PM2.5/PM10 比は低い値となっていない。東京では 5 月 1 日正午頃から PM10、PM2.5 が増加傾向になるが、その後のピーク時においても顕著に高い濃度となっていない。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については  $\text{fSO}_4^{2-}$  と  $\text{cNO}_3^-$  が、多くの地点で煙霧観測日に高い値となる傾向が見られ、特に東京、大阪、赤穂で 5 月 3 日 0:00 前後に  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える濃度となっている（図 5-3-1-8）。

なお、北京では、日本での煙霧が観測された日の前日、5 月 1 日に一時、約  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える高濃度の PM2.5 を観測している（図 5-3-1-9）。

以上から、本事例は、大陸からの Dust の影響により飛来した空気塊に、人為起源の  $\text{fSO}_4^{2-}$  混合した弱い煙霧事例と考えられる。

表 5-3-1-1 煙霧観測地点

| 日付       | 地点数 | 観測地点名 |     |     |    |    |    |    |    |    |     |
|----------|-----|-------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 2020/5/2 | 14  | 津     | 宇都宮 | 横浜  | 高松 | 下関 | 徳島 | 網走 | 盛岡 | 奈良 | 和歌山 |
|          |     | 函館    | 前橋  | 熊谷  | 水戸 |    |    |    |    |    |     |
| 2020/5/3 | 14  | 横浜    | 京都  | 宇都宮 | 前橋 | 熊谷 | 静岡 | 岐阜 | 水戸 | 奈良 | 甲府  |
|          |     | 彦根    | 徳島  | 釧路  | 福井 |    |    |    |    |    |     |

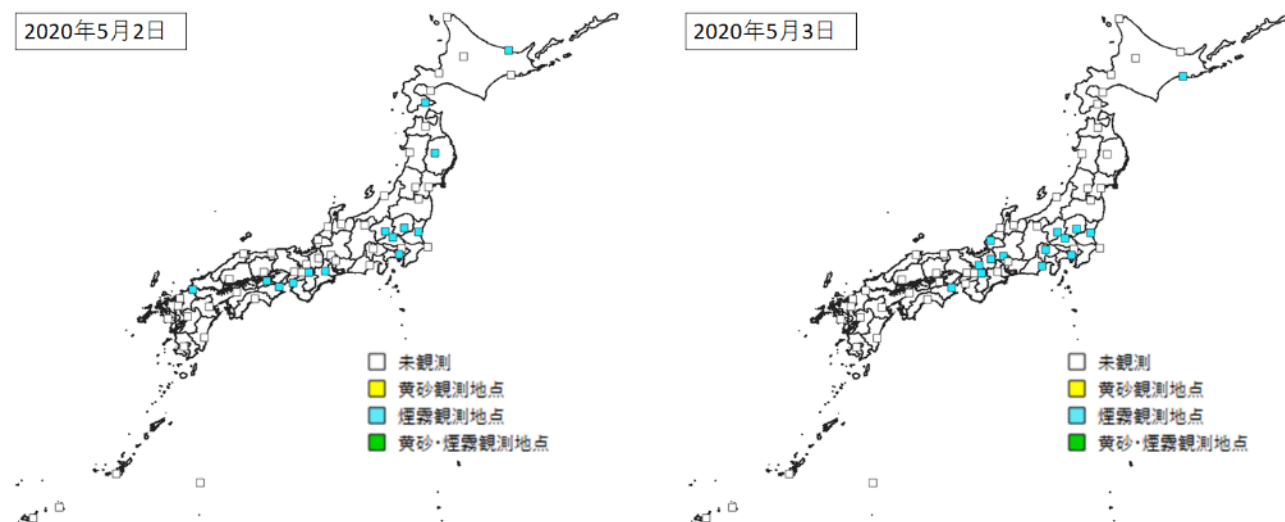
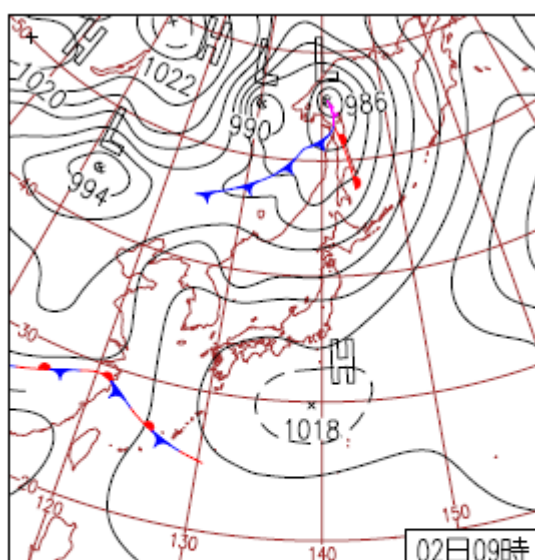
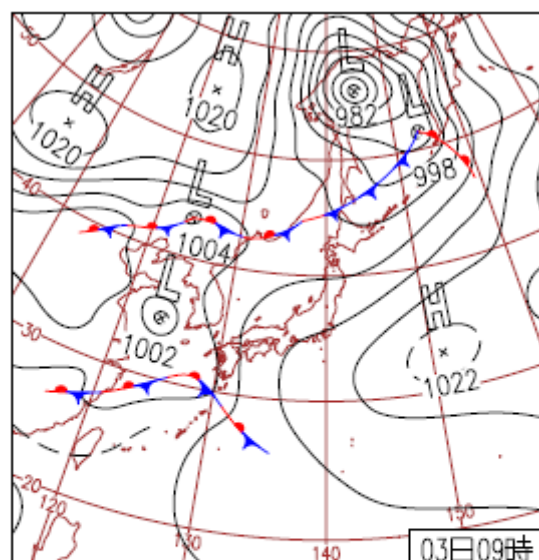


図 5-3-1-1 煙霧観測地点



### 2日(土)西日本～東北は真夏日

九州～東北は概ね晴れ。最高気温は長野県南信濃33.1℃、また宮城県名取32.1℃は5月1位。沖縄・奄美は停滞する前線の影響で雨。沖縄県渡嘉敷の日降水量198.5mmは5月1位。



### 3日(日)帯広市サクラ満開

前線の影響で南西諸島～西日本は雨。沖縄県久米島では47mm/1hの激しい雨。東日本～北日本は晴れて気温が上昇し、東北の内陸中心に真夏日。帯広市のサクラは開花翌日に満開。

図 5-3-1-2 天気図



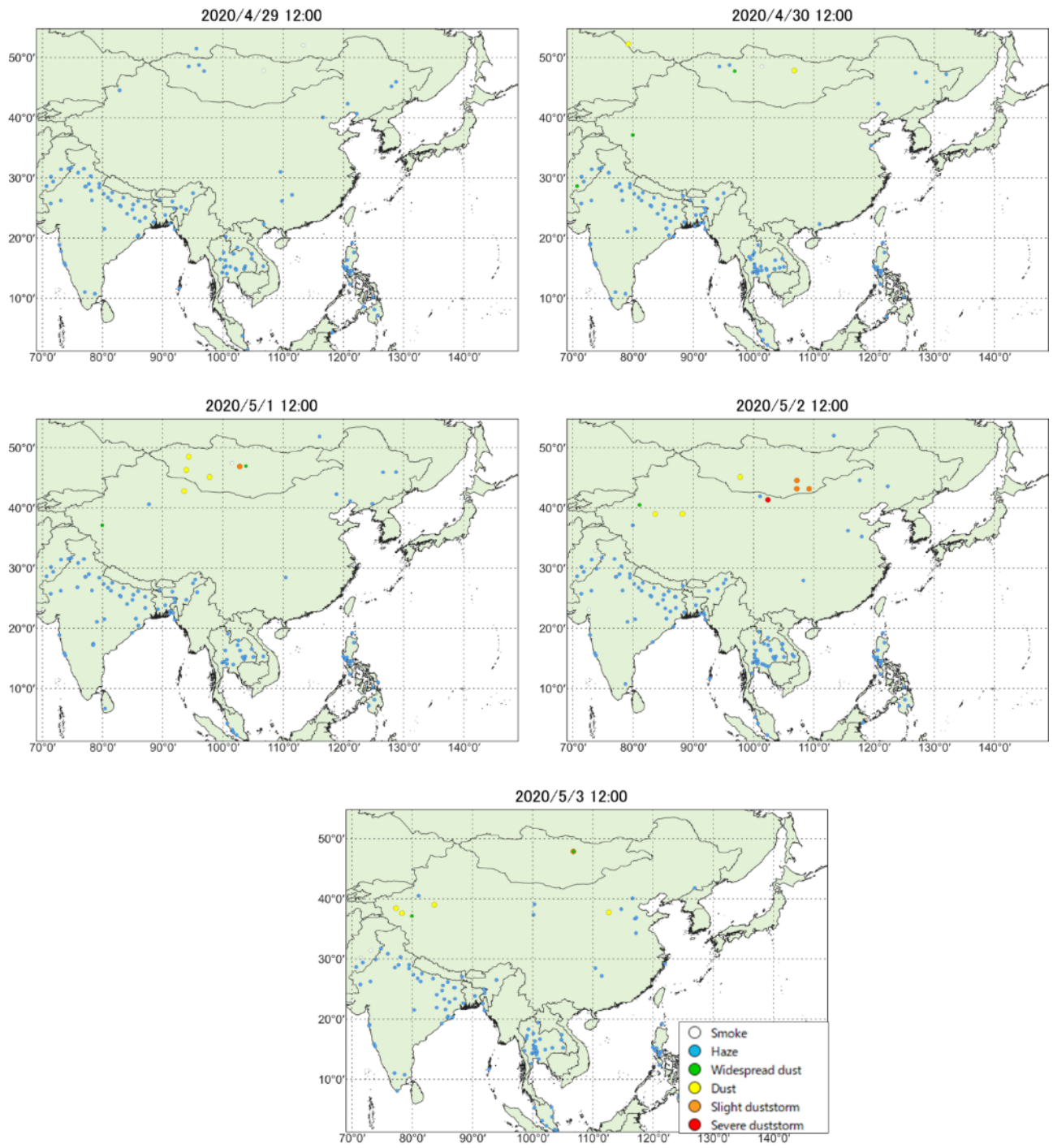


圖 5-3-1-3 砂塵嵐發生狀況

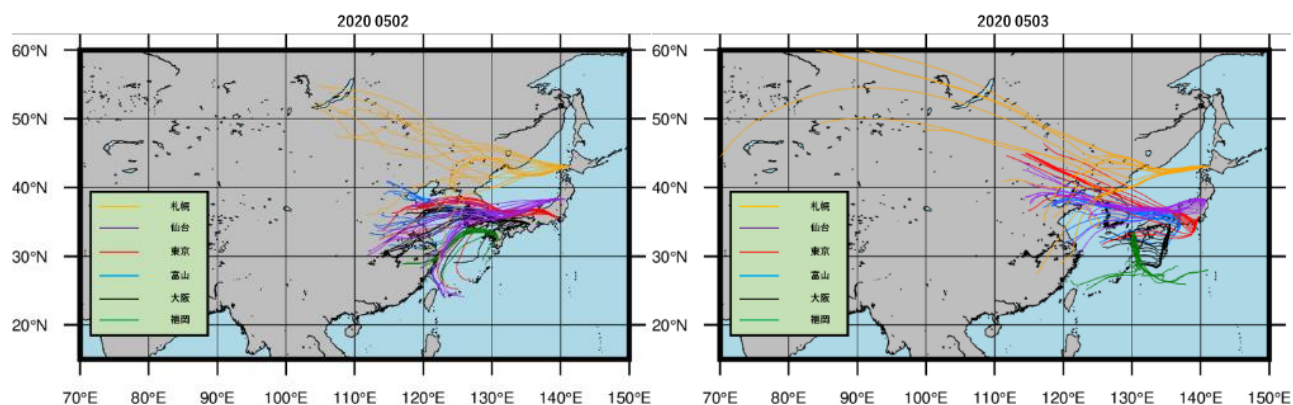


図 5-3-1-4 後方流跡線 (72 時間前より)

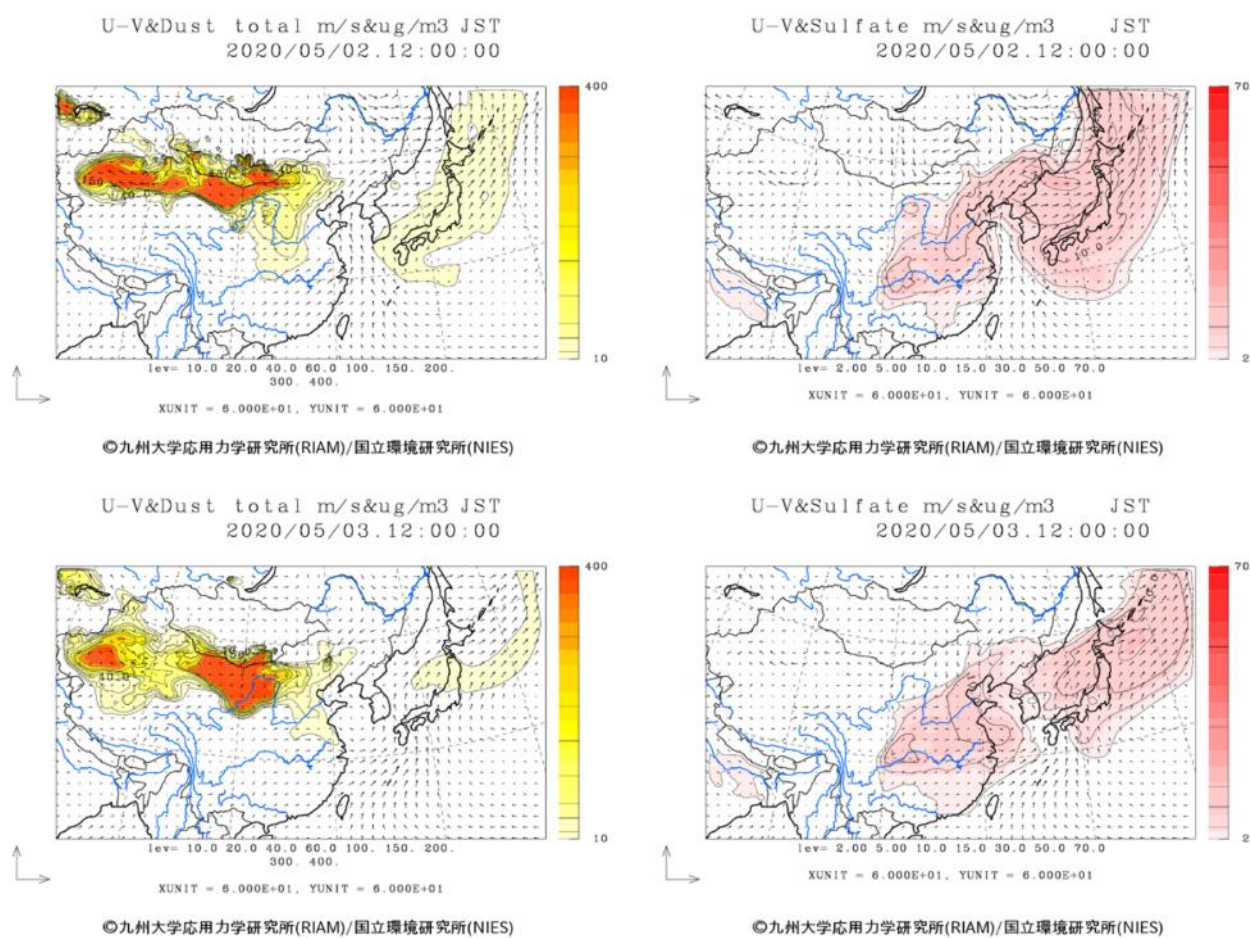
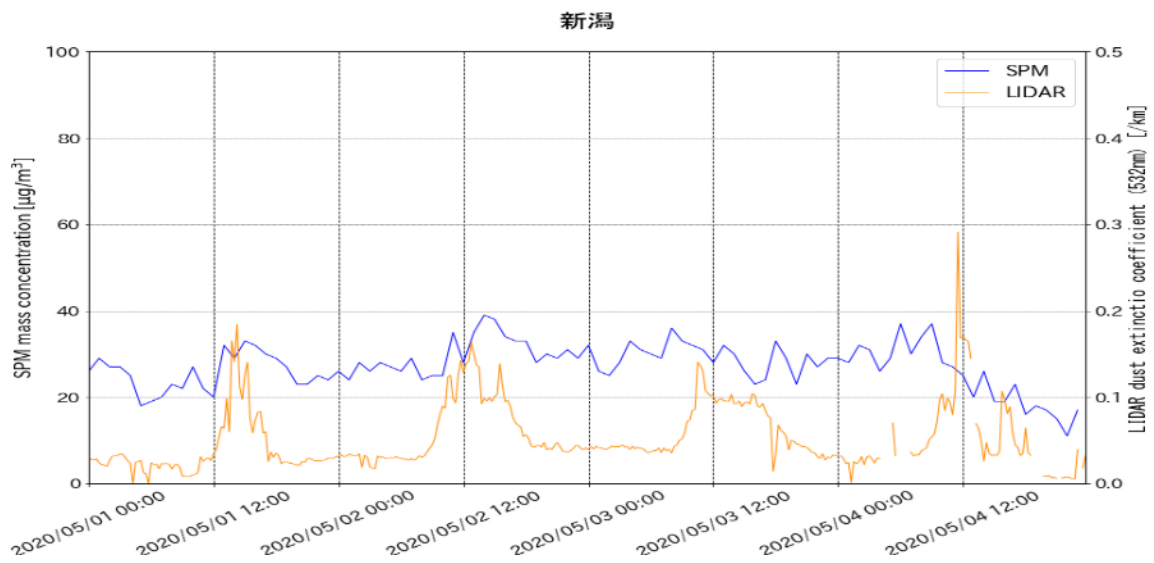
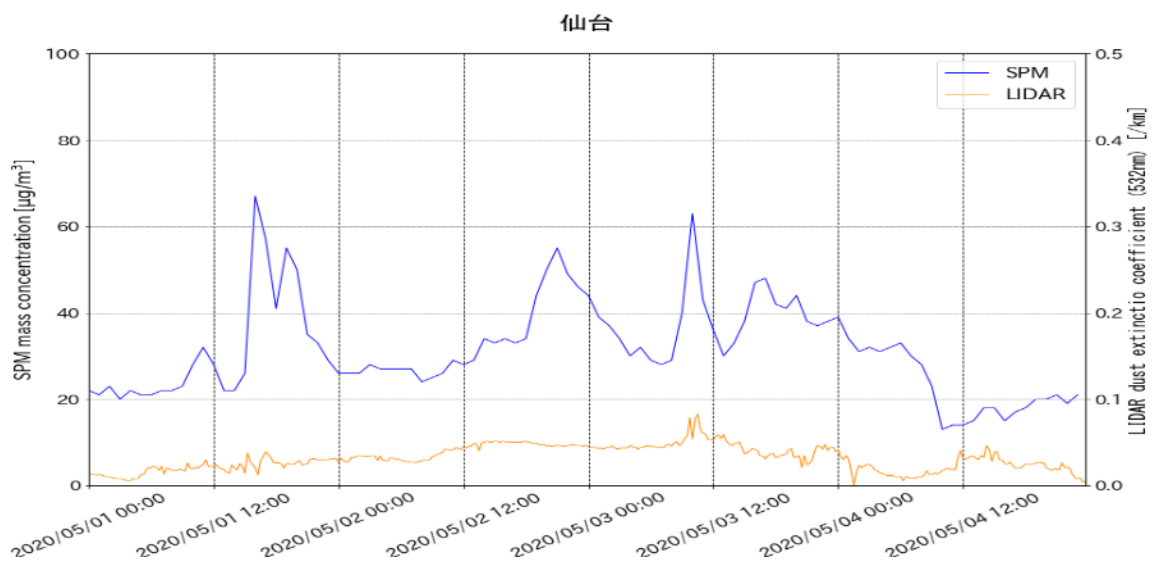
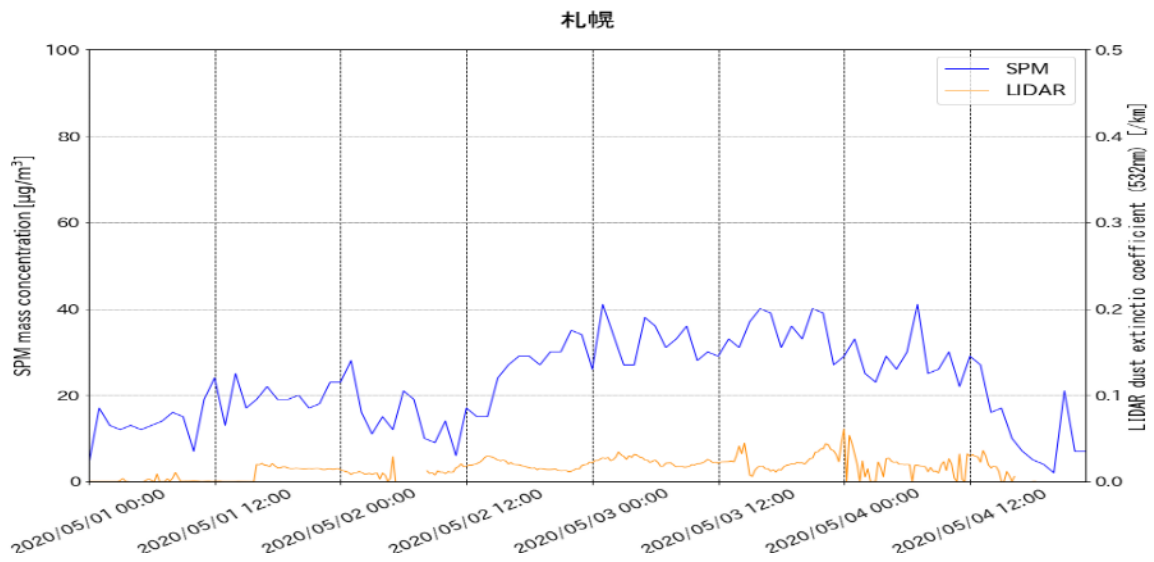
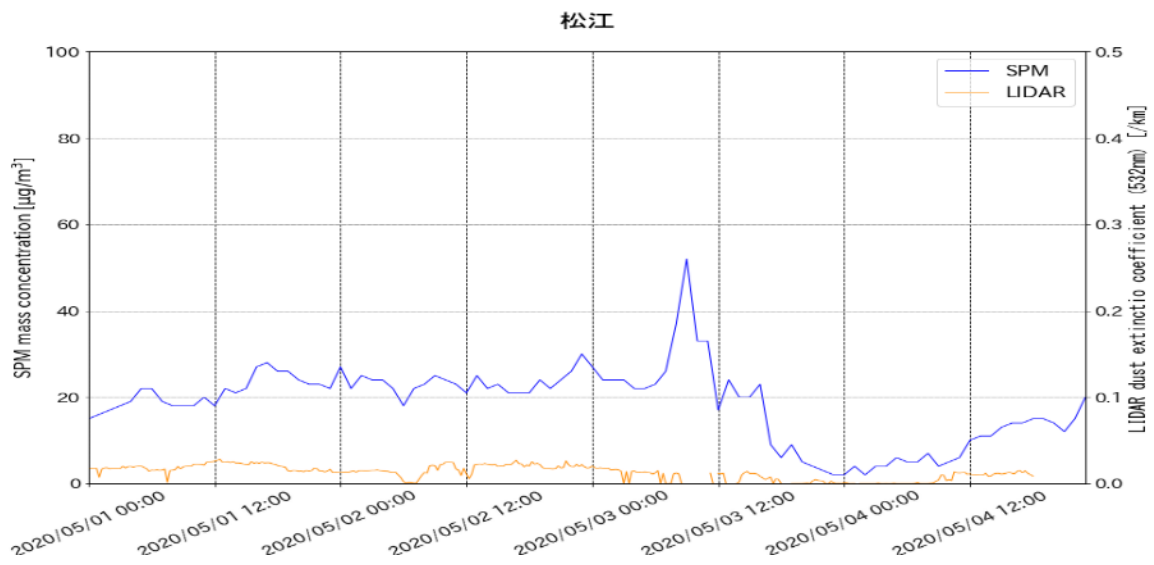
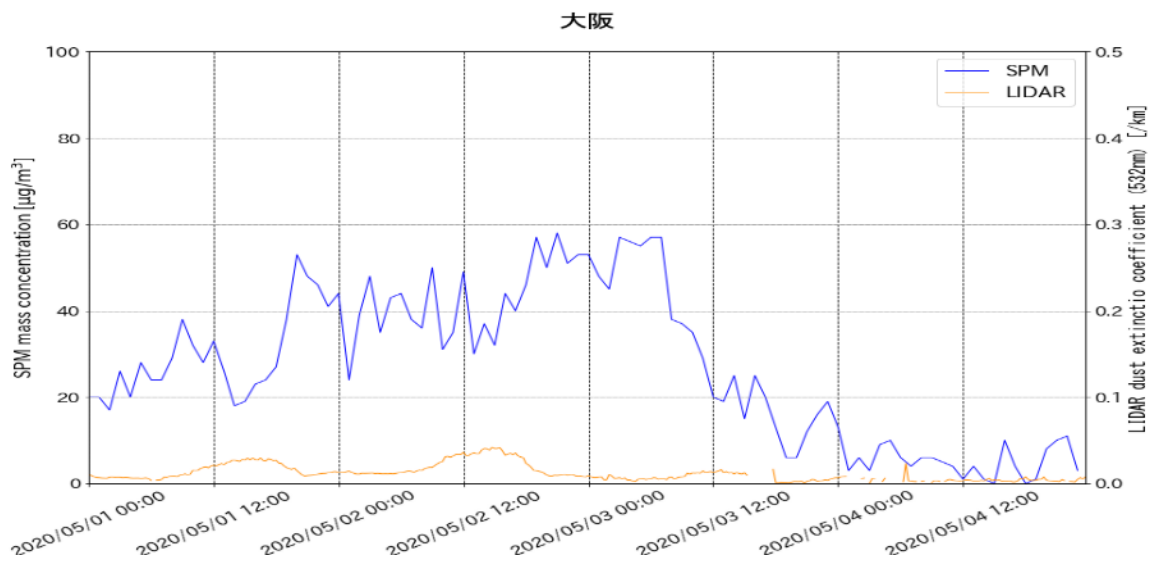
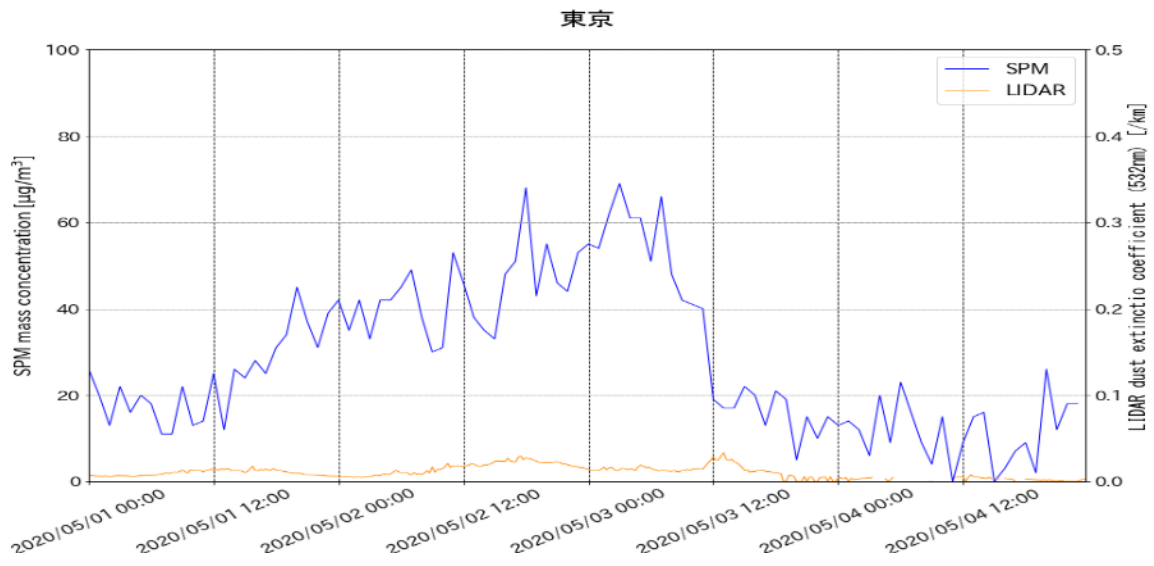


図 5-3-1-5 CFORS 予測結果





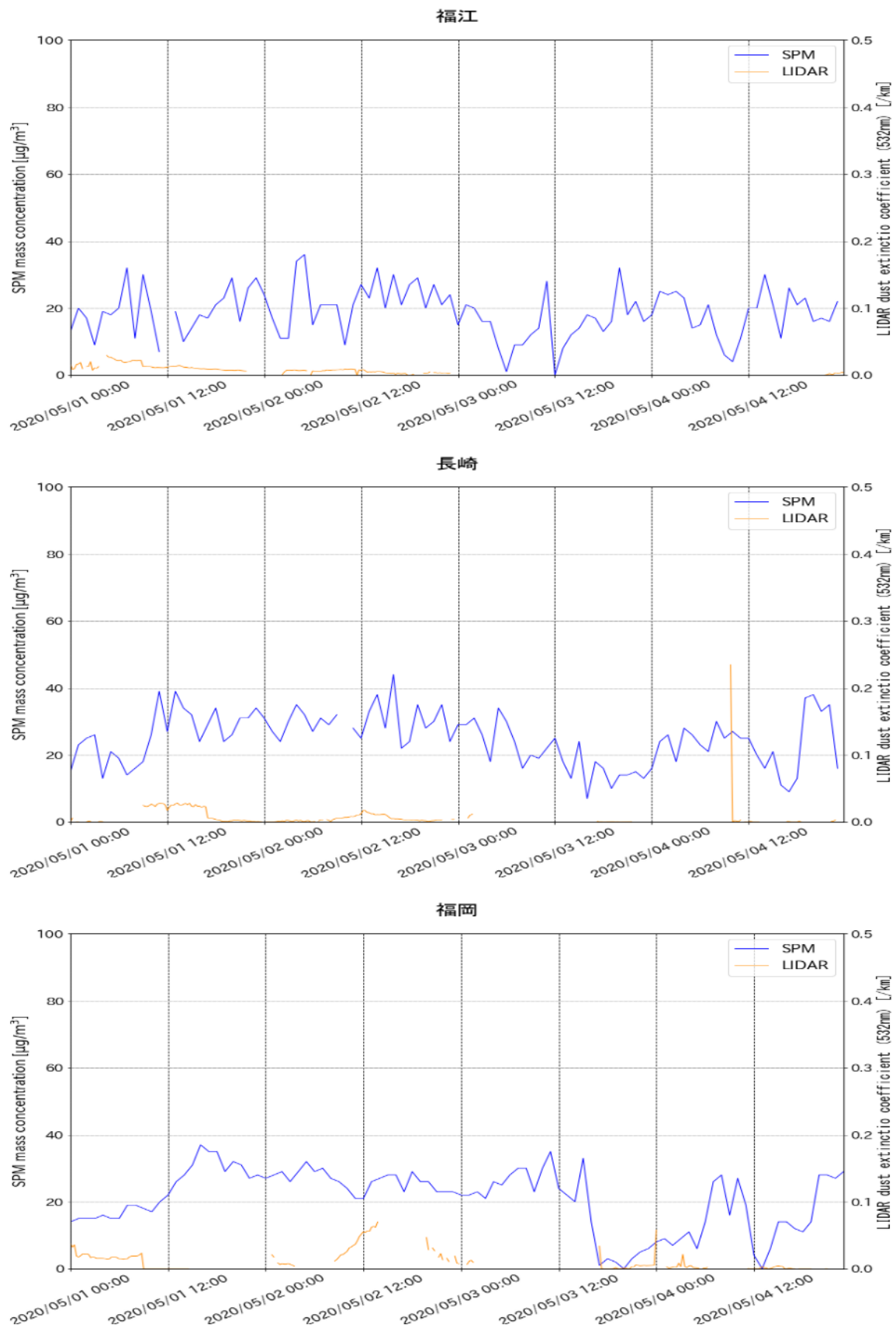


図 5-3-1-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化





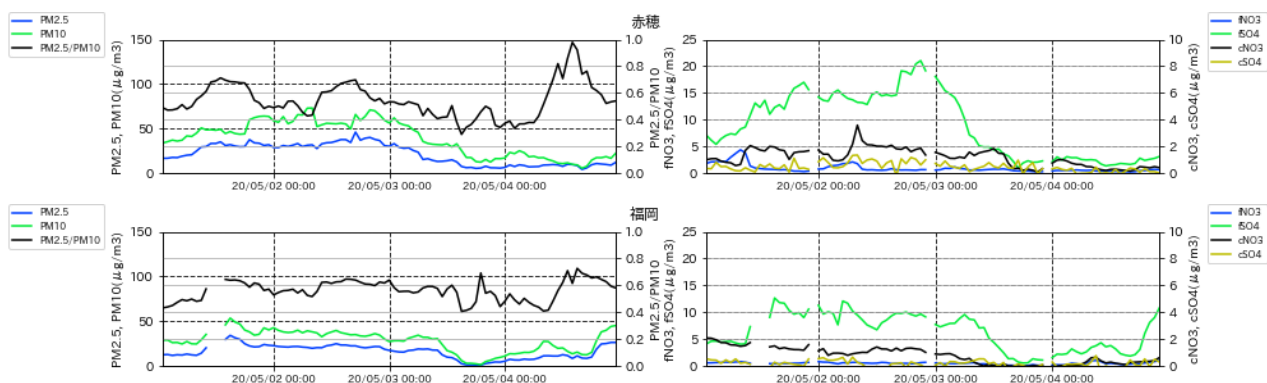


図 5-3-1-8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

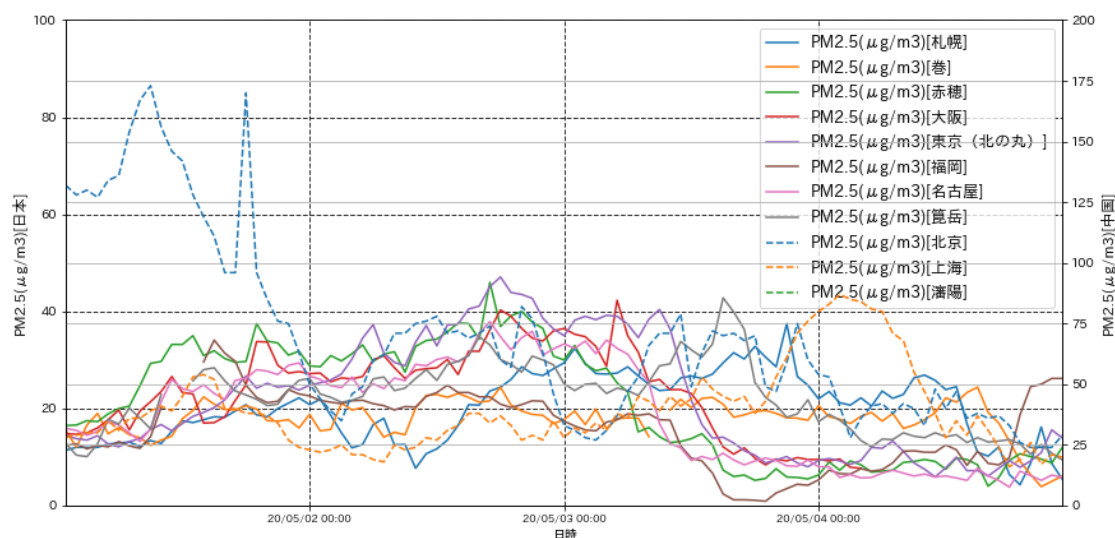


図 5-3-1-9 日本・中国での PM2.5 濃度

## (2) 煙霧事例 2 2020 年 6 月 4 日

本事例は、2020 年 6 月 4 日に観測された煙霧で、全国に 15 地点で煙霧が観測された（表 5-3-2-1、図 5-3-2-1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-2-3）、6 月 1 日に中国で Dust が、6 月 2 日にモンゴルで Dust、Slight Duststorm が発生している様子が見られる。このときの気流を後方流跡線で確認（図 5-3-2-4）したところ、福岡、大阪からさかのぼる流跡線のいくつか以外は Dust が発生した領域をほぼ通っていないように見える。CFORS（図 5-3-2-5）においては、Dust および Sulfate が日本全域に影響を及ぼしている様子が見て取れる。

ライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化からは、黄砂消散係数の値に目立った変動はなく、小さい値を保っていたことが見て取れる。SPM 濃度については、東京・大阪の二地点では、他の地点と比べやや値の高い状況が見られるものの、その他の地点ではほぼ  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  前後で推移していた（図 5-3-2-6）。

PM2.5 濃度は、全国的には環境基準  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下となる地点が多くあったが、瀬戸内の一部では  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える値が観測された（図 5-3-2-7）。

また、PM2.5、PM10 は顕著な変化は見られず、PM2.5/PM10 比は低い値となっていない。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については東京、大阪で、大阪の  $\text{cSO}_4^{2-}$  を除き、それぞれの値が高くなっているように見える（図 5-3-2- 8）。

なお、北京では、日本での煙霧が観測された日の前日、6 月 3 日に一時、約  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える高濃度の PM2.5 を観測している（図 5-3-2- 9）。

以上から、本事例は、大陸からの Dust、Slight Duststorm の影響が及んだ非常に弱い煙霧事例と考えられる。

表 5-3-2- 1 煙霧観測地点

| 日付       | 地点数 | 観測地点名 |    |    |     |    |     |    |    |    |    |  |
|----------|-----|-------|----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|--|
|          |     | 広島    | 京都 | 前橋 | 和歌山 | 岡山 | 宇都宮 | 熊谷 | 横浜 | 奈良 | 彦根 |  |
| 2020/6/4 | 15  | 東京    | 高松 | 津  | 静岡  | 徳島 |     |    |    |    |    |  |

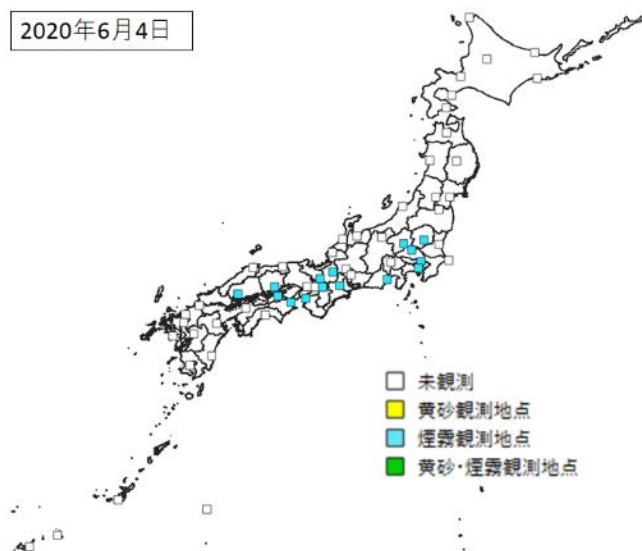
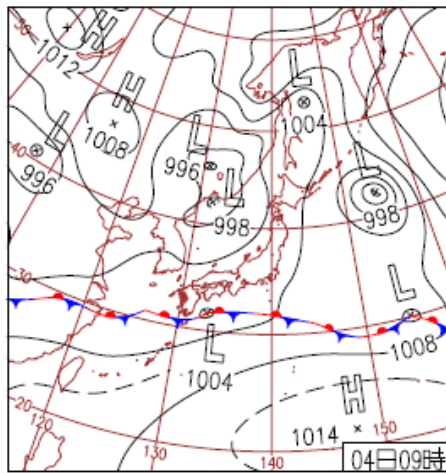


図 5-3-2- 1 煙霧観測地点





#### 4日(木)奄美で記録的大雨

活発な梅雨前線が九州南部に停滞。鹿児島県中之島で90mm/1hの連日の猛烈な雨で、日降水量390mmなど記録的な大雨。北海道は低気圧の接近で夜は所々で雨。茨城県で震度4。

図 5-3-2-2 天気図

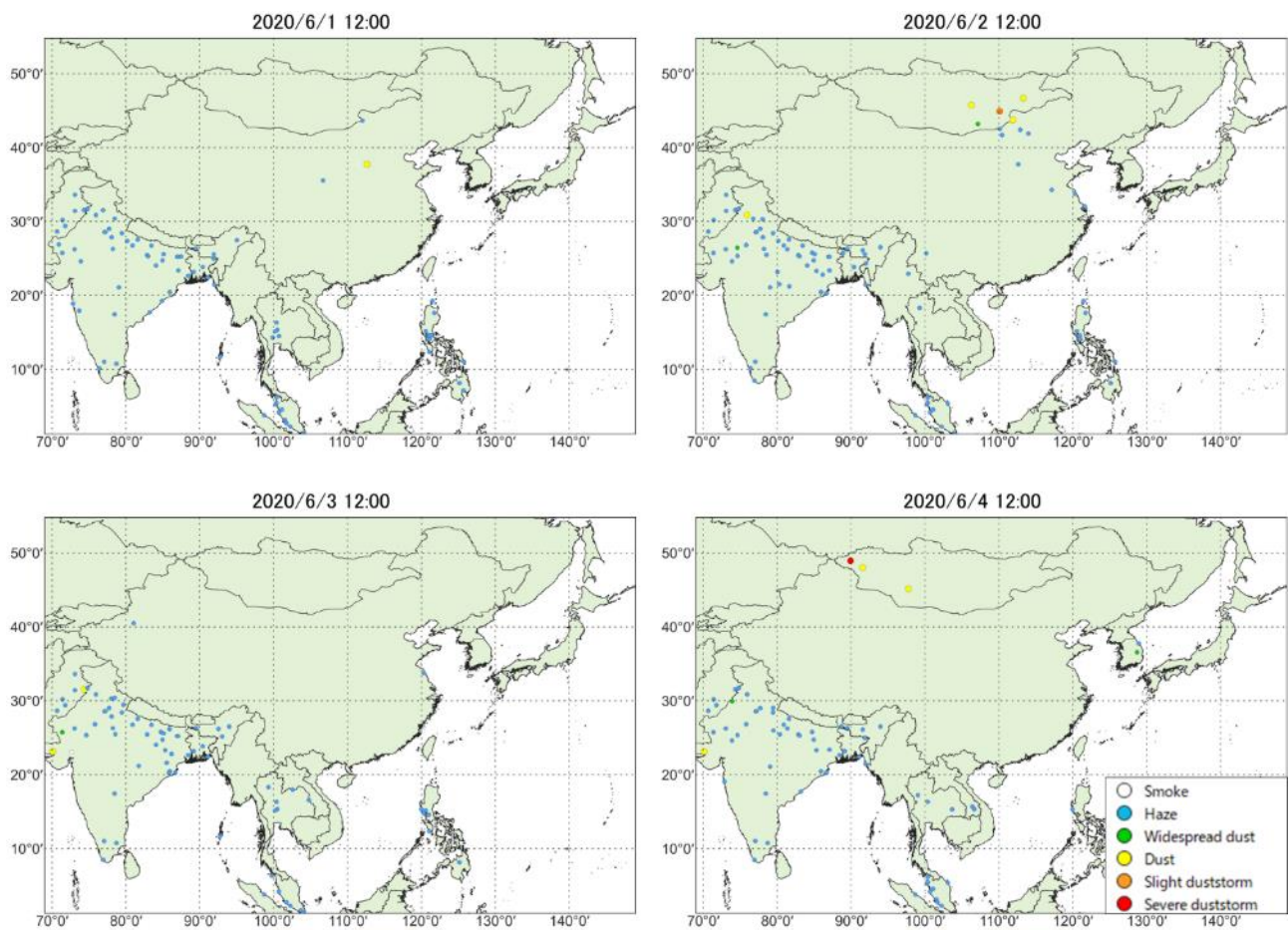


図 5-3-2-3 砂塵嵐発生状況

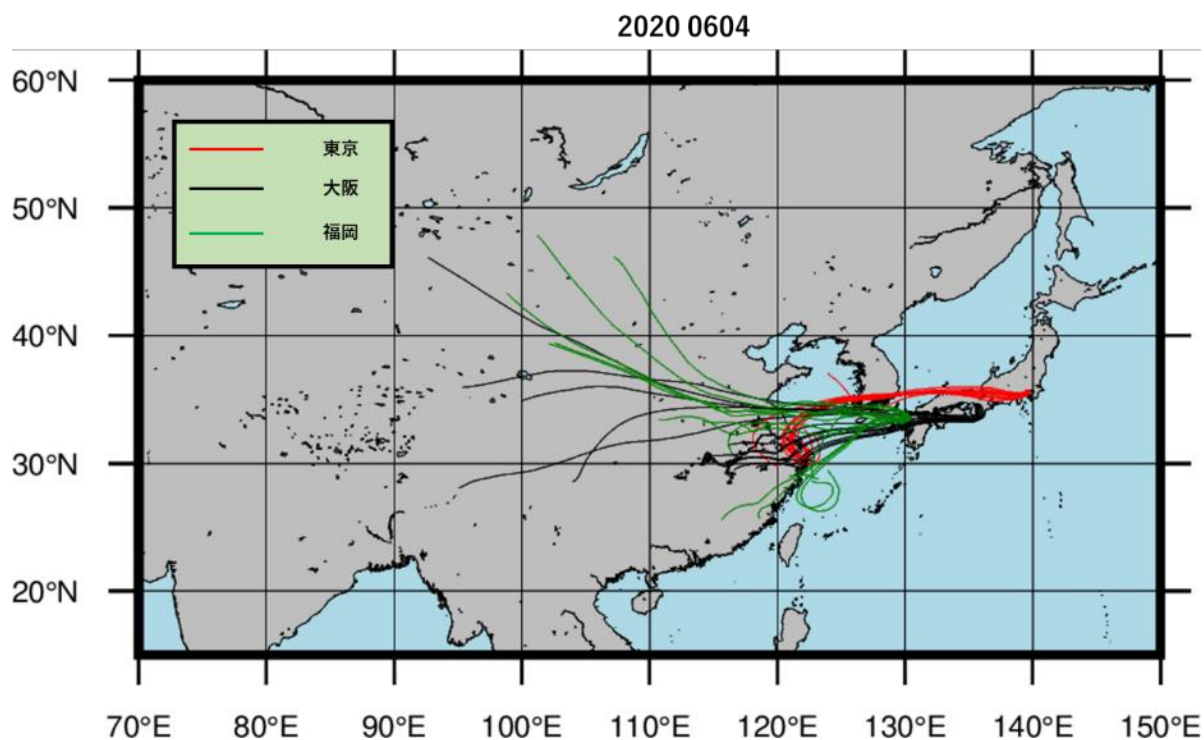


図 5-3-2- 4 後方流跡線 (72 時間前より)

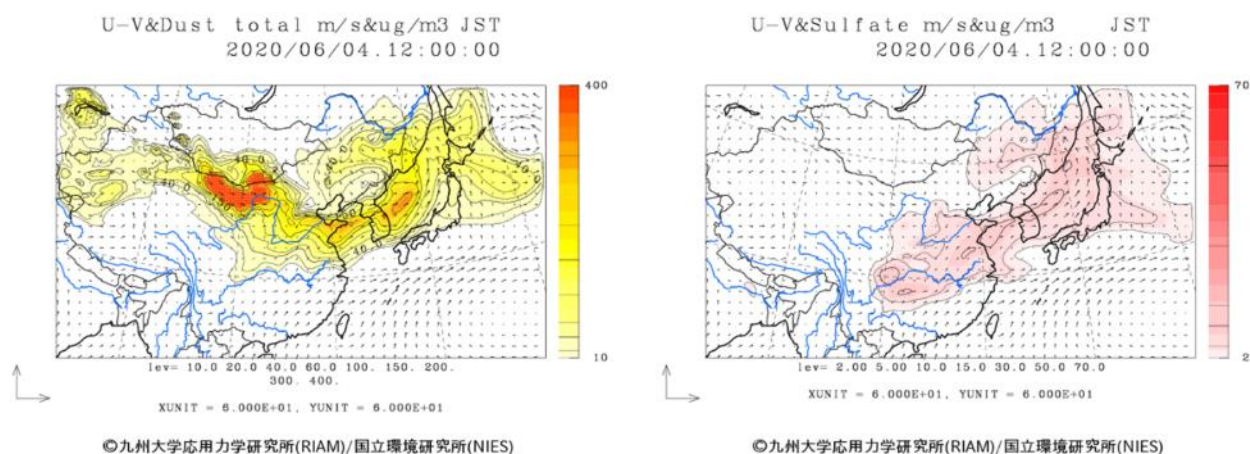
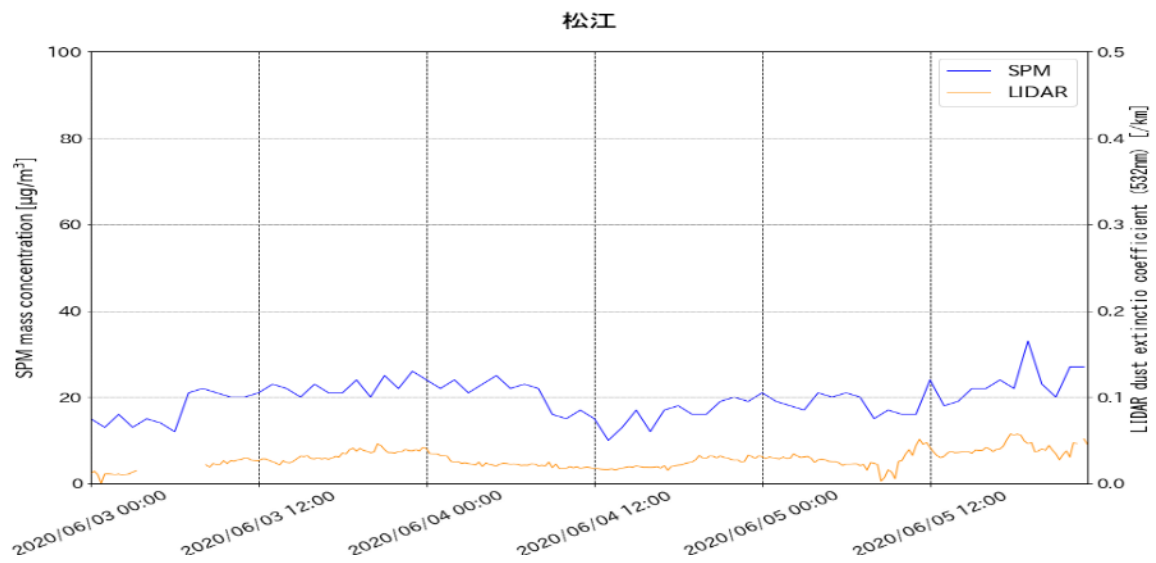
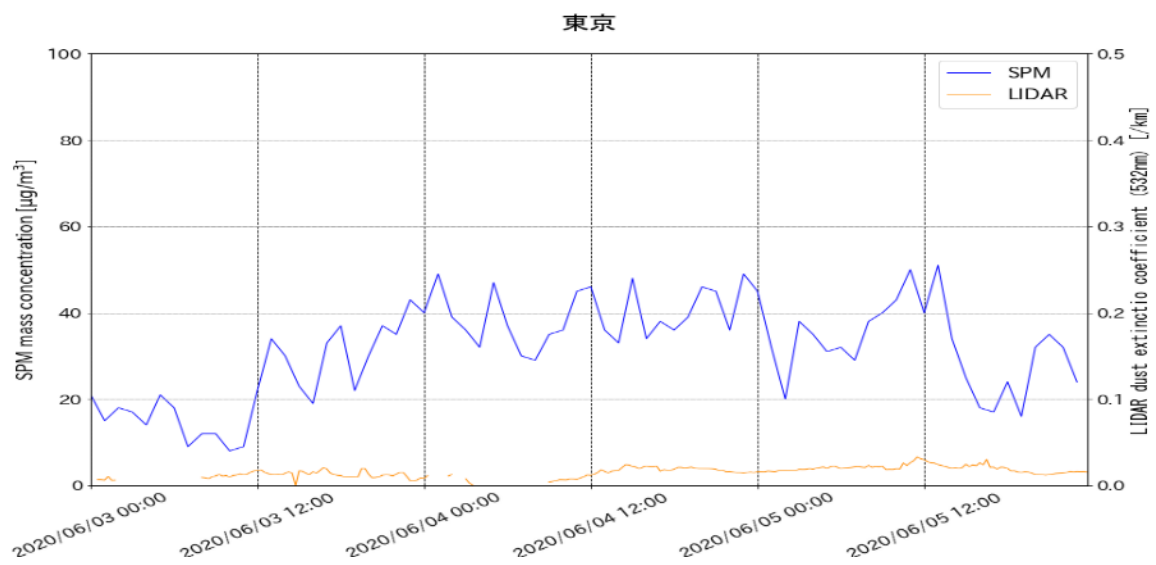
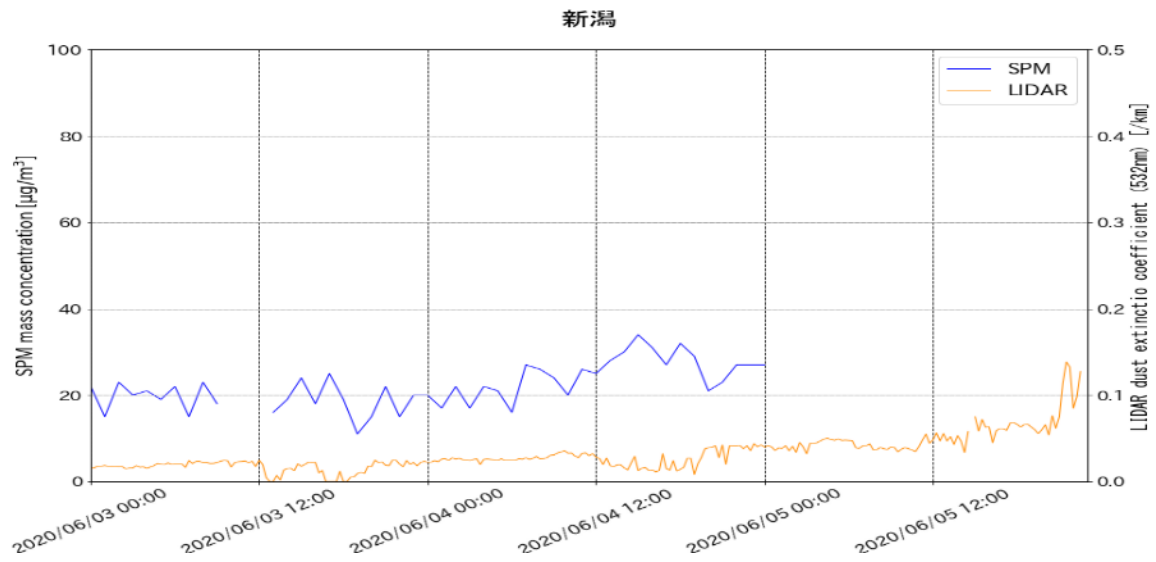
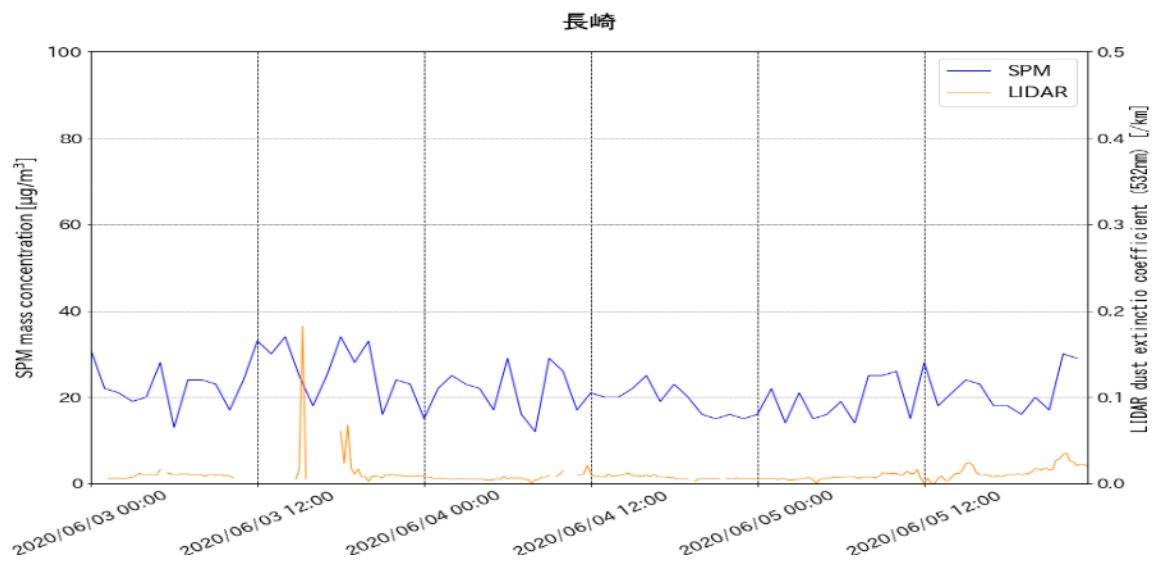
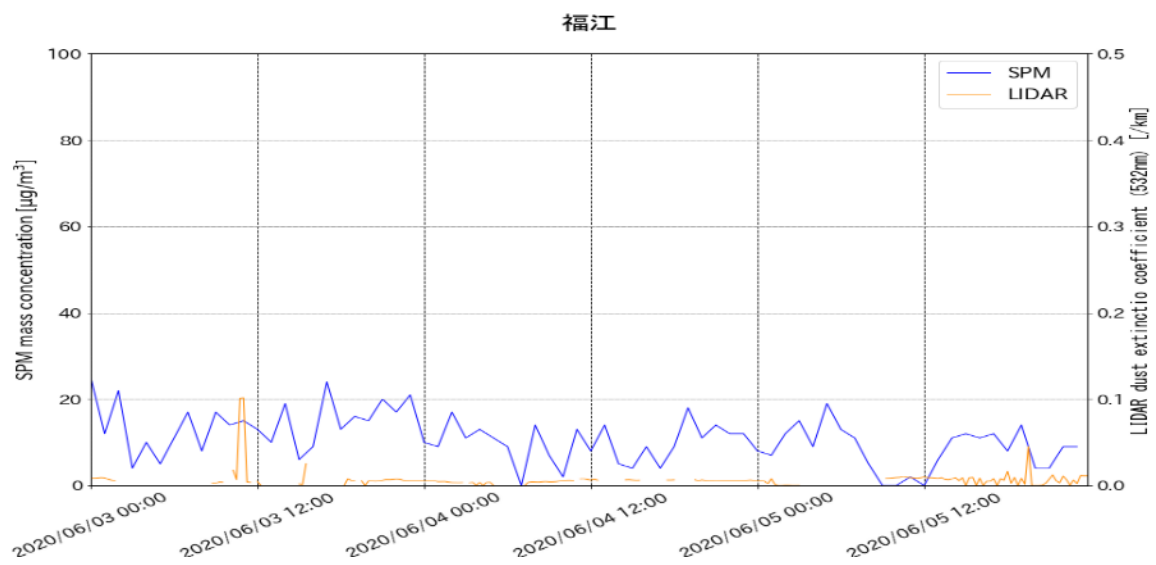
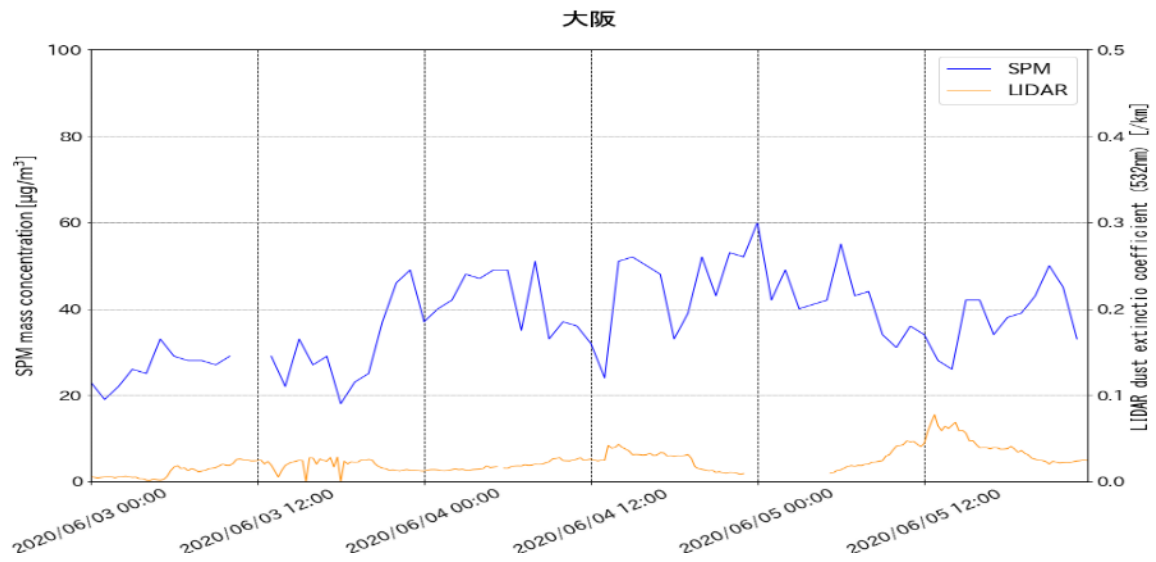


図 5-3-2- 5 CFORS 予測結果





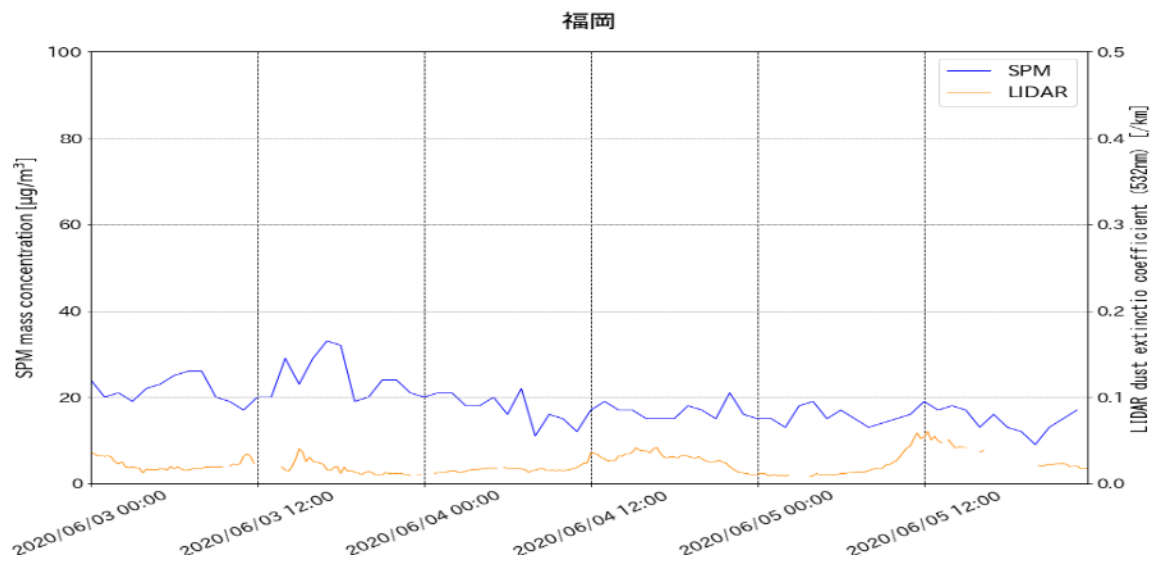


図 5-3-2-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化

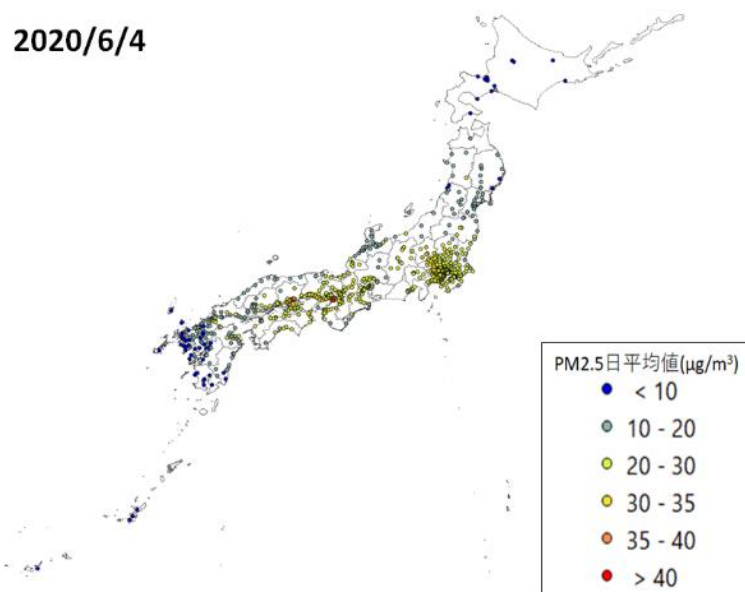


図 5-3-2-7 PM2.5 日平均値全国分布



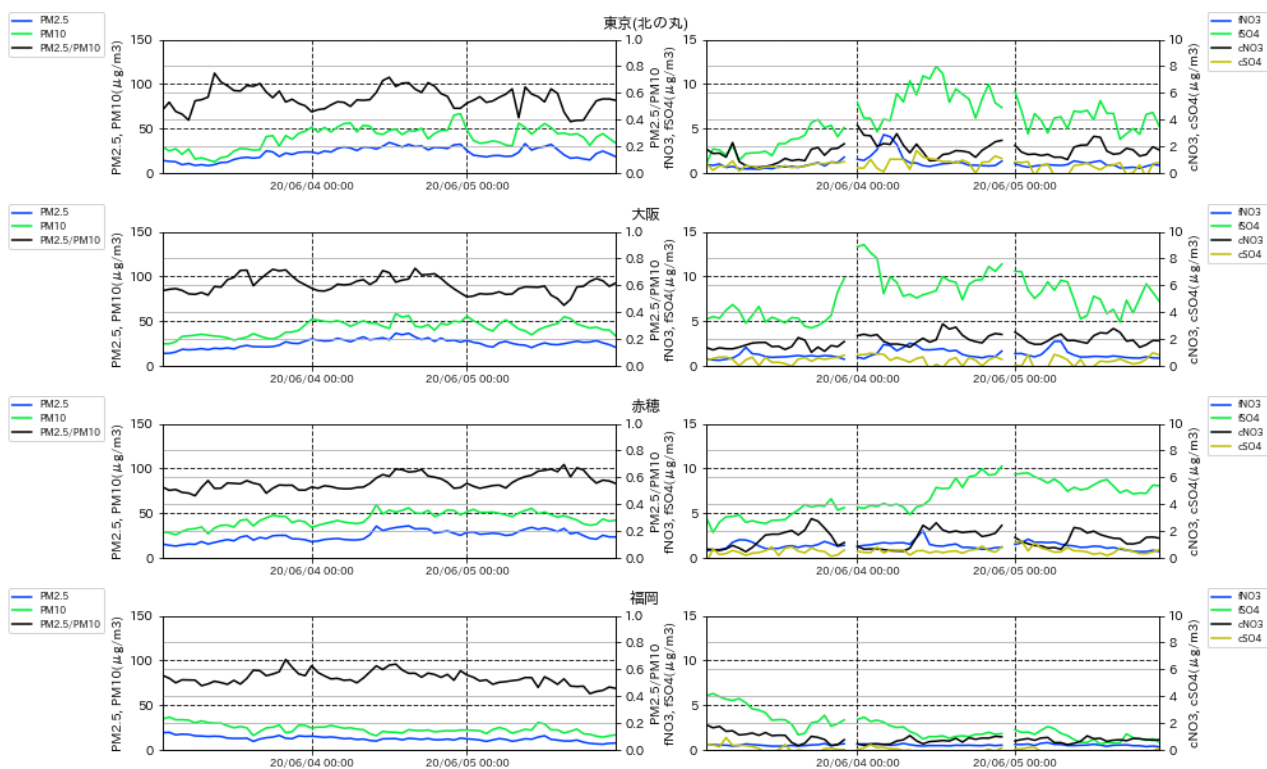


図 5-3-2-8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

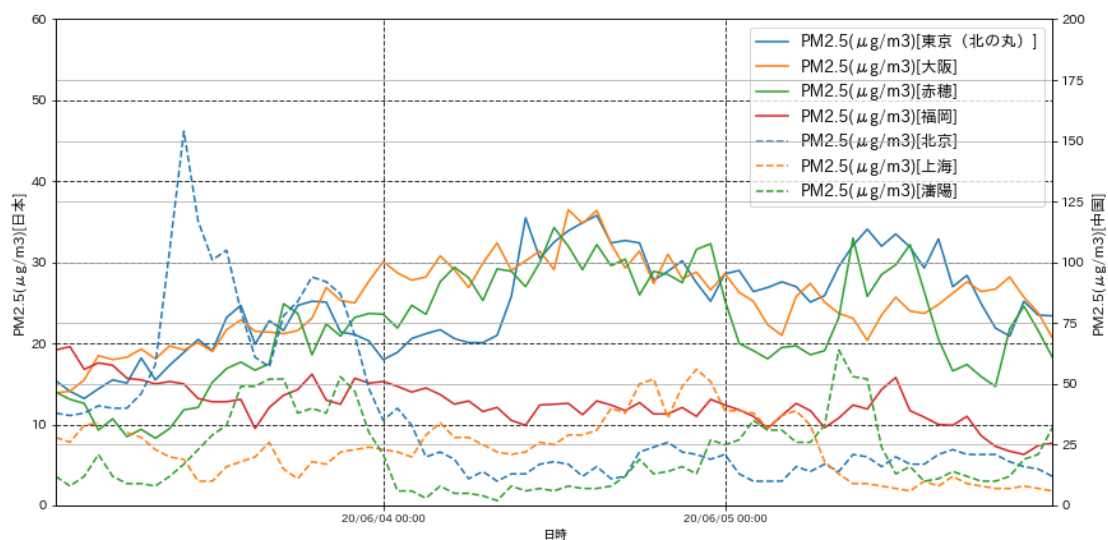


図 5-3-2-9 日本と中国での PM2.5 濃度

### (3) 煙霧事例 3 2020 年 8 月 3 日～8 月 9 日

本事例は、2020 年 8 月 3 日から 9 日に全国、広範囲で長期間にわたり観測された煙霧で、最大で 37 地点で煙霧が観測された（表 5-3-3-1、図 5-3-3-1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-3-3）、7 月 31 日にモンゴル中央部の範囲で Dust が、8 月 1 日



にモンゴルの数地点で Dust が発生している様子が見られる。このときの気流を後方流跡線で確認（図 5-3-3-4）したところ全ての地点からの流跡線で Dust が発生した領域を通っていなく、高気圧性の渦に似た流跡線となっている。この期間における CFORS 予測結果（図 5-3-3-5）からは、Dust の影響は限定的であり、Sulfate は日本全域に広がっているものの低濃度であることが読み取れる。

図 5-3-3-6 にライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化を比較した結果を示す。ライダー黄砂消散係数は、西日本でやや欠損が多かったものの、全国的に目立った変動は見られず、低い値のままとなっていた。一方、SPM 濃度は、西日本、特に九州地方の各地点において  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えるなど高い数値を示していた。

PM<sub>2.5</sub> 濃度は、8 月 3 日から 8 日にかけて西日本で環境基準  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える地点が多く観測され、高濃度域が東日本に移動していく様子が見て取れる。翌 9 日は西日本で濃度が下がり、関東地方で  $30 \sim 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  となる地点が多くあった（図 5-3-3-7）。

また、PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> 比は低い値となっていなく、篦岳などで顕著にみられるように PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> の日周期変動により変動している地点が多い。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については煙霧観測期間で  $\text{fNO}_3^-$  以外増加しているように見える。特に  $\text{fSO}_4^{2-}$  や  $\text{cSO}_4^{2-}$  の増加は顕著である（図 5-3-3-8）。

なお、中国では、日本での煙霧が観測された期間顕著に高い PM<sub>2.5</sub> 濃度は観測されていない（図 3-3-22）。

一方、西之島においては 2020 年 6 月中旬から 8 月中旬まで、おおむね高度 2km～6km の噴煙を連続的に立ち上げるような爆発的な噴火が継続してことが報告されている（柳澤ら,2020）。また、福岡大学は 8 月上旬の煙霧が西之島の噴火によると報じた。天気図（図 5-3-3-9）を見ると 8 月 3 日には日本列島は広く高気圧に覆われ、日本南の沖から九州、西日本への時計回りの循環が予想される。これらと後方流跡線、中国の PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> のふるまいを踏まえ、さらに  $\text{fSO}_4^{2-}$  と  $\text{cSO}_4^{2-}$  の増加が、自然発生源としての硫酸イオンの原因である火山からの噴出物によるものであると仮定すると、本事例は西之島の噴火によりもたらされた煙霧事例と思われる。

表 5-3-3-1 煙霧観測地点

| 日付       | 地点数 | 観測地点名 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|----------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 2020/8/3 | 15  | 南大東島  | 下関  | 福岡  | 宮崎  | 横浜  | 松江  | 佐賀  | 熊本  | 大分  | 長崎   |
|          |     | 山形    | 広島  | 鹿児島 | 高知  | 松山  |     |     |     |     |      |
| 2020/8/4 | 26  | 広島    | 新潟  | 鳥取  | 松山  | 高知  | 福岡  | 熊本  | 宮崎  | 和歌山 | 岡山   |
|          |     | 徳島    | 下関  | 大分  | 長崎  | 佐賀  | 青森  | 松江  | 高松  | 鹿児島 | 盛岡   |
|          |     | 秋田    | 富山  | 長野  | 金沢  | 神戸  | 京都  |     |     |     |      |
| 2020/8/5 | 32  | 京都    | 松山  | 金沢  | 青森  | 岐阜  | 富山  | 福井  | 鳥取  | 秋田  | 山形   |
|          |     | 長野    | 津   | 新潟  | 大阪  | 神戸  | 奈良  | 和歌山 | 広島  | 松江  | 高松   |
|          |     | 高知    | 盛岡  | 彦根  | 岡山  | 徳島  | 宮古島 | 佐賀  | 大分  | 那覇  | 下関   |
|          |     | 静岡    | 福島  |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 2020/8/6 | 37  | 京都    | 奈良  | 金沢  | 鳥取  | 富山  | 福井  | 彦根  | 和歌山 | 仙台  | 福島   |
|          |     | 水戸    | 前橋  | 長野  | 名古屋 | 岐阜  | 新潟  | 大阪  | 徳島  | 高松  | 南大東島 |
|          |     | 山形    | 宇都宮 | 熊谷  | 静岡  | 津   | 盛岡  | 岡山  | 秋田  | 下関  | 福岡   |
|          |     | 熊本    | 甲府  | 佐賀  | 松江  | 鹿児島 | 宮崎  | 大分  |     |     |      |
| 2020/8/7 | 24  | 松江    | 大分  | 下関  | 福岡  | 青森  | 鳥取  | 前橋  | 熊谷  | 長野  | 津    |
|          |     | 広島    | 松山  | 宇都宮 | 岡山  | 奈良  | 岐阜  | 京都  | 大阪  | 高松  | 高知   |
|          |     | 南大東島  | 佐賀  | 鹿児島 | 和歌山 |     |     |     |     |     |      |
| 2020/8/8 | 21  | 広島    | 大阪  | 奈良  | 松山  | 津   | 鳥取  | 甲府  | 静岡  | 彦根  | 京都   |
|          |     | 横浜    | 徳島  | 高知  | 大分  | 岐阜  | 福井  | 神戸  | 岡山  | 高松  | 長野   |
|          |     | 金沢    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 2020/8/9 | 13  | 津     | 富山  | 金沢  | 鳥取  | 甲府  | 名古屋 | 岐阜  | 高松  | 水戸  | 前橋   |
|          |     | 長野    | 宇都宮 | 熊谷  |     |     |     |     |     |     |      |

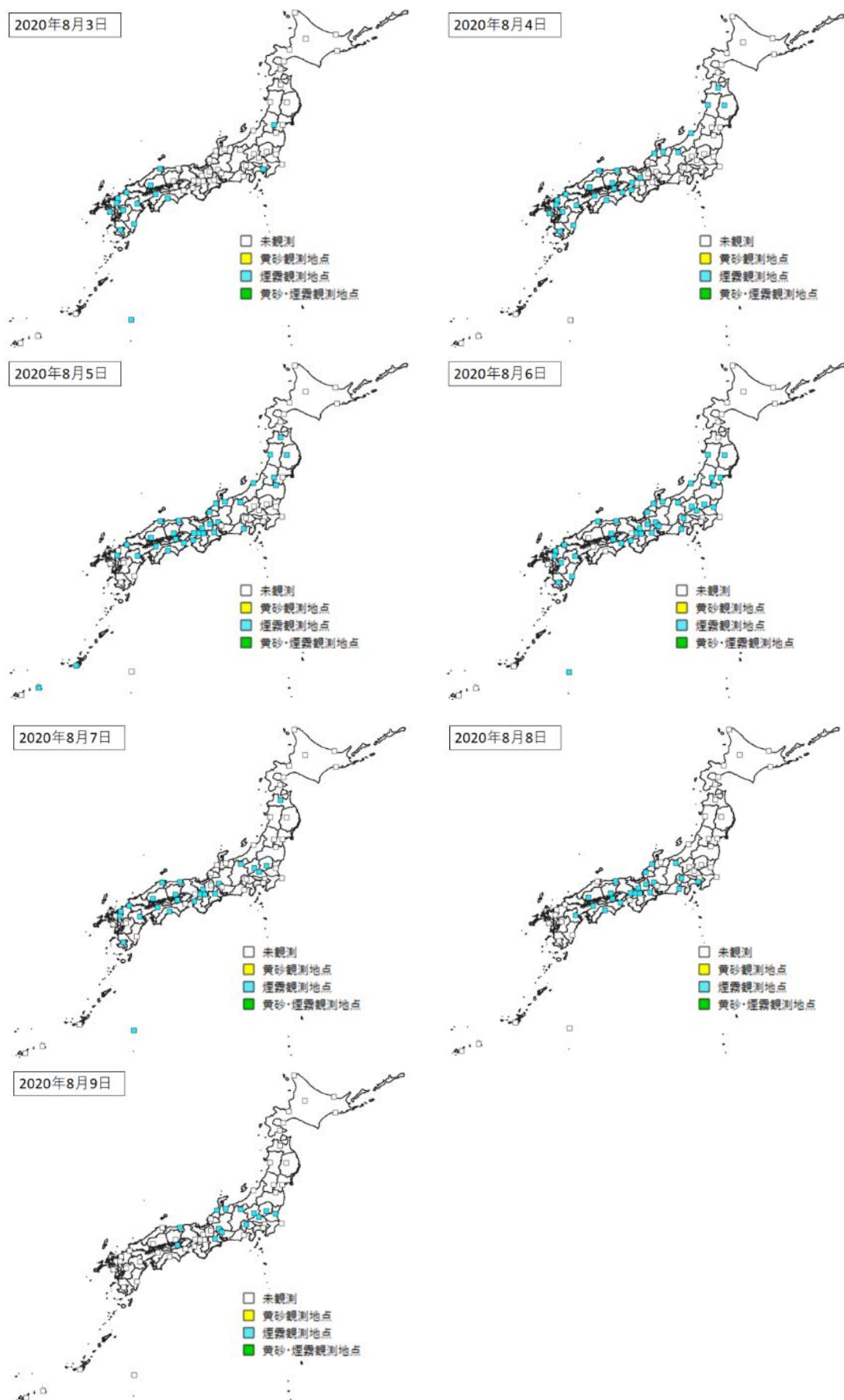
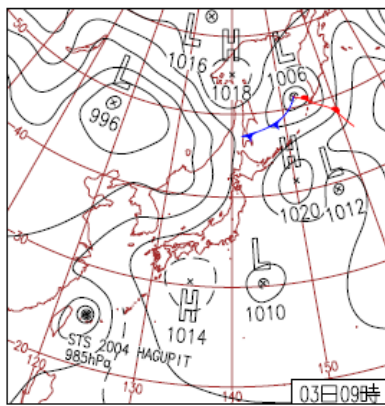
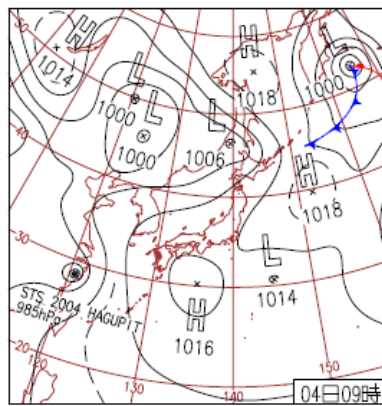


図 5-3-3-1 煙霧観測地点



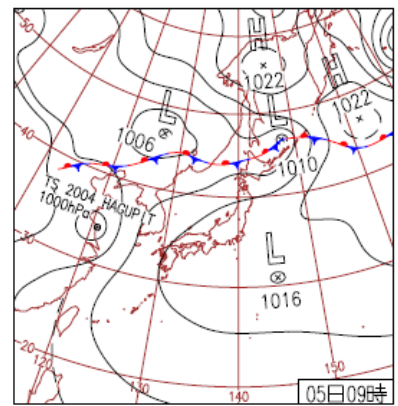
### 3日(月)台風第4号先島諸島に

台風第4号により先島諸島は大荒れ。沖縄県大原で最大瞬間風速37.9m/s。沖縄県波照間の54mm/1hは8月1位。その他は晴れや曇りだが、気圧の谷の影響で雷雨の所も。



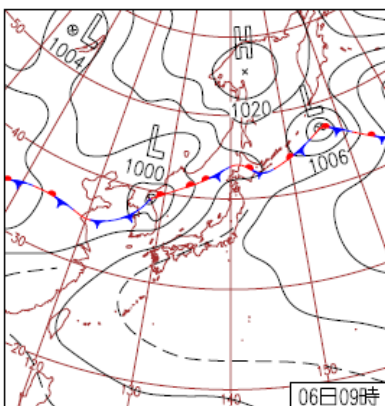
### 4日(火)函館市ススキ開花

東北部～北海道は、低気圧や湿った空気の影響で雨や曇り。その他は日本の南の高気圧に覆われ、概ね晴れて気温が上昇。福岡県太宰府で36.2℃など猛暑日の所も。



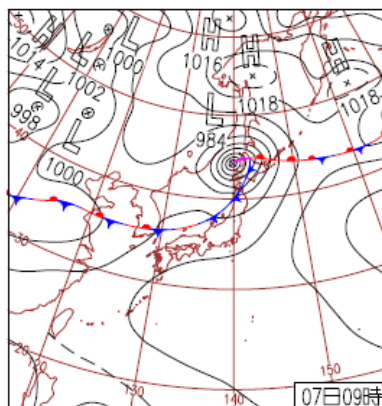
### 5日(水)西日本～東北で猛暑日

東北部～北海道は前線の影響で曇りや雨。その他は高気圧に覆われ概ね晴れ。大分県日田と山梨県勝沼で36.7℃など西日本～東北の67地点で猛暑日。台風第4号は温帯低気圧に。



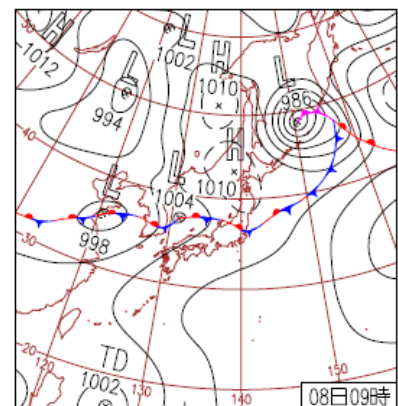
### 6日(木)西日本～東北、暑さ続く

東北部～北海道は低気圧や前線の影響で曇りや雨。北海道小樽で38.5mm/1hの激しい雨。その他は高気圧に覆われ晴れ。富山で37.5℃など、西日本～東北は猛暑続く。



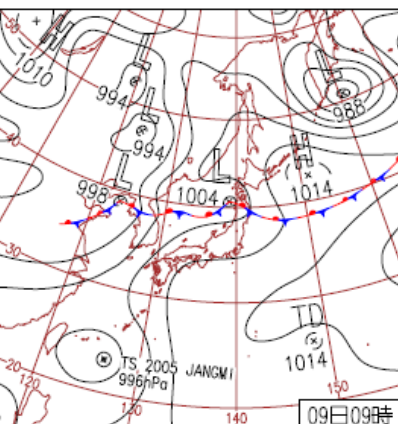
### 7日(金)北海道は大荒れ

台風第4号から変わった低気圧や前線の影響で、西日本の日本海側や北陸、北日本は雨。島根県西郷の日降水量281mmは史上1位。北海道米岡の最大瞬間風速32.4m/sは8月1位。



### 8日(土)福島県で激しい雨

前線の影響で西日本日本海側～北陸、東北は雨や曇り。福島県田島で40mm/1hの激しい雨。その他は高気圧に覆われ晴れや曇り。宮崎県赤江37.0℃など西～東日本は所々猛暑日。



### 9日(日)沖縄の南で台風発生

台風第5号は夜には東シナ海まで北上し沖縄・奄美は雨。沖縄県渡嘉敷で最大瞬間風速29.5m/s。西日本も次第に曇りや雨。北陸～北海道太平洋側は低気圧や前線の影響で雨。

図 5-3-3-2 天気図



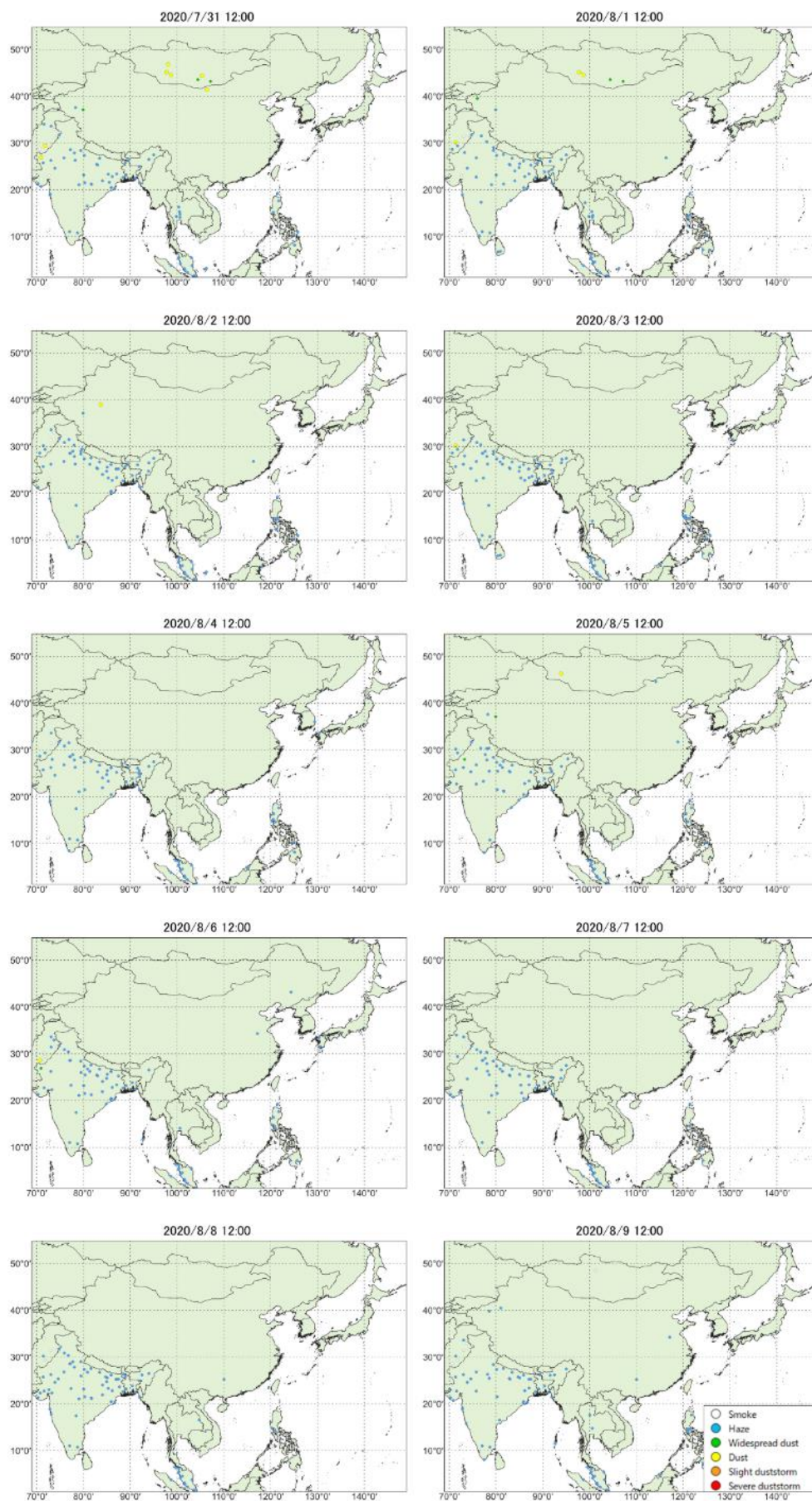


図 5-3-3-3 砂塵嵐発生状況



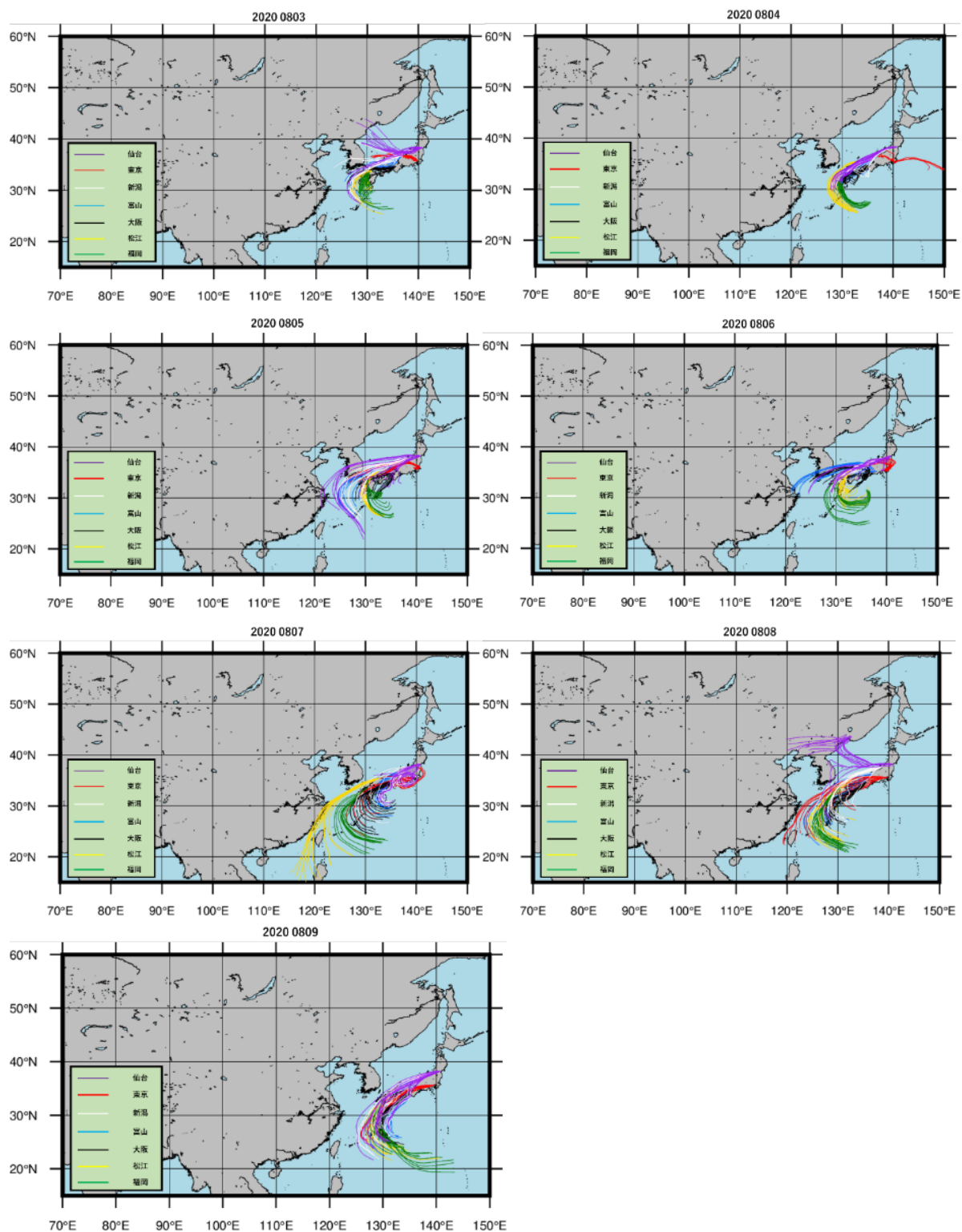
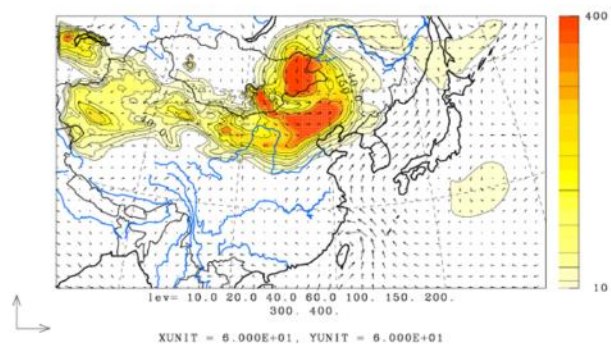


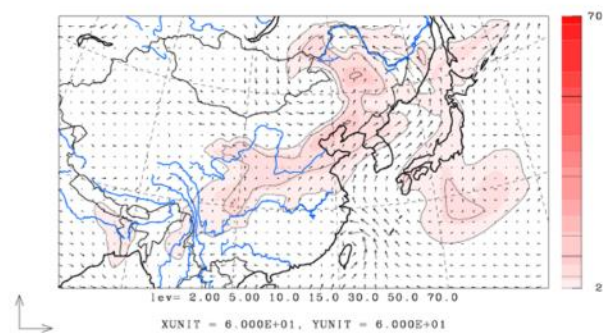
図 5-3-3-4 後方流跡線（72 時間前より）

U-V&Dust total m/s&ug/m3 JST  
2020/08/03.12:00:00



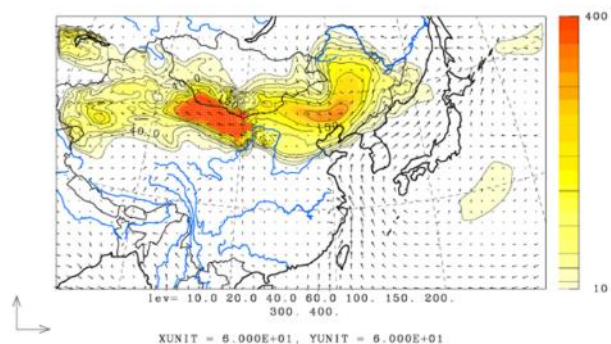
©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

U-V&Sulfate m/s&ug/m3 JST  
2020/08/03.12:00:00



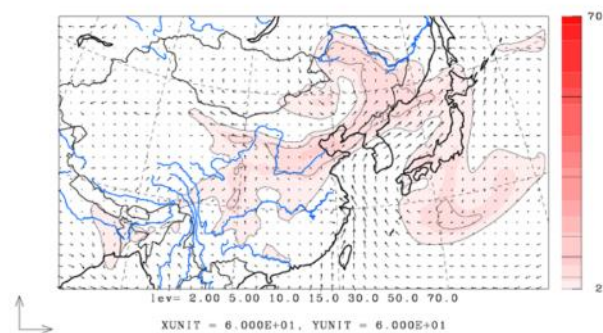
©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

U-V&Dust total m/s&ug/m3 JST  
2020/08/04.12:00:00



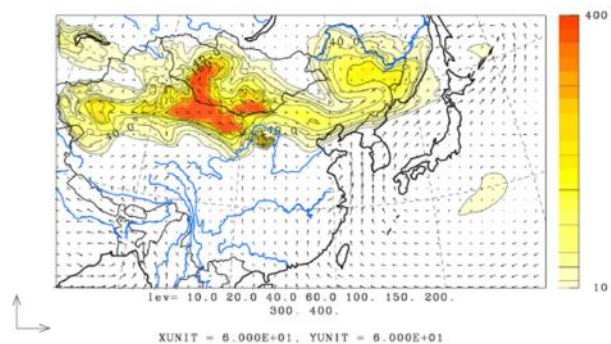
©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

U-V&Sulfate m/s&ug/m3 JST  
2020/08/04.12:00:00



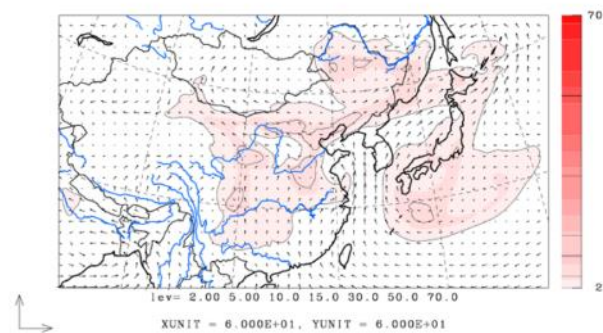
©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

U-V&Dust total m/s&ug/m3 JST  
2020/08/05.12:00:00



©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

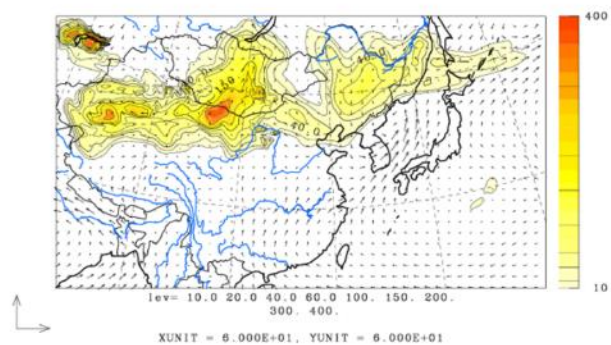
U-V&Sulfate m/s&ug/m3 JST  
2020/08/05.12:00:00



©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

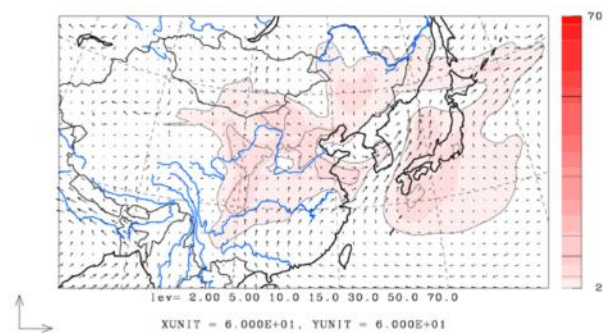


U-V&Dust total m/s&ug/m3 JST  
2020/08/06.12:00:00



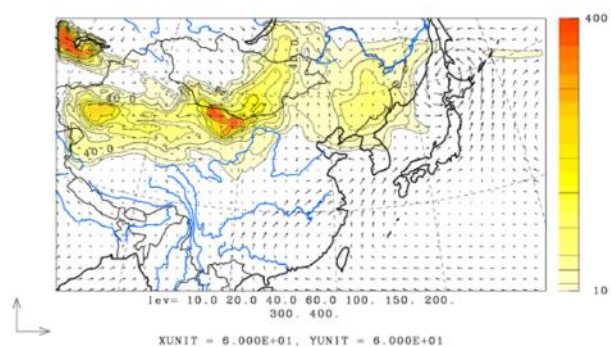
©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

U-V&Sulfate m/s&ug/m3 JST  
2020/08/06.12:00:00



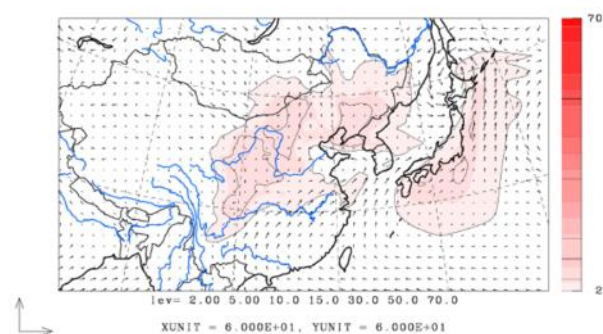
©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

U-V&Dust total m/s&ug/m3 JST  
2020/08/07.12:00:00



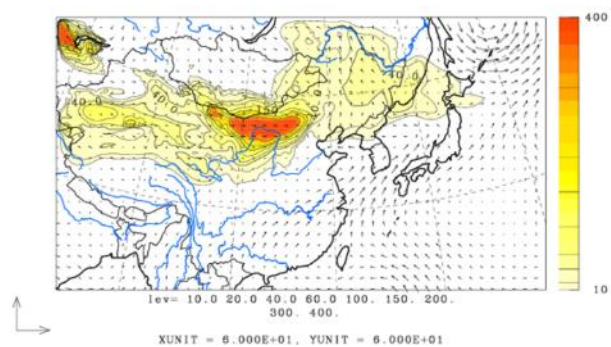
©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

U-V&Sulfate m/s&ug/m3 JST  
2020/08/07.12:00:00



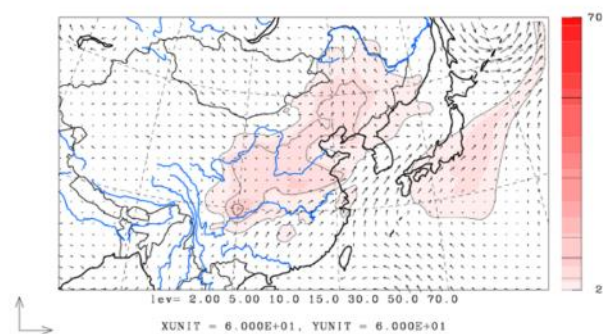
©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

U-V&Dust total m/s&ug/m3 JST  
2020/08/08.12:00:00



©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

U-V&Sulfate m/s&ug/m3 JST  
2020/08/08.12:00:00



©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

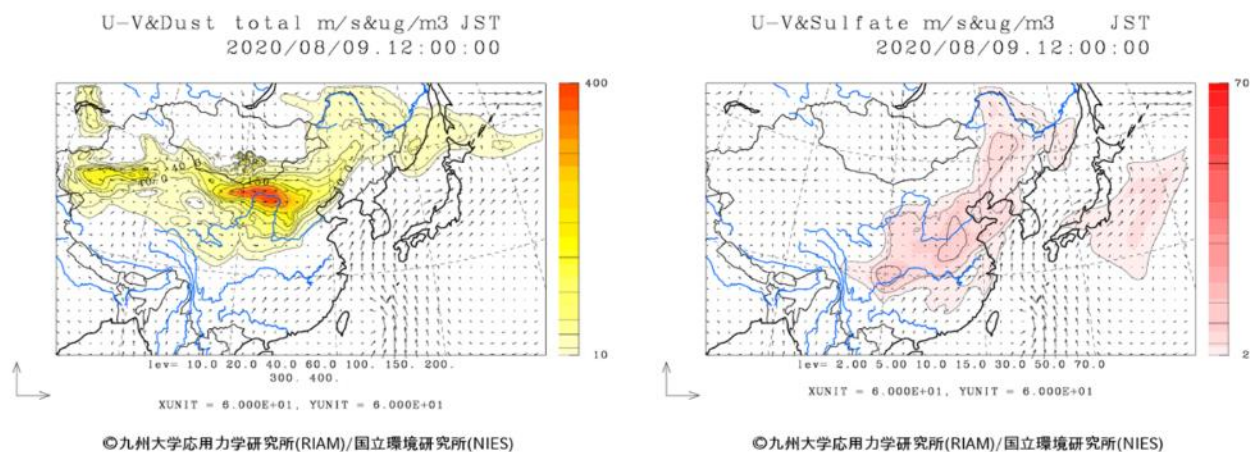
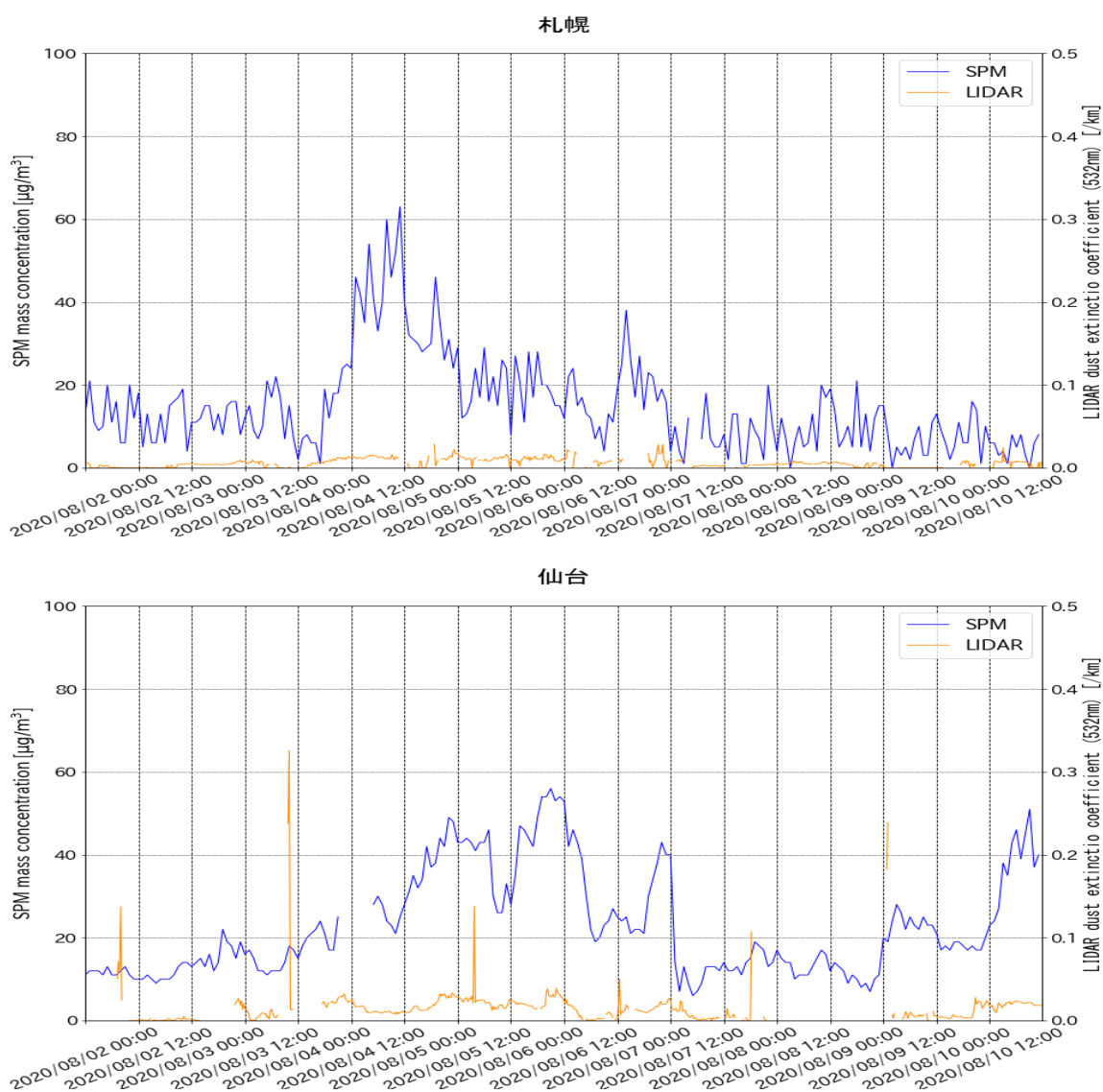
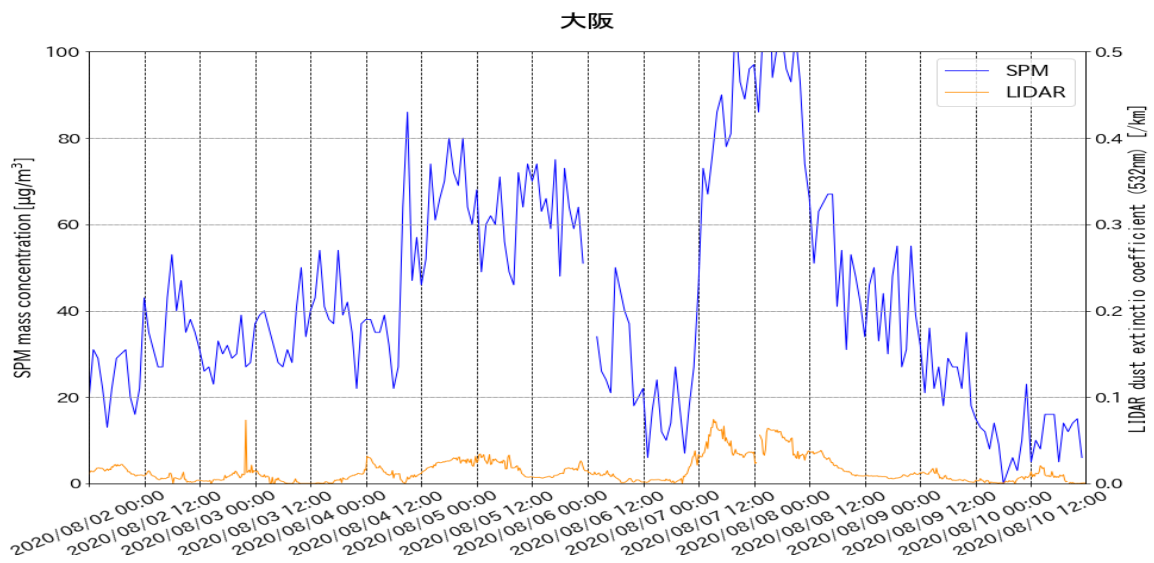
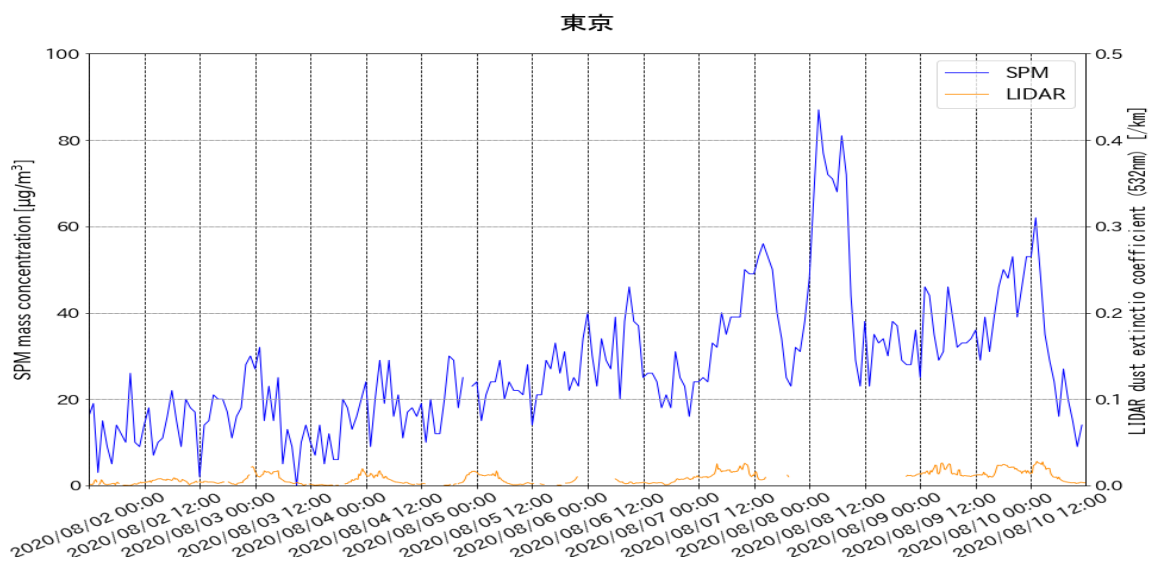
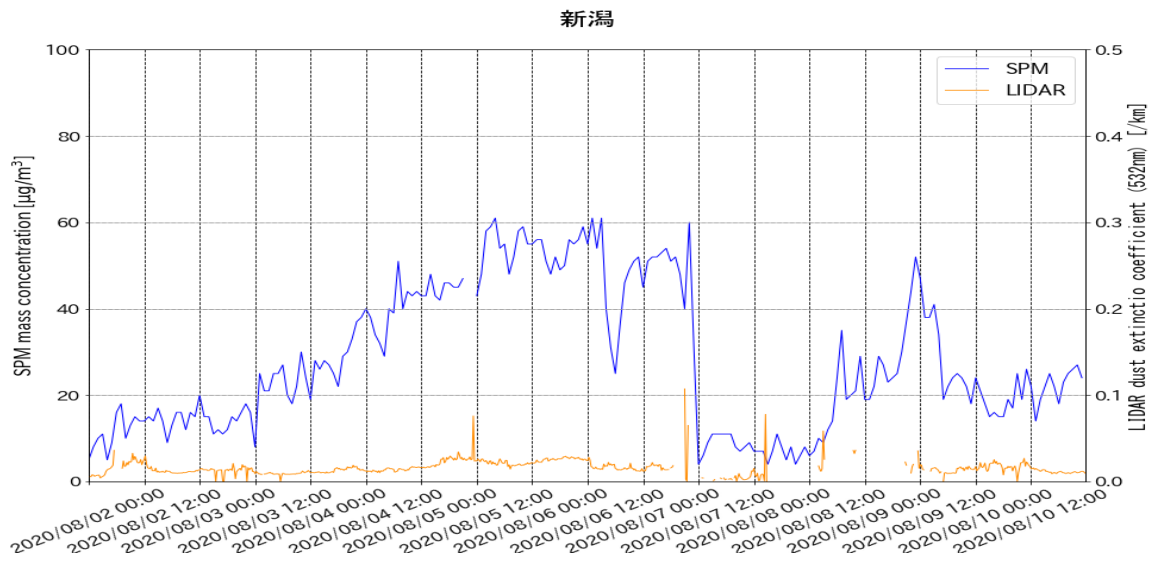
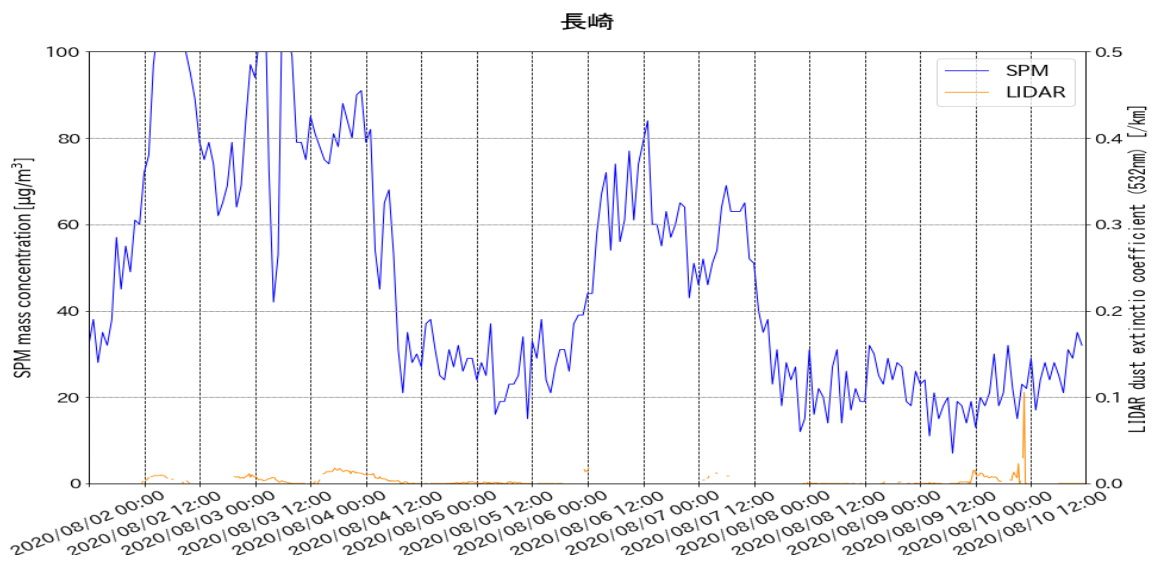
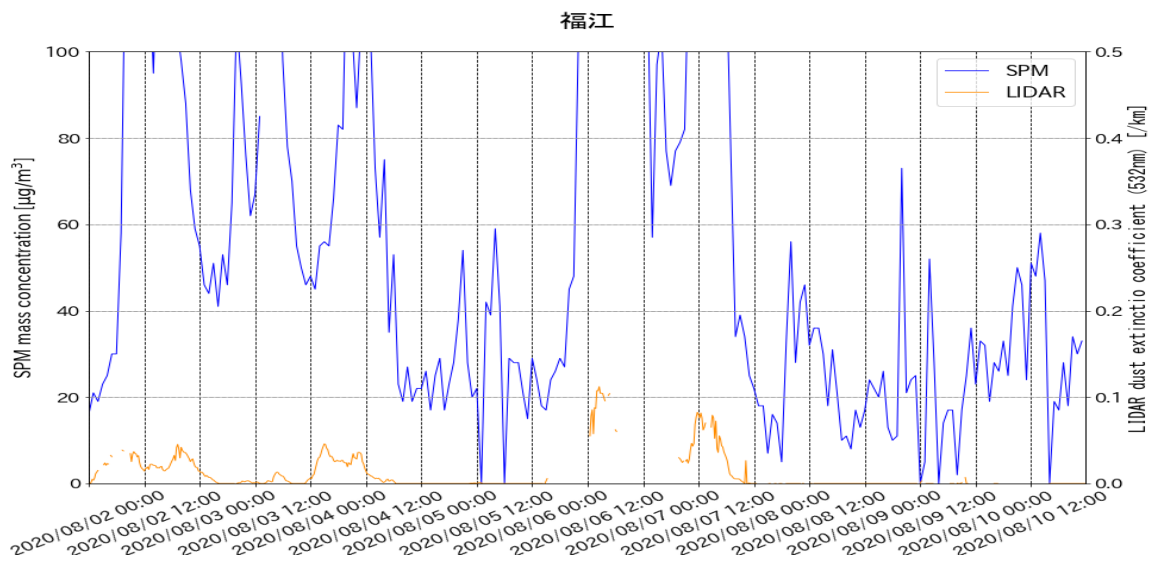
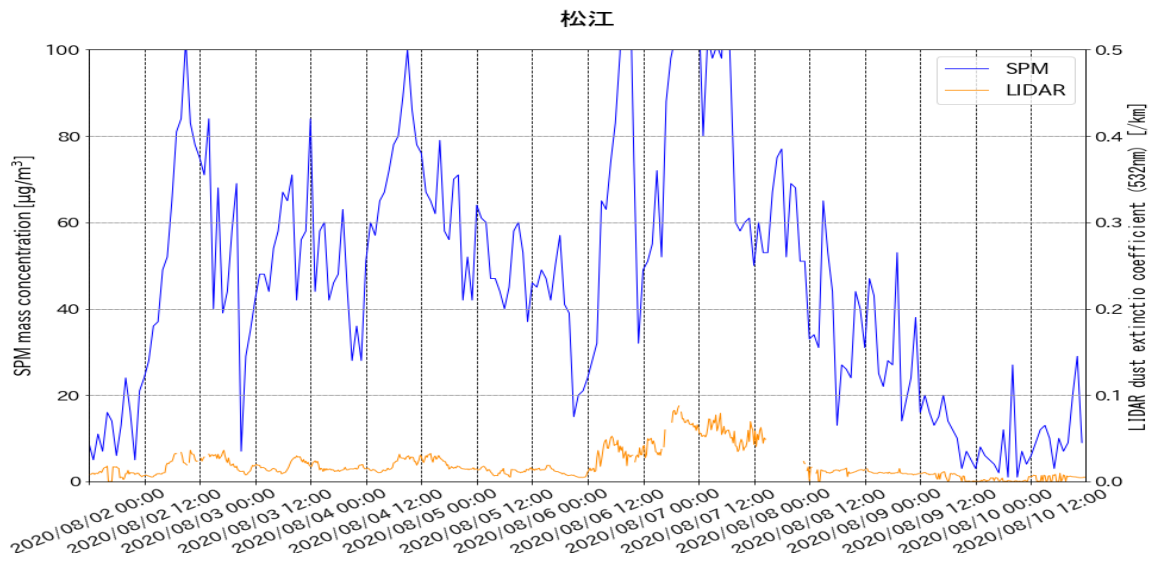


図 5-3-3-5 CFORS 予測結果









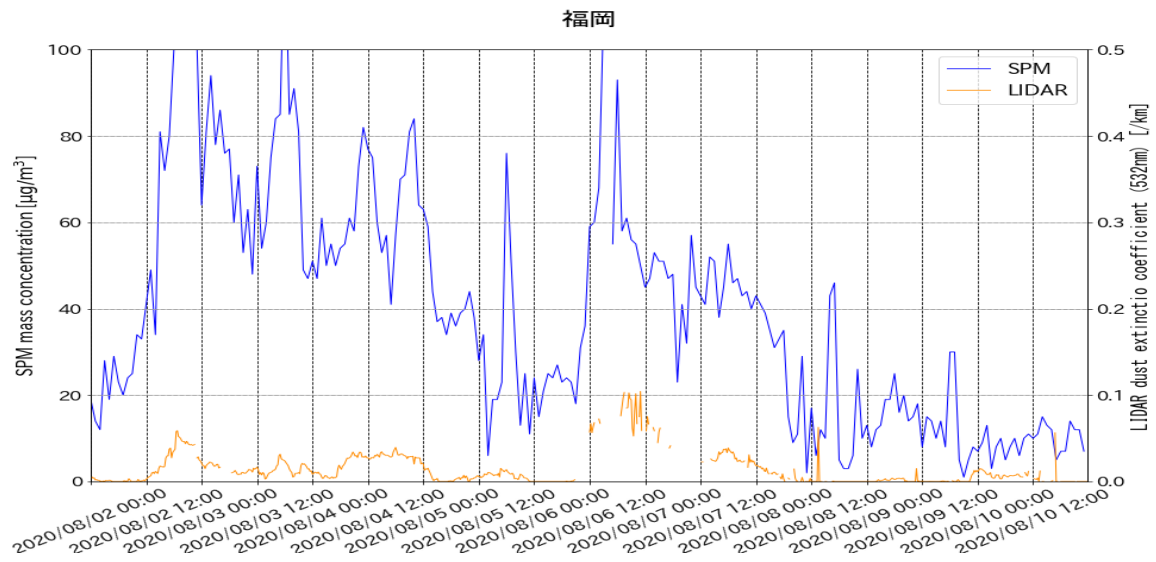


図 5-3-3-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化

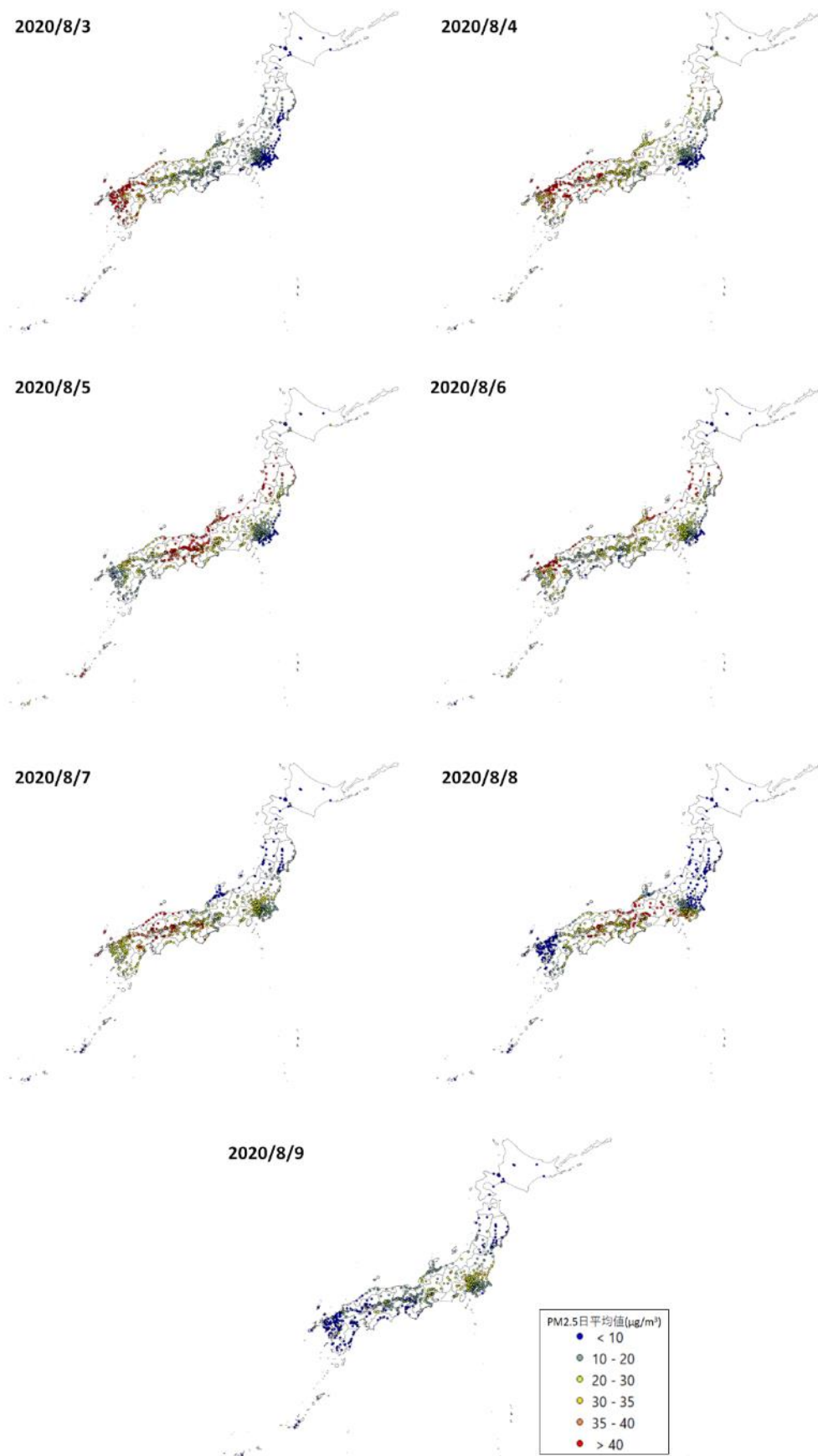


図 5-3-3-7 PM2.5 日平均値全国分布

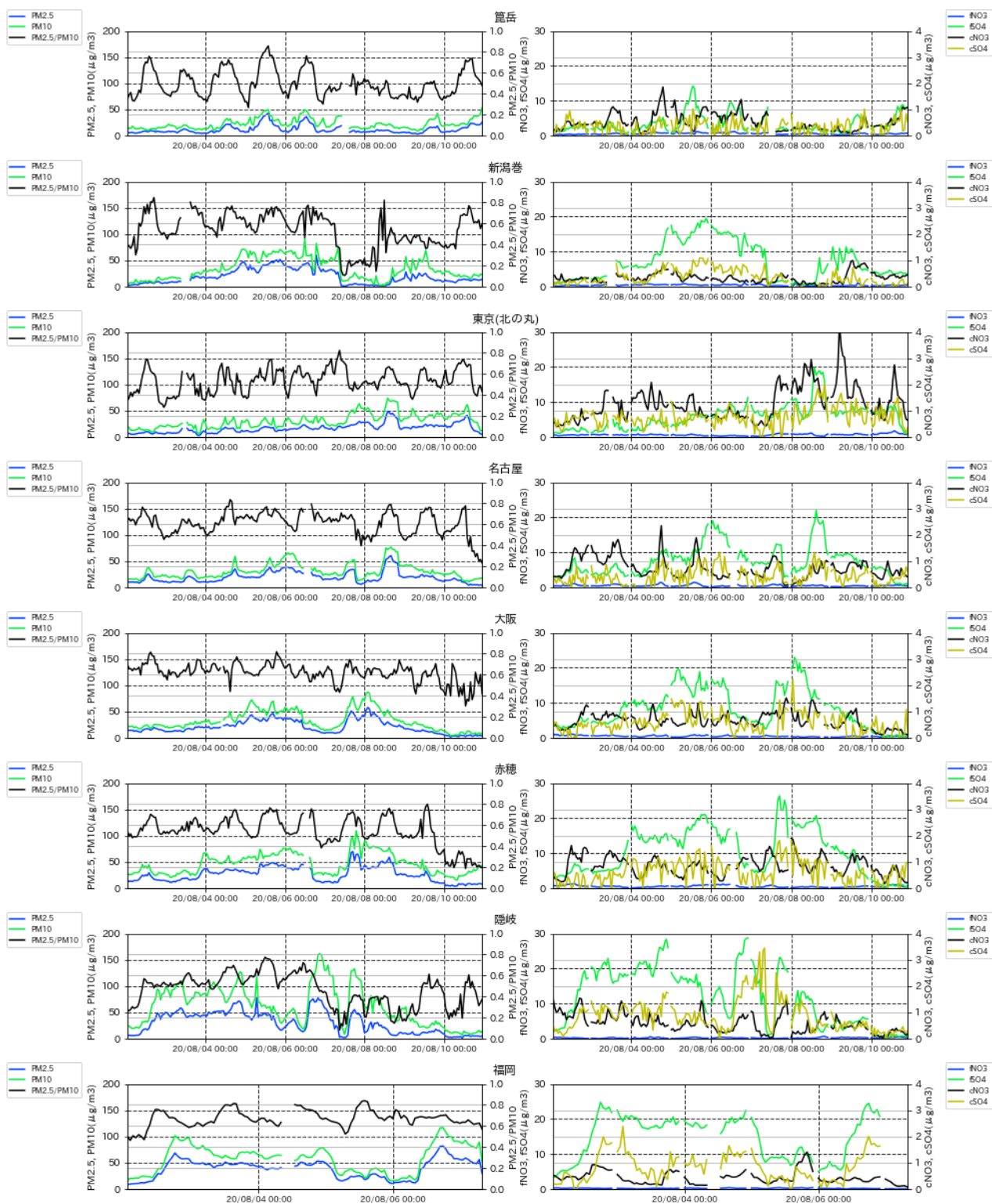


図 5-3-3-8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化



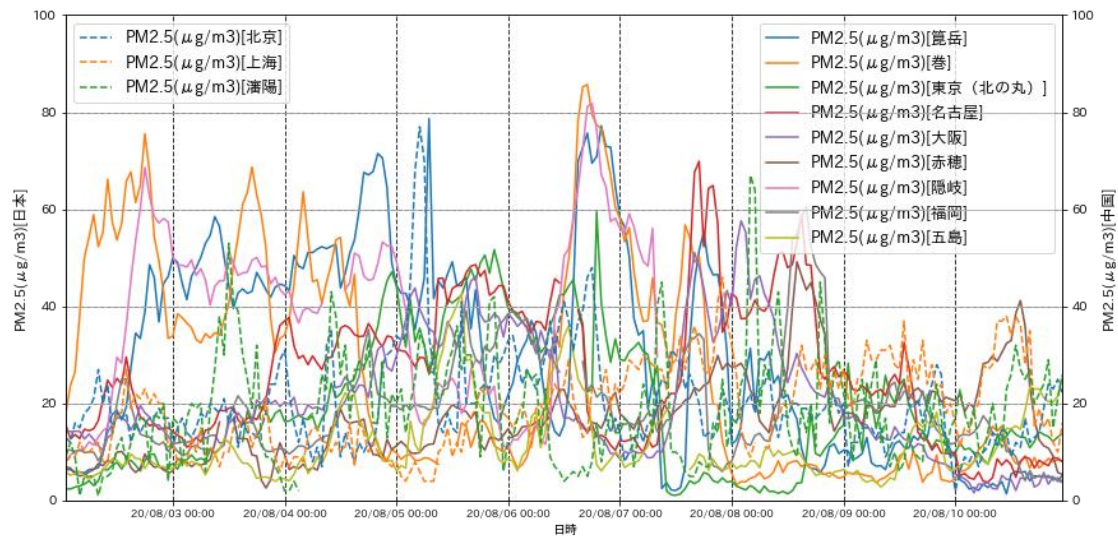


図 5-3-3-9 日本と中国での PM2.5 濃度

#### (4) 煙霧事例 4 2020 年 8 月 25 日

本事例は、2020 年 8 月 25 日に観測された煙霧で、全国に 10 地点で煙霧が観測された（表 5-3-4- 1、図 5-3-4- 1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-4- 3）、煙霧発生前の 8 月 22 日にモンゴルの 1 地点で、24 日には 2 地点で Dust が発生している様子が見られる。このときの気流を後方流跡線で確認（図 5-3-4- 4）したところ、福岡、大阪からさかのぼる流跡線のいくつか以外は Dust が発生した領域を通っていない。CFORS の予測結果（図 5-3-4- 5）からは、Sulfate が中国東部から日本にかけて広がっている様子が見られるものの、濃度は高くはなかったことが見て取れる。

図 5-3-4- 6 にライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化を比較した結果を示す。ライダー黄砂消散係数は、極めて低い値を保っていたことが見て取れる。SPM 濃度は、8 月 25 日 0 時まで福江・長崎で高い傾向が見られたものの、その後は松江でやや高い状況が見られた時間帯を除いて、低い値を保っていた。

PM2.5 濃度は、全国的に濃度が低く環境基準  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える地点は少なかったが、瀬戸内地域ではほかの地域に比べ濃度が高くなる傾向が見られた（図 5-3-4- 7）。

また、図 5-3-4- 8 によると PM2.5/PM10 比は五島で低い値となっている。これは PM2.5 の低下と若干の PM10 の増加による。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については煙霧観測前日と当日で、ピークを取っている成分もある。

なお、中国では高濃度の PM2.5 は観測されていない（図 5-3-4- 9）。

以上から、事例 3 との類似性が多くある本事例は、西之島の継続的噴火による事例であると考えられる。

表 5-3-4-1 煙霧観測地点

| 日付        | 地点数 | 観測地点名 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|           |     | 広島    | 徳島 | 佐賀 | 高松 | 松山 | 高知 | 神戸 | 下関 | 熊本 | 鳥取 |
| 2020/8/25 | 10  |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

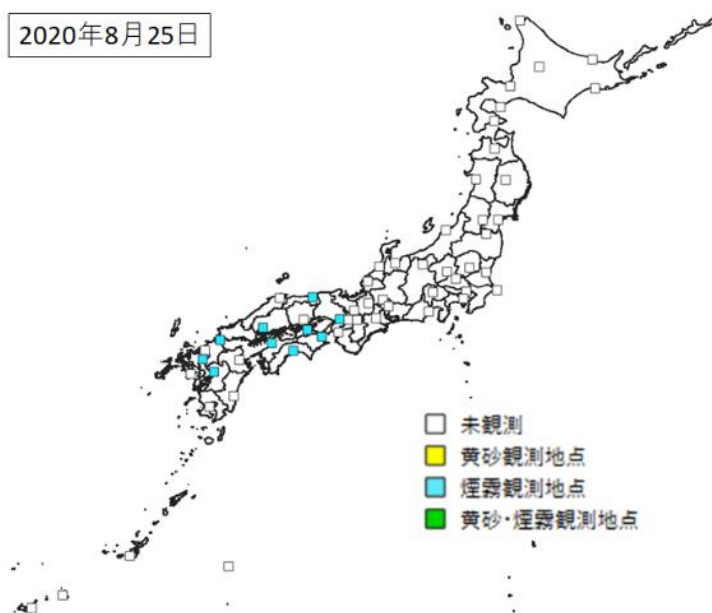
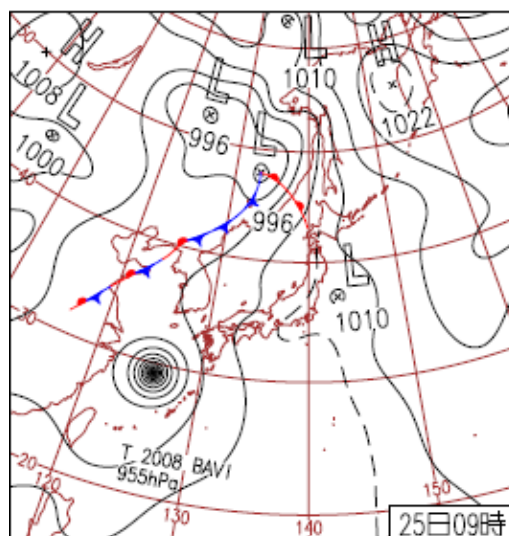


図 5-3-4-1 煙霧観測地点



**25日(火)西日本は猛暑**

台風第8号が東シナ海を北上。暖かく湿った空気流入した九州～東海は所々で激しい雨。西日本を中心に気温が上がり、132地点で猛暑日。福岡県太宰府の38.5℃は8月1位。

図 5-3-4-2 天気図

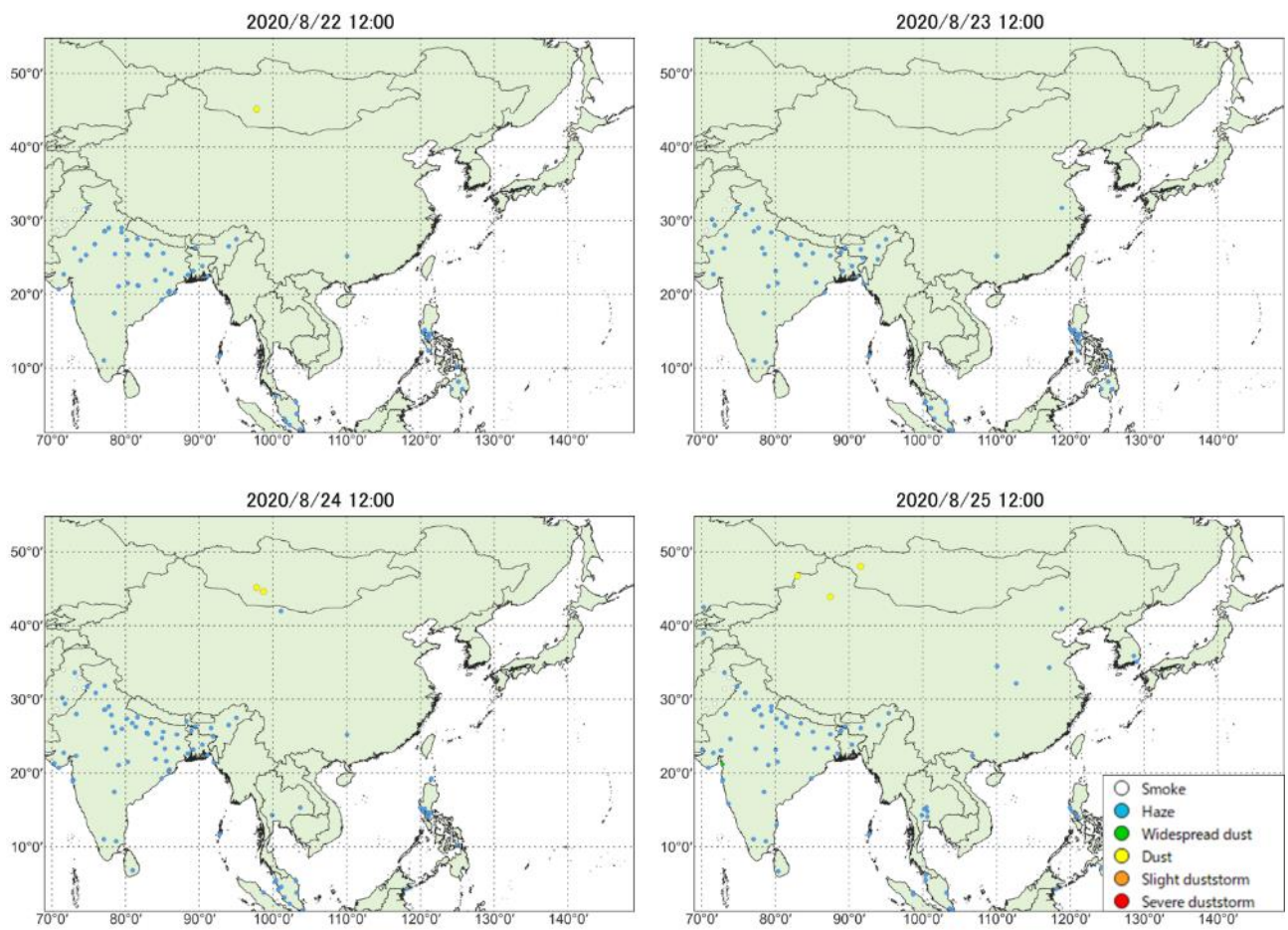


図 5-3-4-3 砂塵嵐発生状況

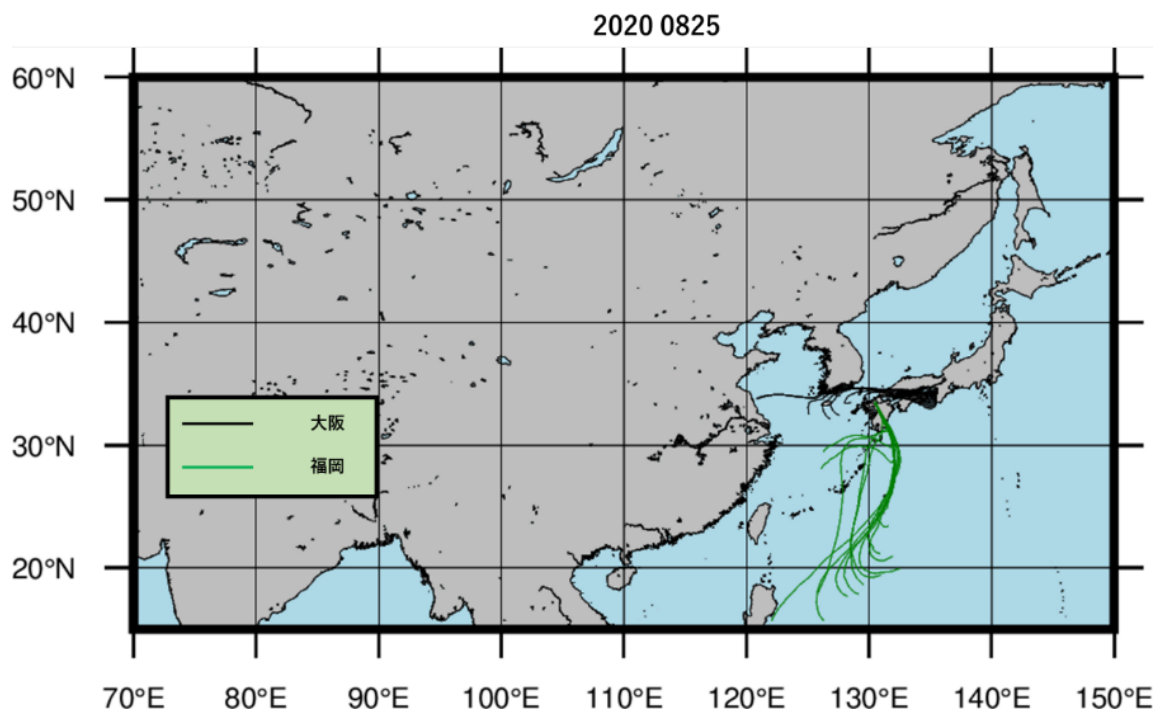


図 5-3-4-4 後方流跡線（72 時間前より）

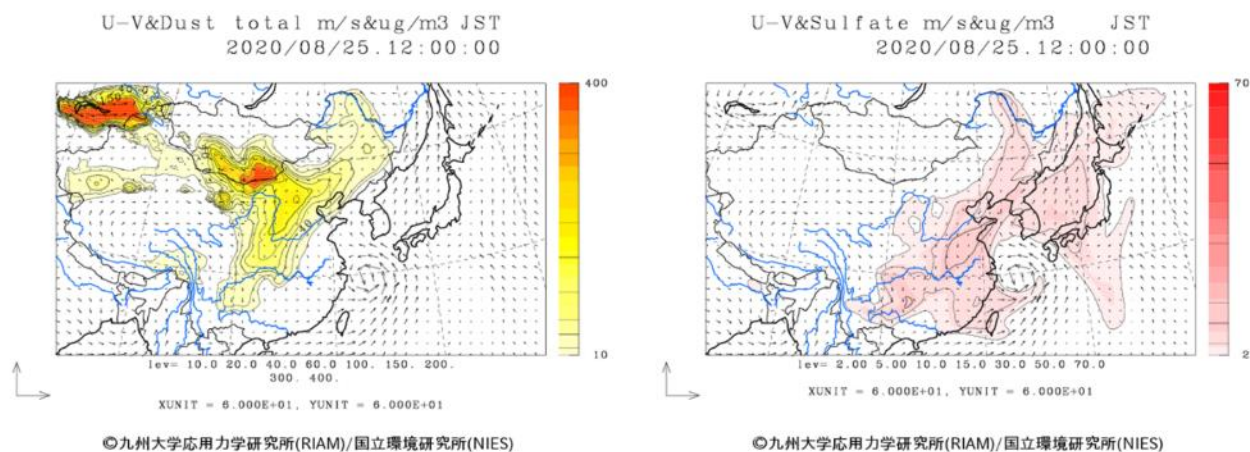
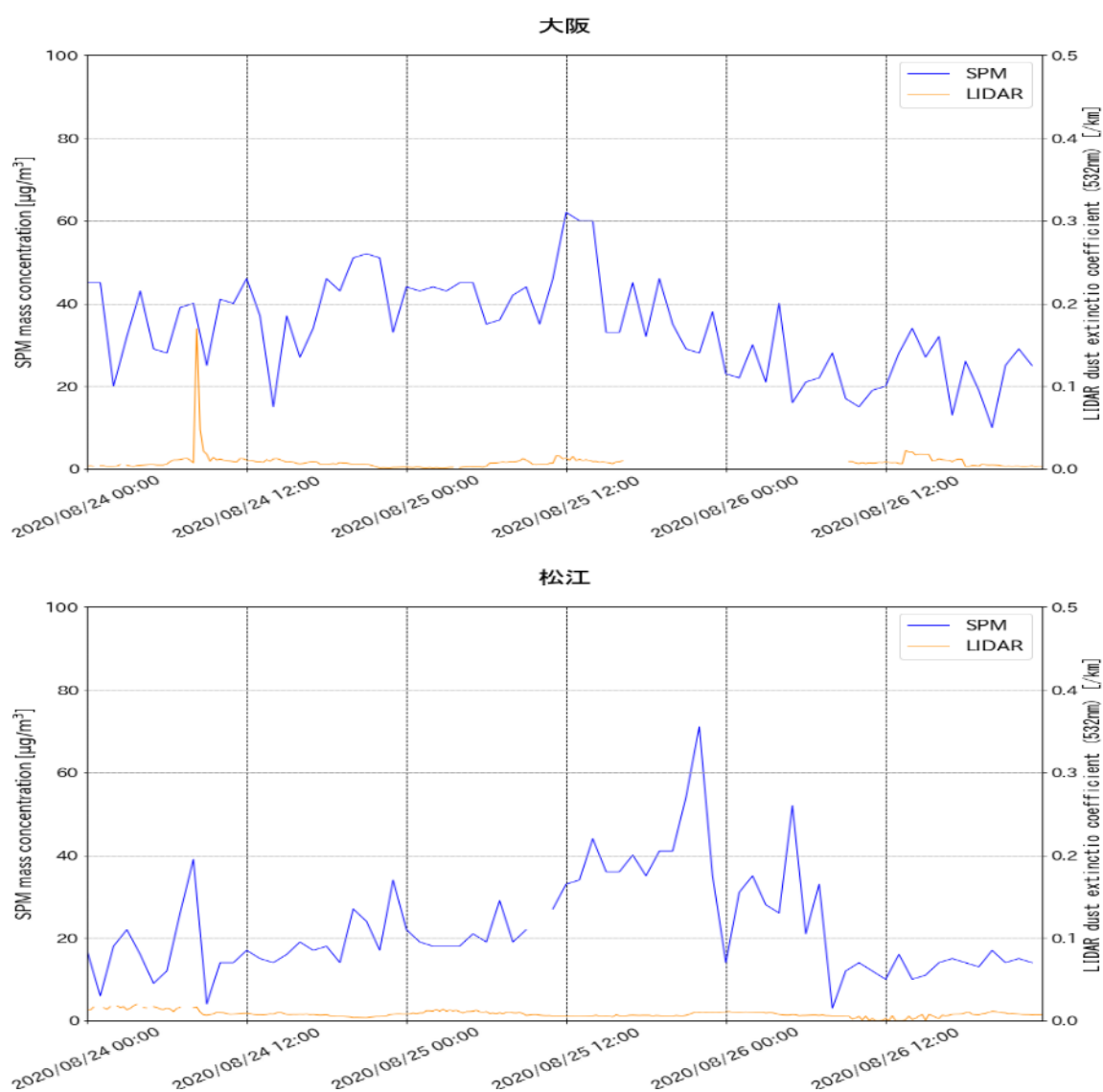


図 5-3-4-5 CFORS 予測結果





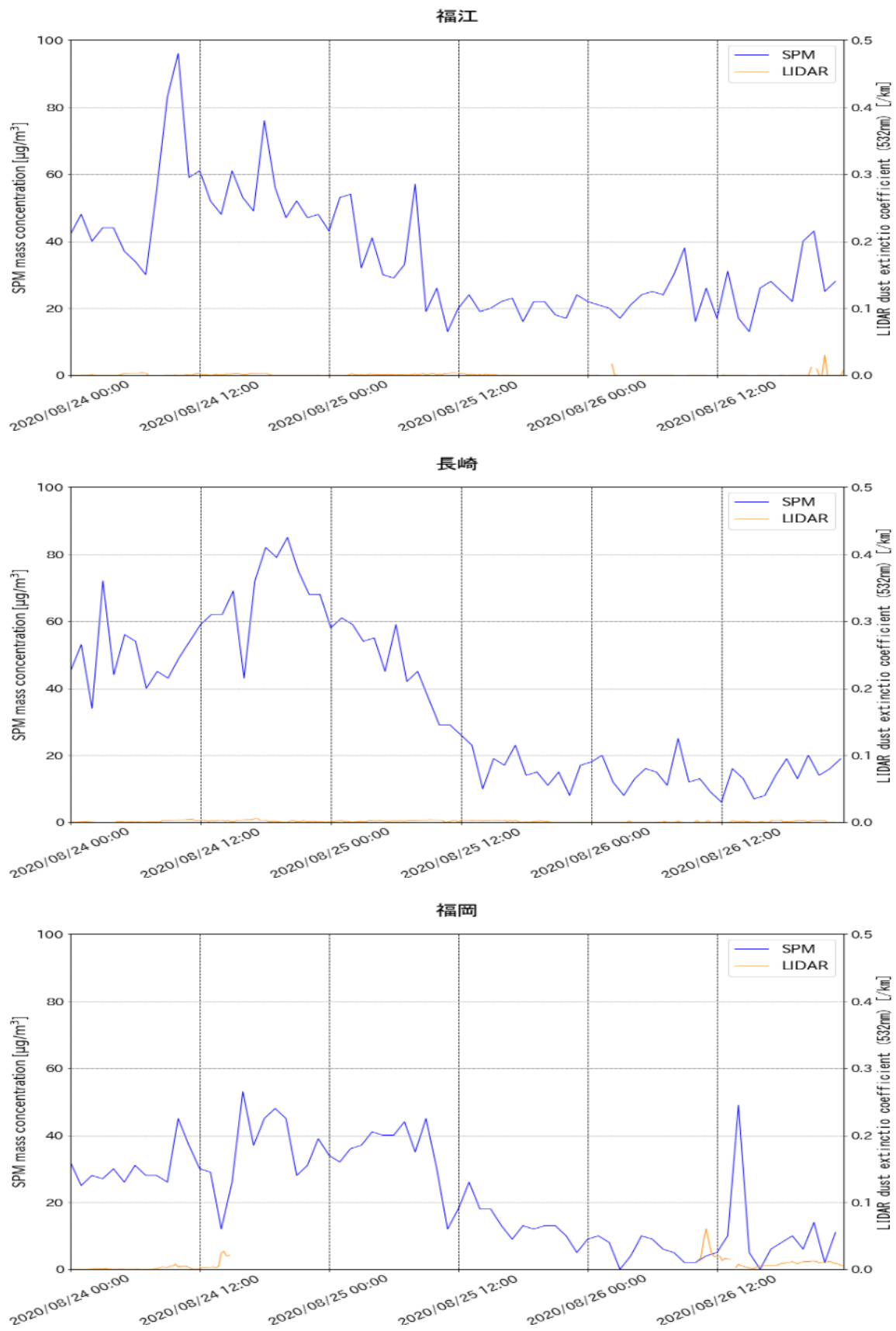


図 5-3-4-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化



2020/8/25

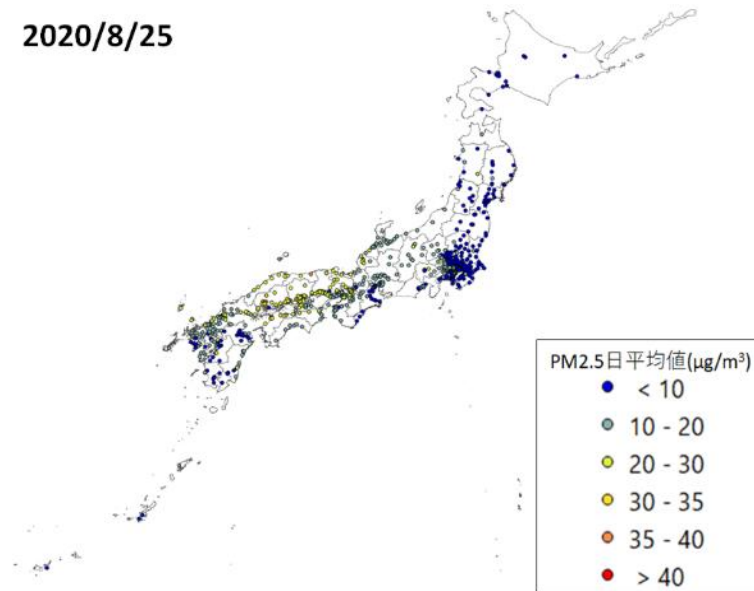


図 5-3-4-7 PM2.5 日平均値全国分布

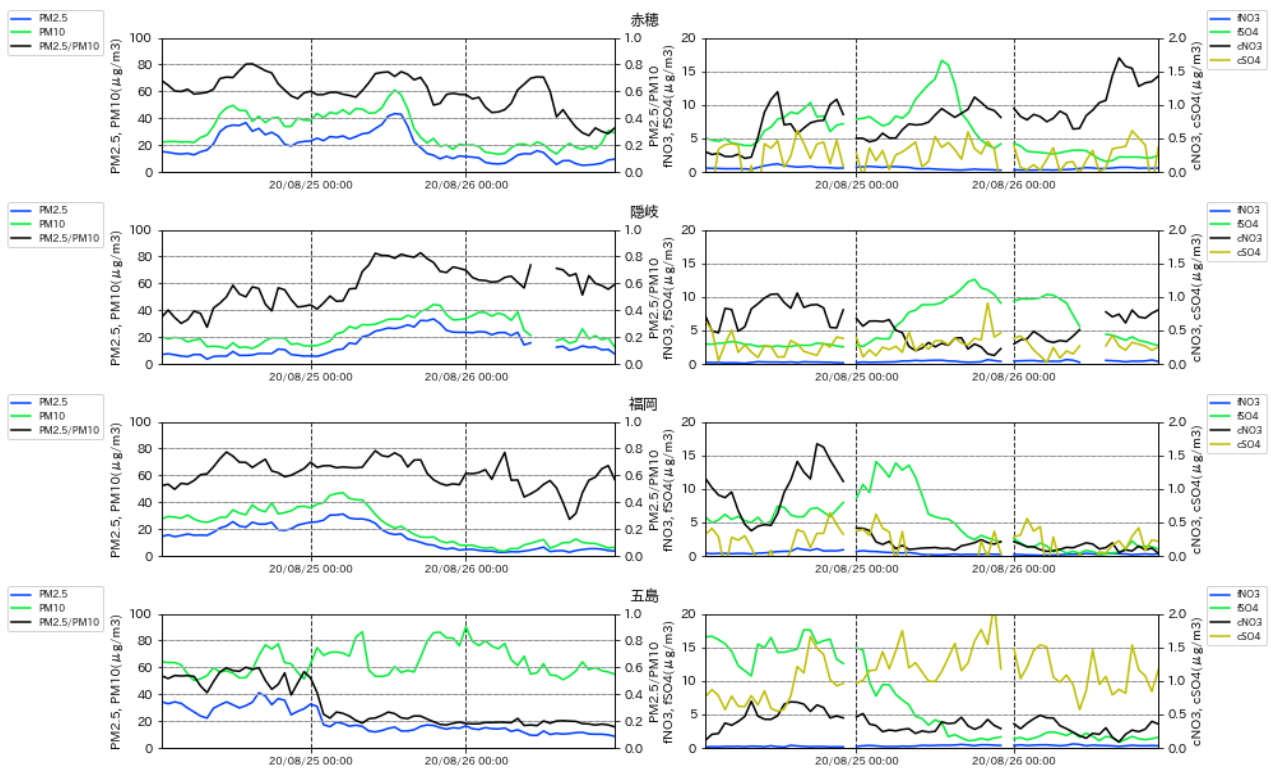


図 5-3-4-8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

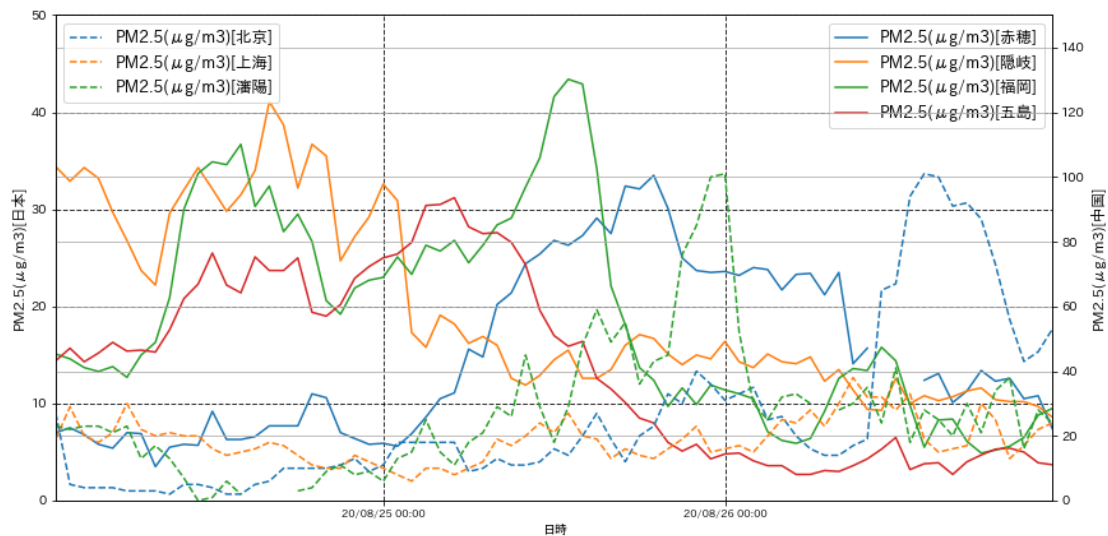


図 5-3-4-9 日本と中国での PM2.5 濃度

#### (5) 煙霧事例 5 2020 年 12 月 30 日～12 月 31 日

本事例は、2020 年 12 月 30 日から 31 日に観測された煙霧で、全国に 12 月 30 日に 11 地点、31 日に 10 地点で煙霧が観測された（表 5-3-5-1、図 5-3-4-1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-4-3）、日本での煙霧発生前に大陸では日本と同様に Haze 以外、特に観測されていない。このときの気流を後方流跡線で確認（図 5-3-4-4）したところ、12 月 30 日からさかのぼる流跡線はほぼ日本の西からの通過点をたどっている。さらに CFORS（図 5-3-4-5）においても、Dust、Sulfate とともに日本への影響は小さいことが見て取れる。

図 5-3-4-6 にライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化を比較した結果を示す。ライダー黄砂消散係数は、全体的に低い傾向を保っていたことがわかる。松江（12 月 30 日午前）、及び福岡（12 月 30 日午後）で断続的に高い数値が見られたが、当日の気象（それぞれ雨、及び雪）の影響であると考えられる。SPM 濃度も、東京・大阪でやや上昇が見られた他は、目立った変動は見られなかった。

PM2.5 濃度は、全国的に濃度が低く、環境基準  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える地点は観測されなかった（図 5-3-4-7）。

また、図 5-3-4-8 から PM2.5/PM10 比は新潟、大阪、赤穂、隠岐、福岡で短期間であるが低い値となる時間帯があった。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については煙霧観測日の前日に高い値となっている地点が多くみられる。

なお、中国でも顕著に高い値の PM2.5 は観測されていない（図 5-3-4-9）。

以上から、本事例は、大陸からの影響ではないと思われるがはっきりした原因は不明である。

表 5-3-5-1 煙霧観測地点

| 日付         | 地点数 | 観測地点名 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 2020/12/30 | 11  | 稚内    | 金沢 | 網走 | 横浜 | 熊谷 | 東京 | 神戸 | 下関 | 秋田 | 福島 |
|            |     | 佐賀    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2020/12/31 | 10  | 稚内    | 金沢 | 秋田 | 福島 | 室蘭 | 網走 | 釧路 | 青森 | 函館 | 松江 |

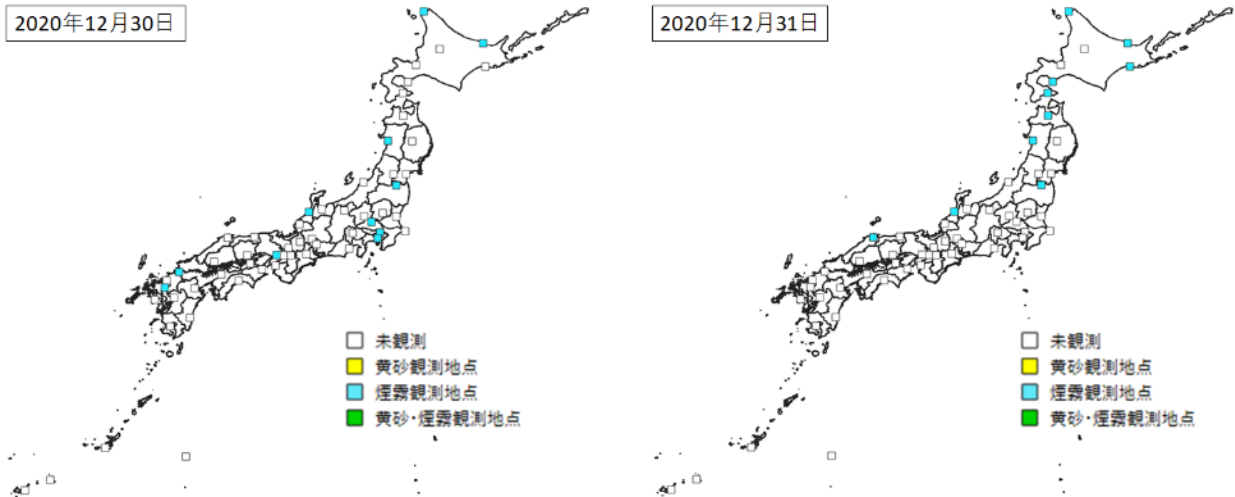


図 5-3-5-1 煙霧観測地点

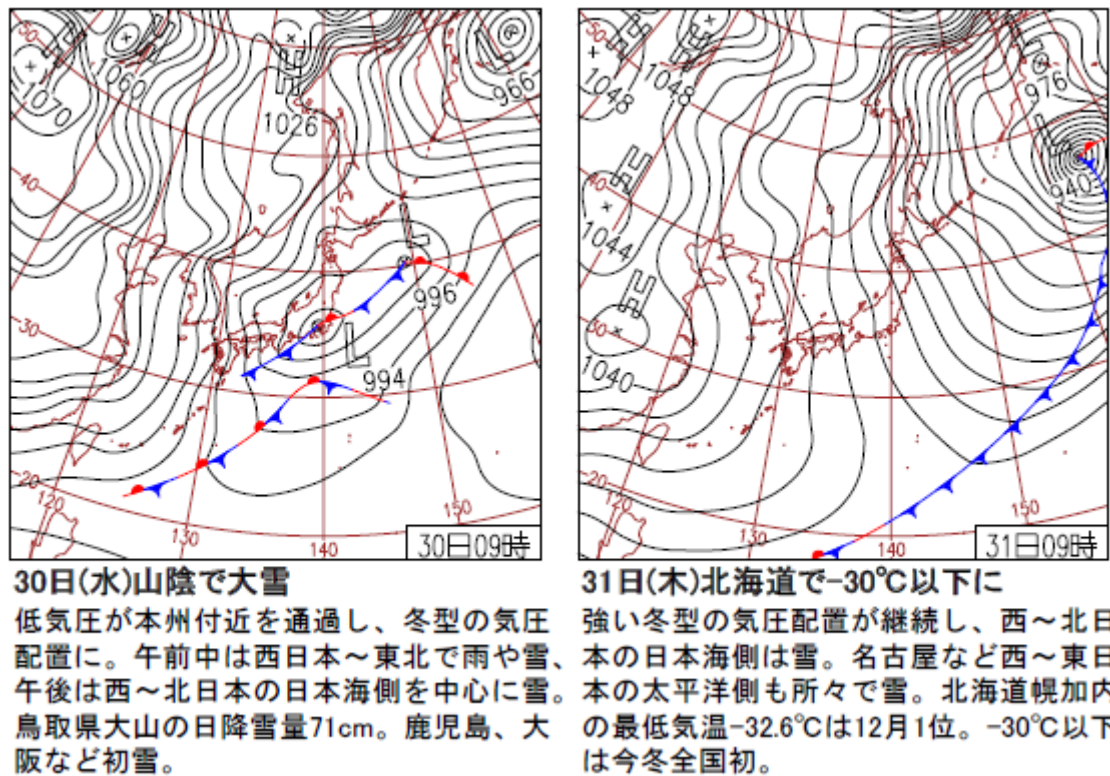


図 5-3-5-2 天気図

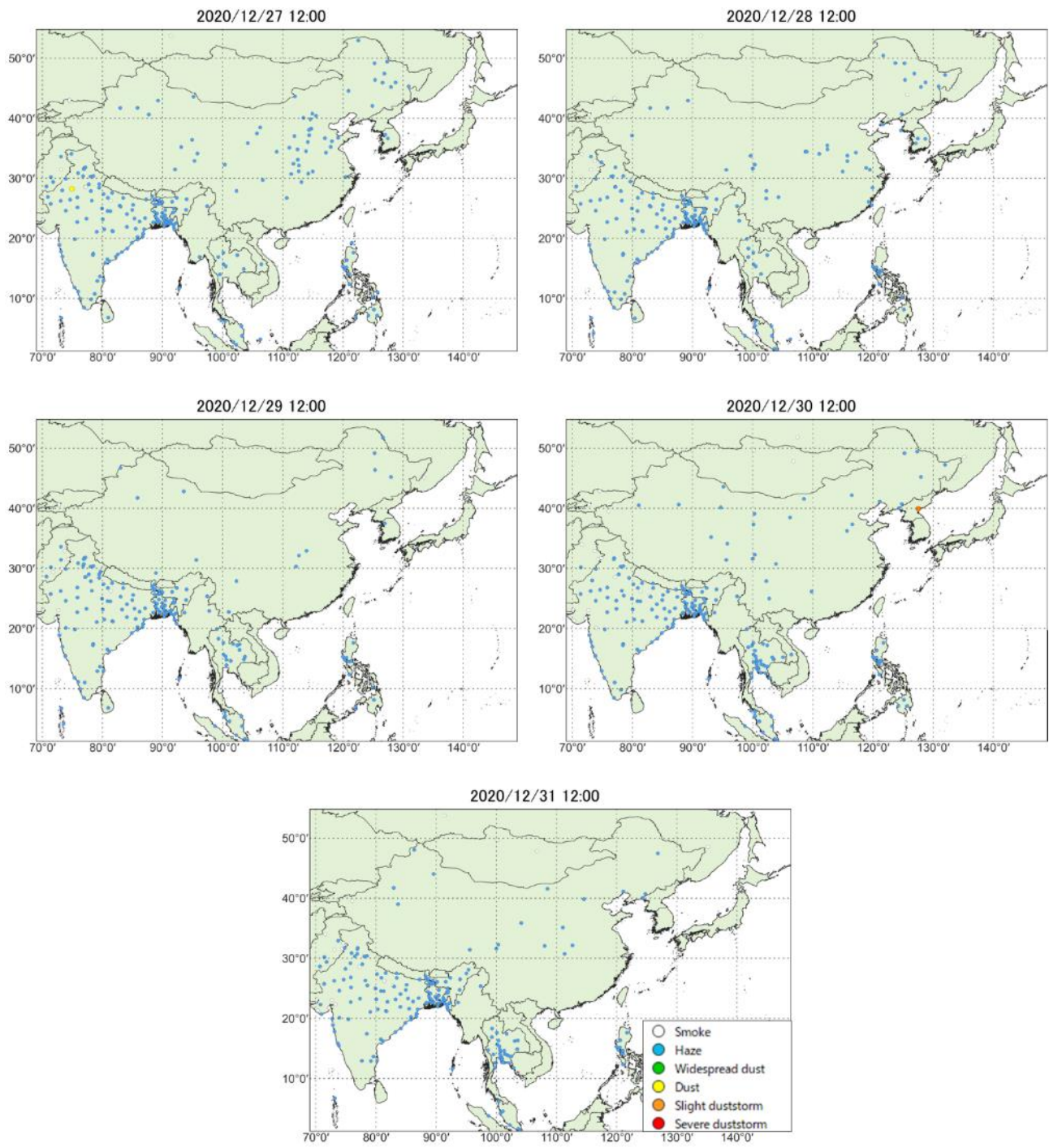


図 5-3-5-3 砂塵嵐発生状況



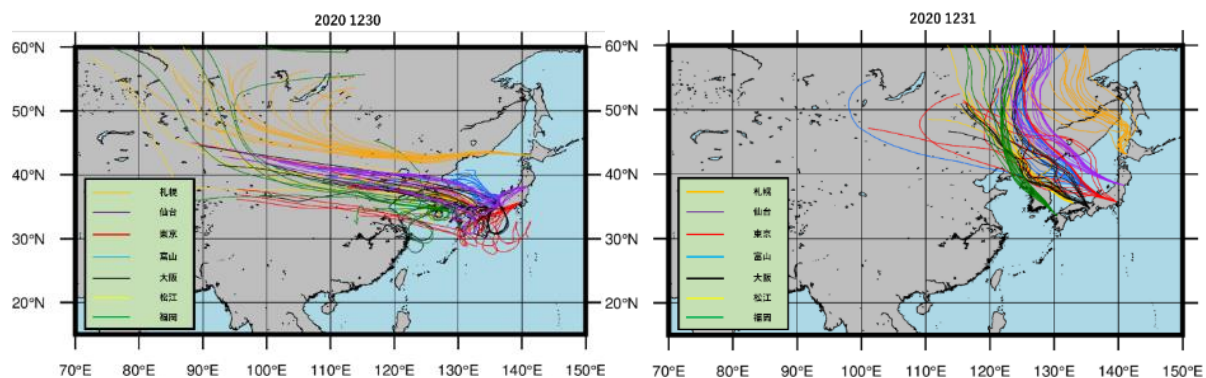


図 5-3-5-4 後方流跡線 (72 時間前より)

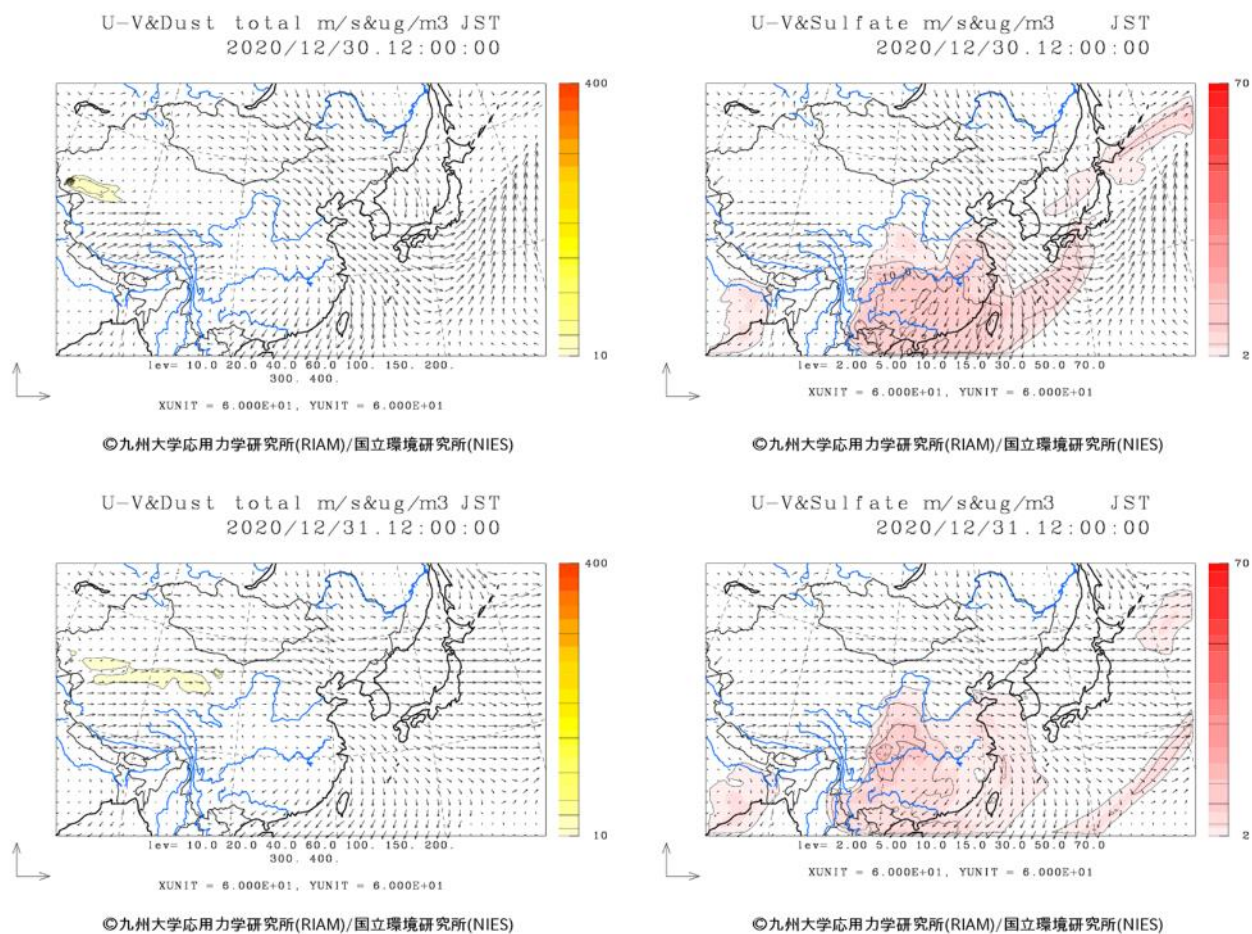
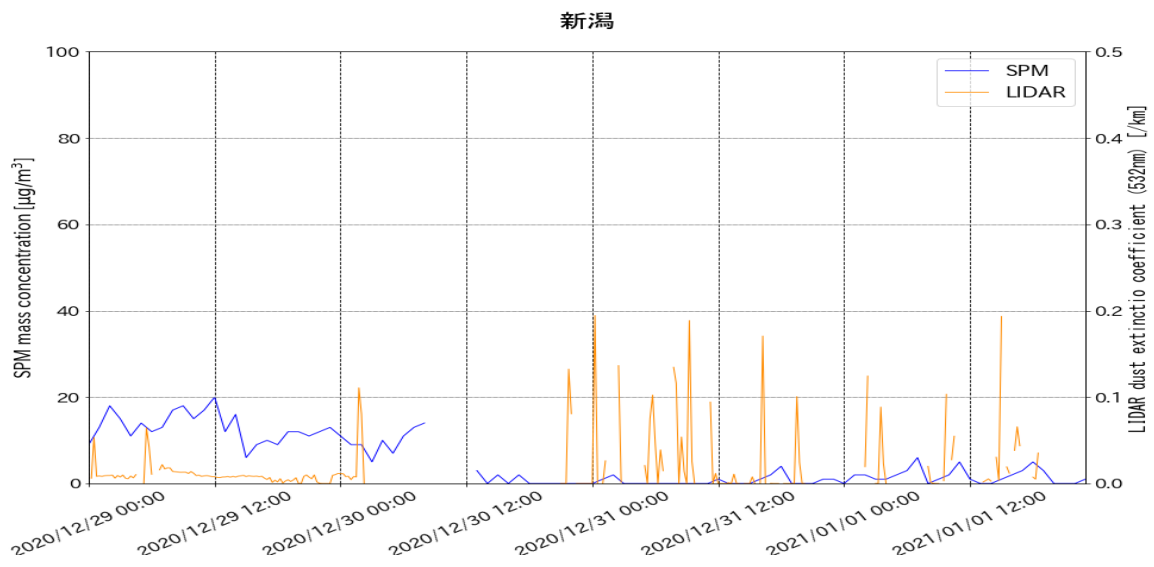
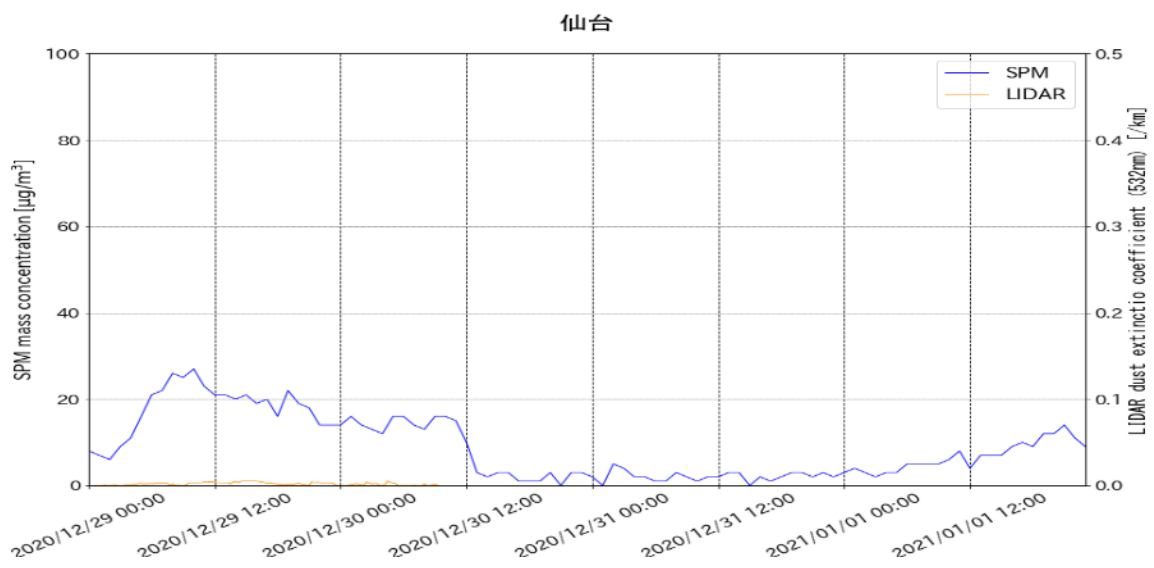
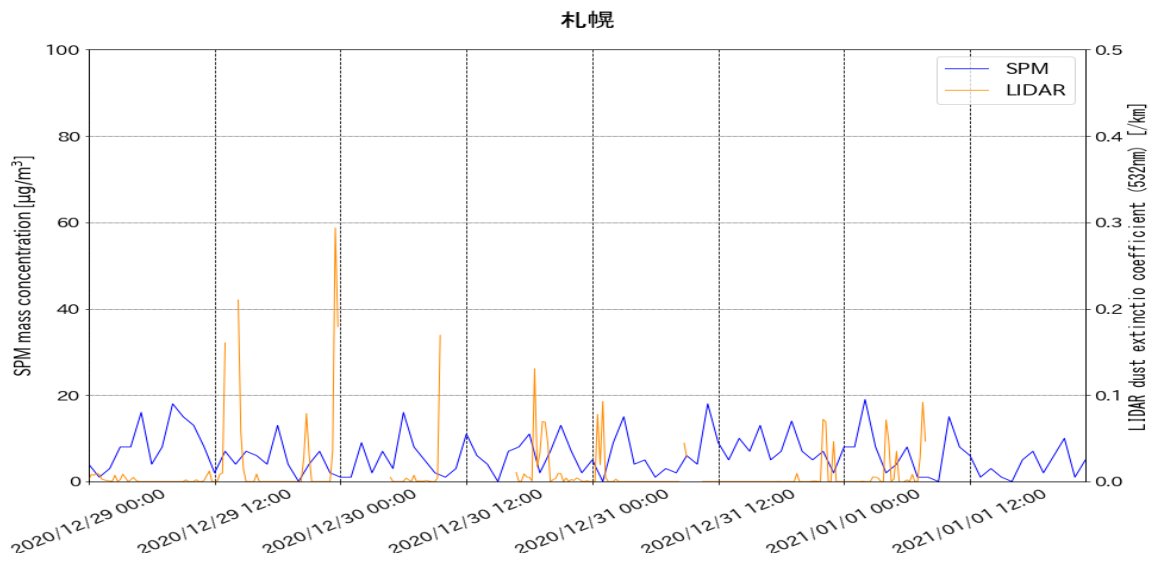
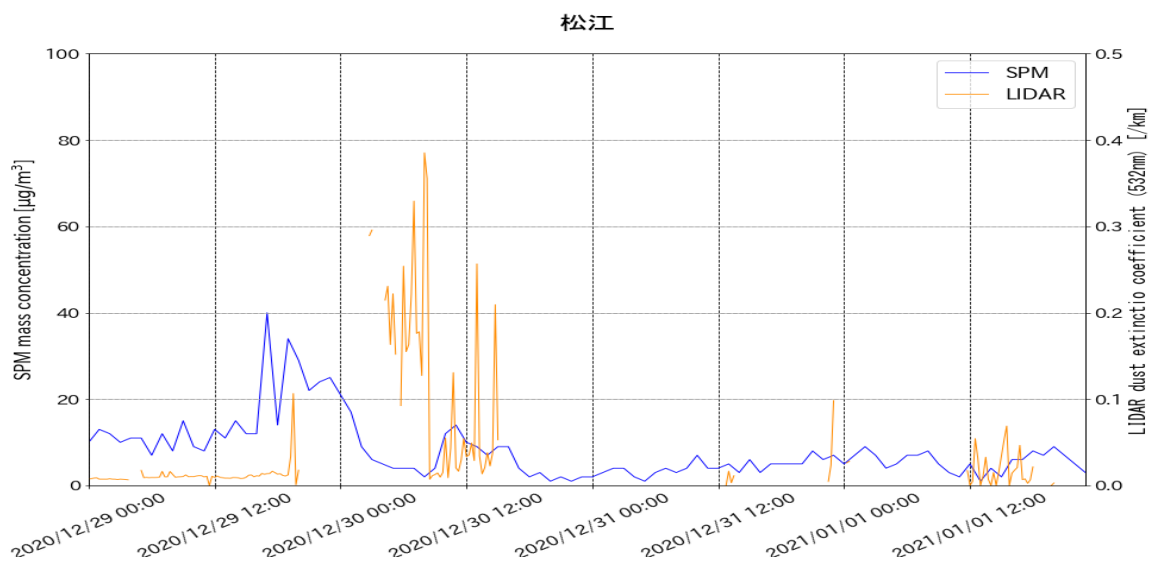
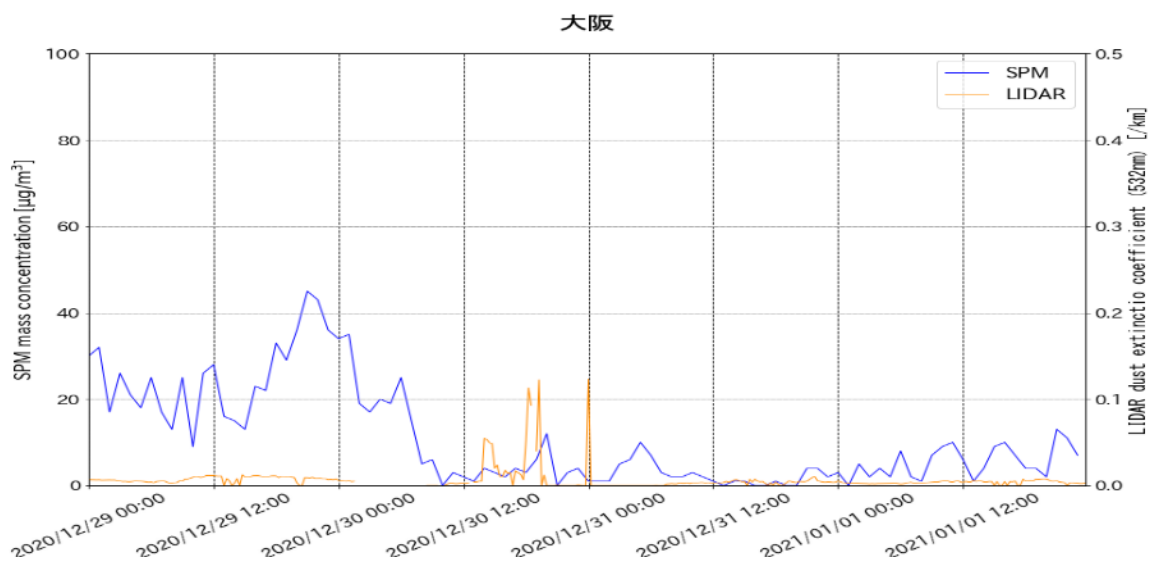
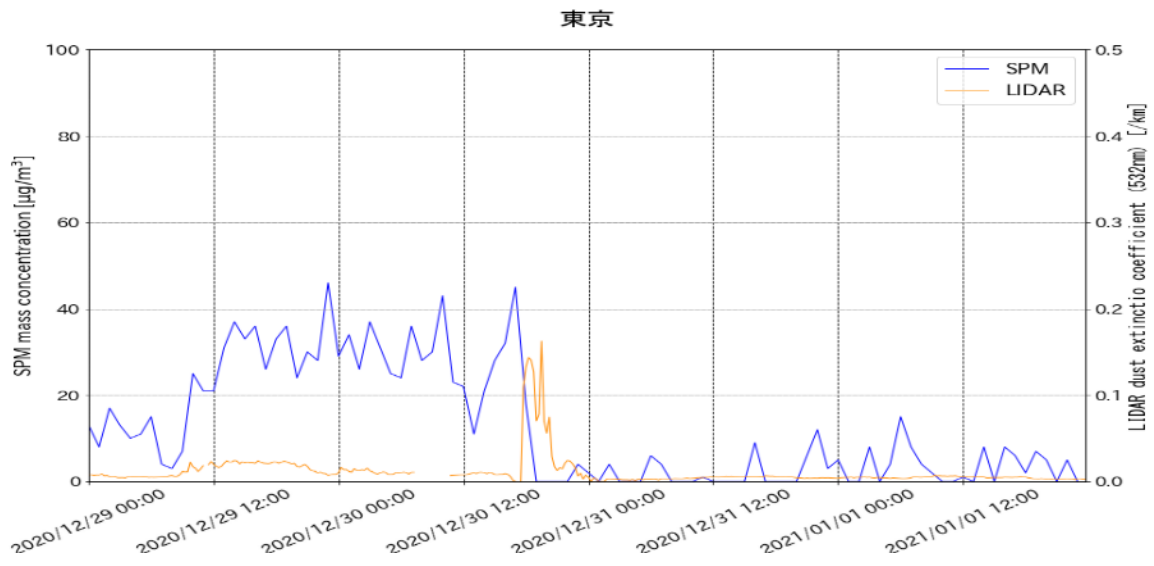


図 5-3-5-5 CFORS 予測結果





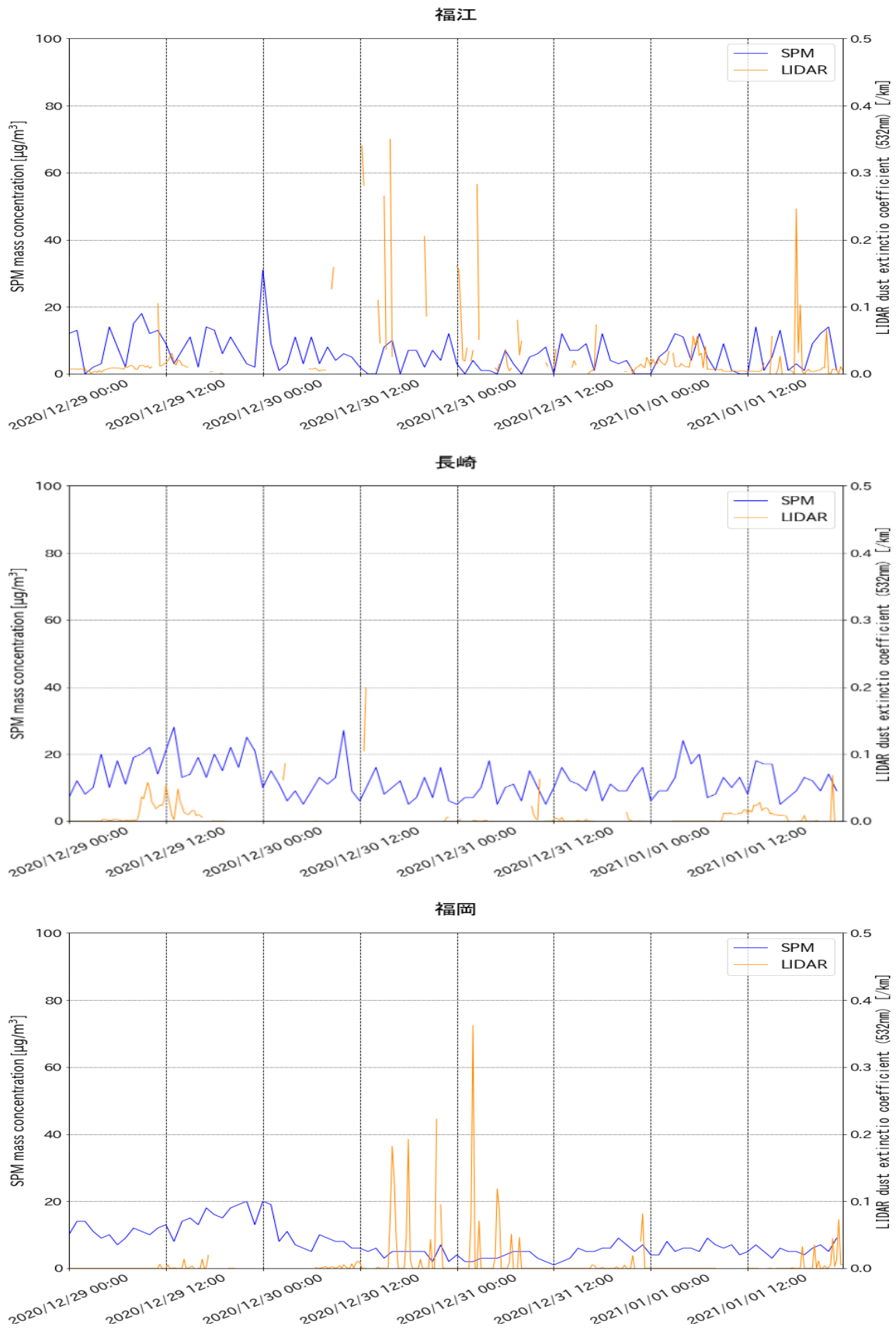


図 5-3-5-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化





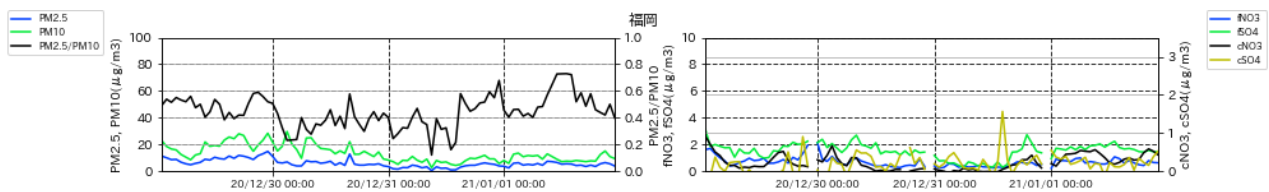


図 5-3-5-8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

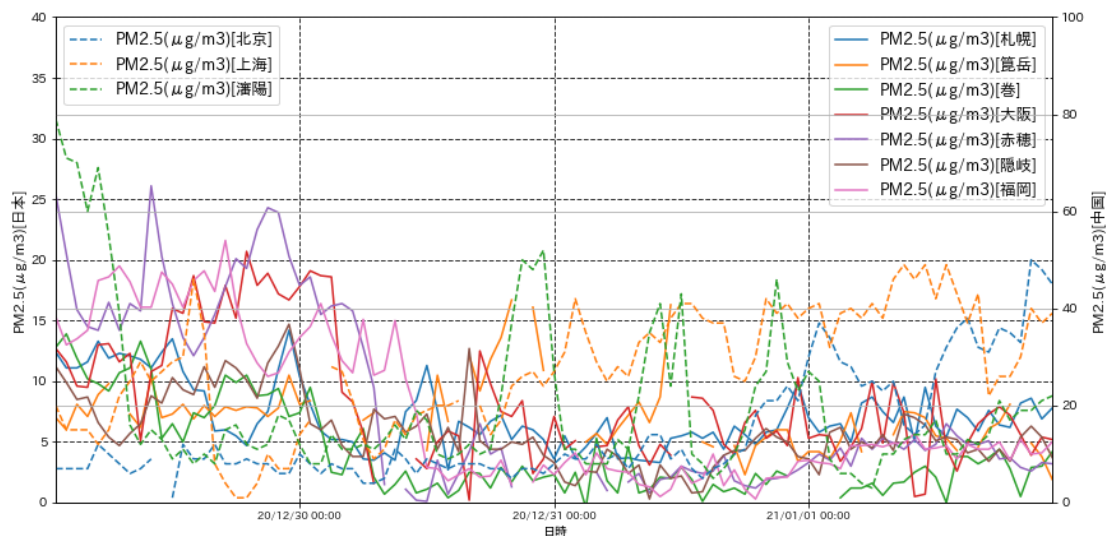


図 5-3-5-9 日本と中国での PM2.5 濃度

## (6) 煙霧事例 6 2021 年 1 月 7 日

本事例は、2021 年 1 月 7 日に観測された煙霧で、全国に 10 地点で煙霧が観測された（表 5-3-6-1、図 5-3-6-1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-6-3）、1 月 4 日、5 日にモンゴルで Dust が発生している。このときの気流を後方流跡線で確認（図 5-3-6-4）したところ、ほぼ全ての地点からさかのぼる流跡線で Dust 発生地点を通過している。また CFORS 予測結果（図 5-3-6-5）からも、Sulfate が日本へ影響を及ぼしている様子が示されている。

図 5-3-6-6 にライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化の比較を示す。黄砂消散係数は、東京で 1 月 7 日正午を中心にやや増加する現象が見られた他は、目立った変動は見られなかった。福江で断続的な増加が見られるが、これは福江の気象が 1 月 6 日正午頃から 1 月 8 日にかけて雨および雪であったことによると考えられる。SPM 濃度にも増減は見られず、低い傾向となっていた。

PM2.5 濃度は、全国的に濃度が低く  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下となる地点が多くなっていた。関東地域で局所的に濃度が高くなる地点が確認できたが、近隣の地点の濃度が高くなっていないことより、局所的な影響により高濃度になったと考えられる（図 5-3-6-7）。

また、PM2.5/PM10 比は新潟で低い値となっているが、他の地点では変化はほとんどない。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については札幌や西日本でいくつかの値が高くなっている（図 5-3-6-8）。

なお、上海での PM2.5 が 1 月 7 日 1 時前後で高くなっているが  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えない程度の上昇である。（図 5-3-6-9）。

以上から、本事例は、大陸からの Dust の影響が及んだ非常に弱い煙霧事例と考えられる。

表 5-3-6- 1 煙霧観測地点

| 日付       | 地点数 | 観測地点名 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 2021/1/7 | 10  | 福岡    | 松江 | 鳥取 | 新潟 | 下関 | 網走 | 盛岡 | 山形 | 広島 | 秋田 |

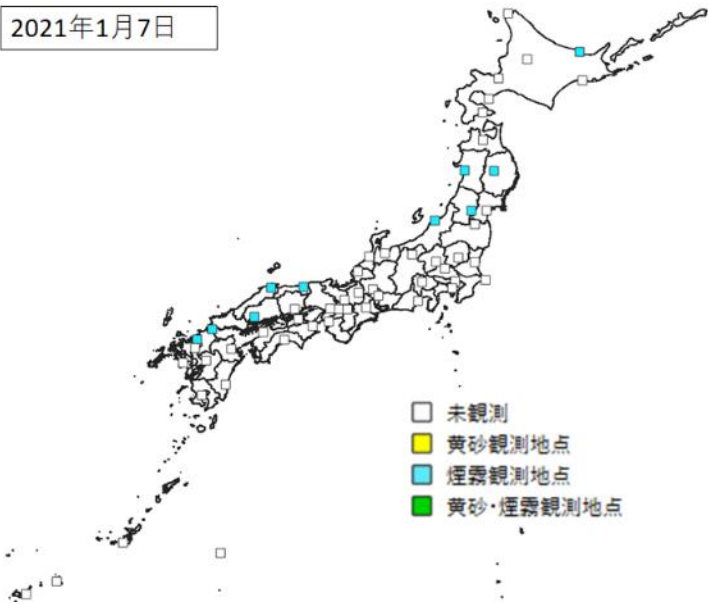
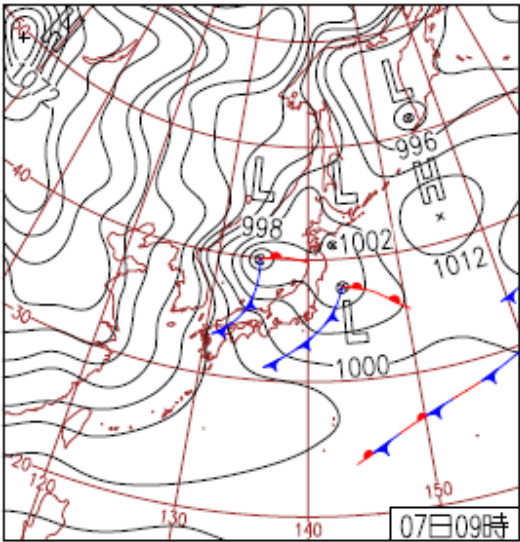


図 5-3-6- 1 煙霧観測地点



**7日(木)低気圧急速に発達**

低気圧が急速に発達しながら北日本に進み、日本付近に強い寒気が流入。広く荒れた天気で、秋田県八森で最大瞬間風速42.4m/s、岐阜県白川で27cm/3hの大雪。高知、静岡で初雪。

図 5-3-6- 2 天気図

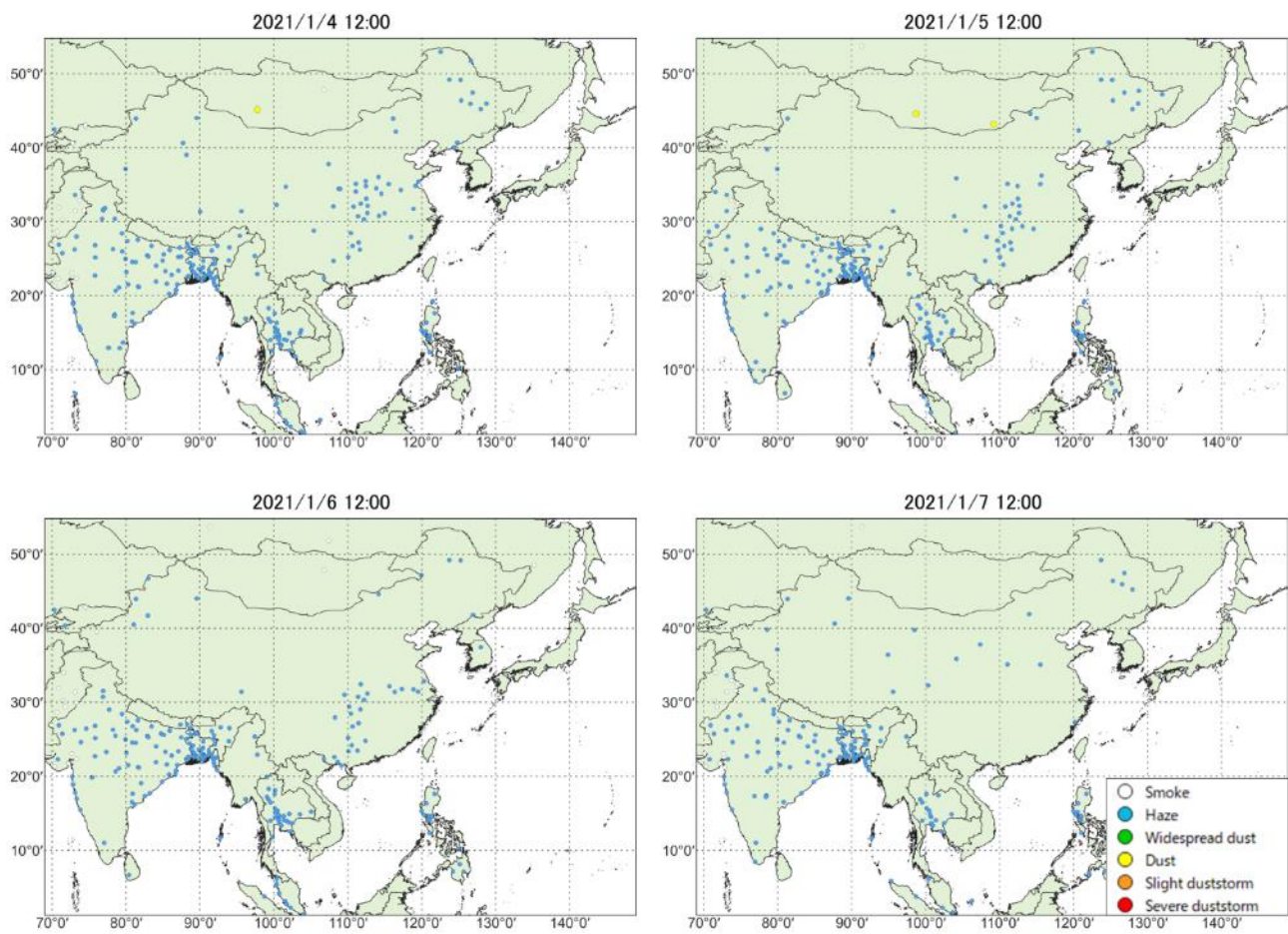


图 5-3-6-3 砂塵嵐発生状況



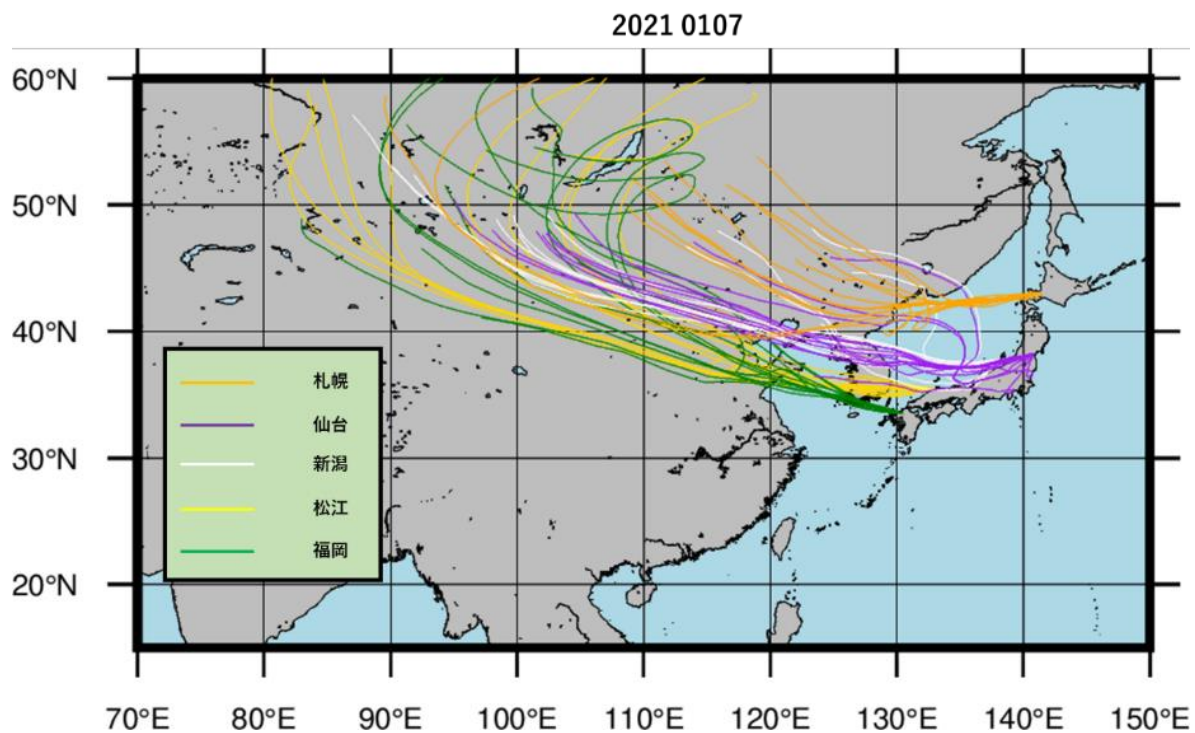


図 5-3-6-4 後方流跡線 (72 時間前より)

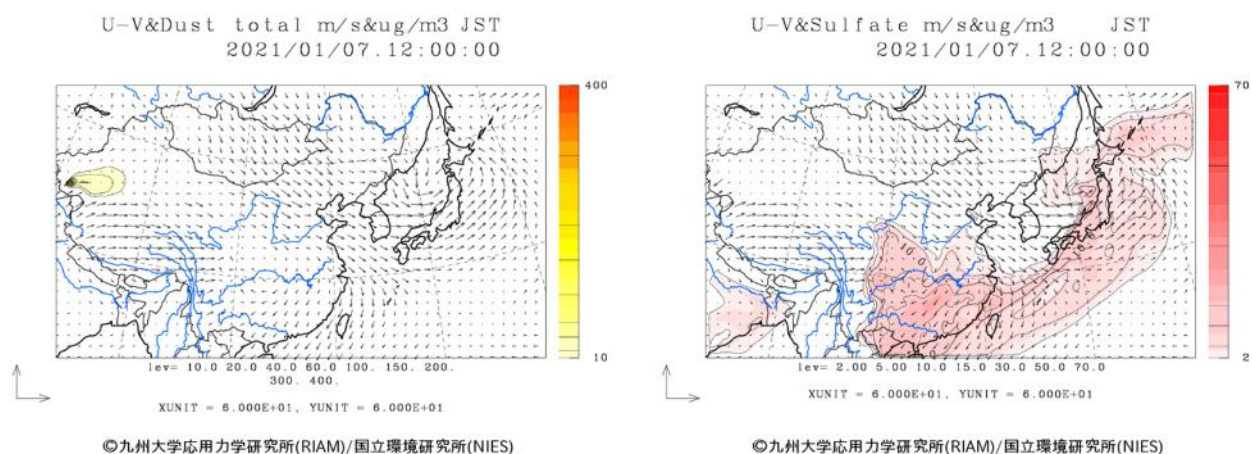
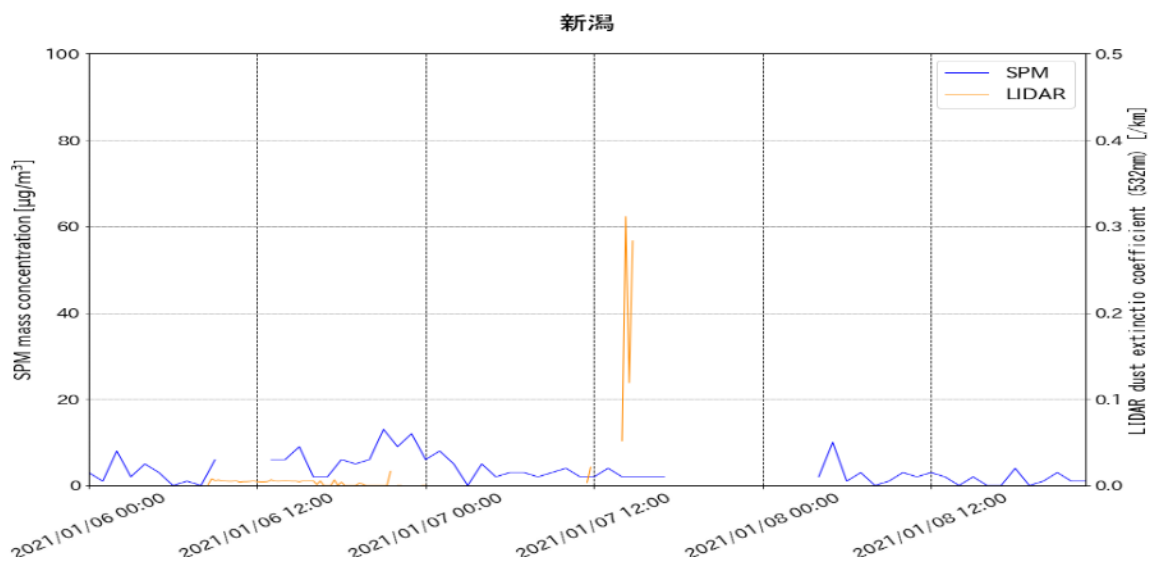
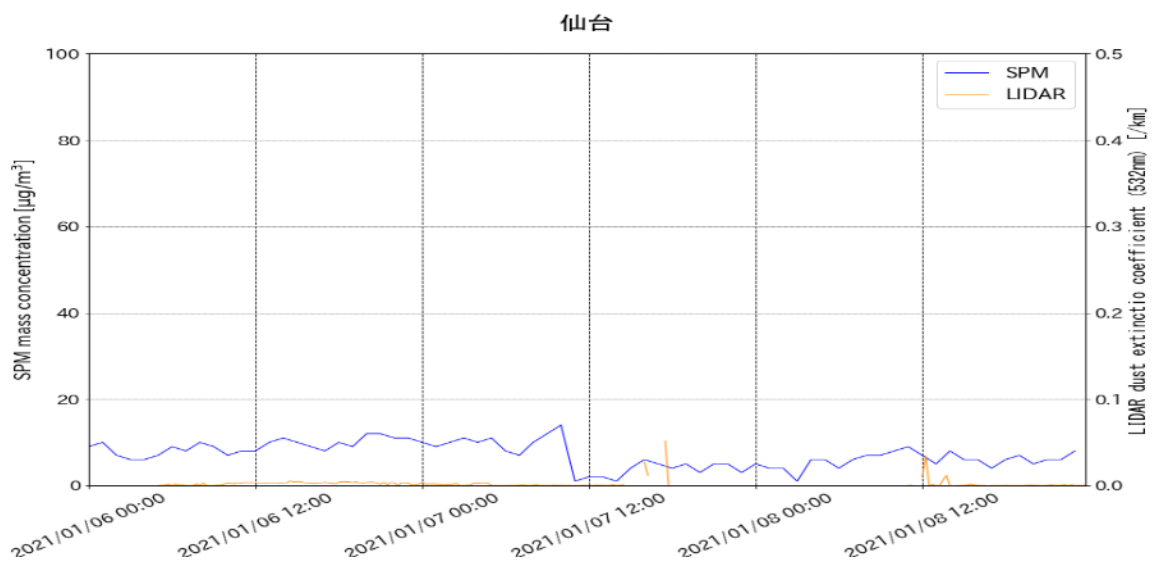
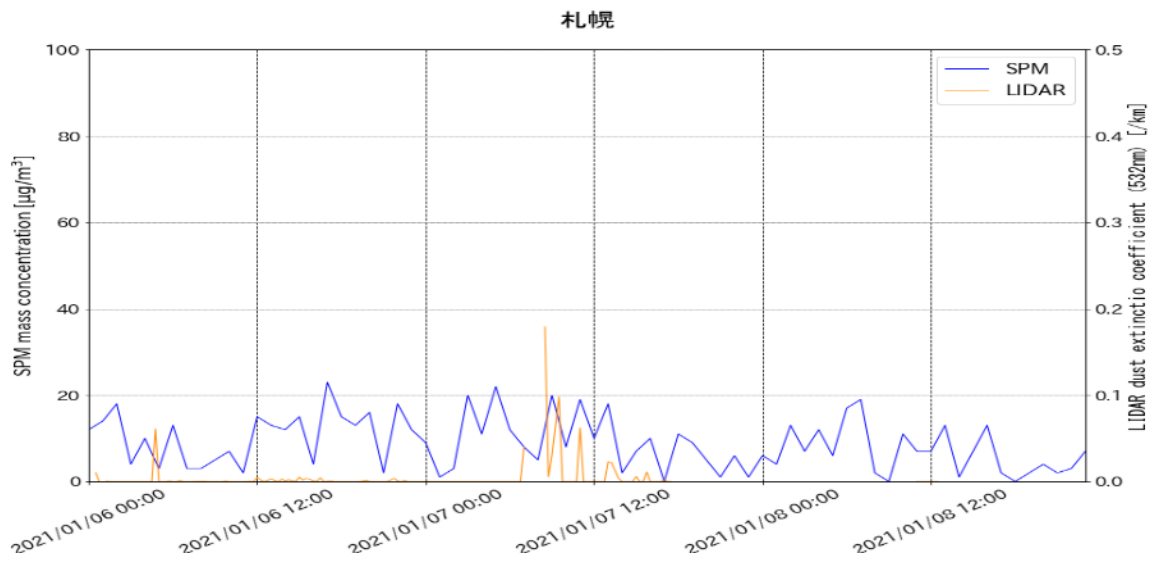
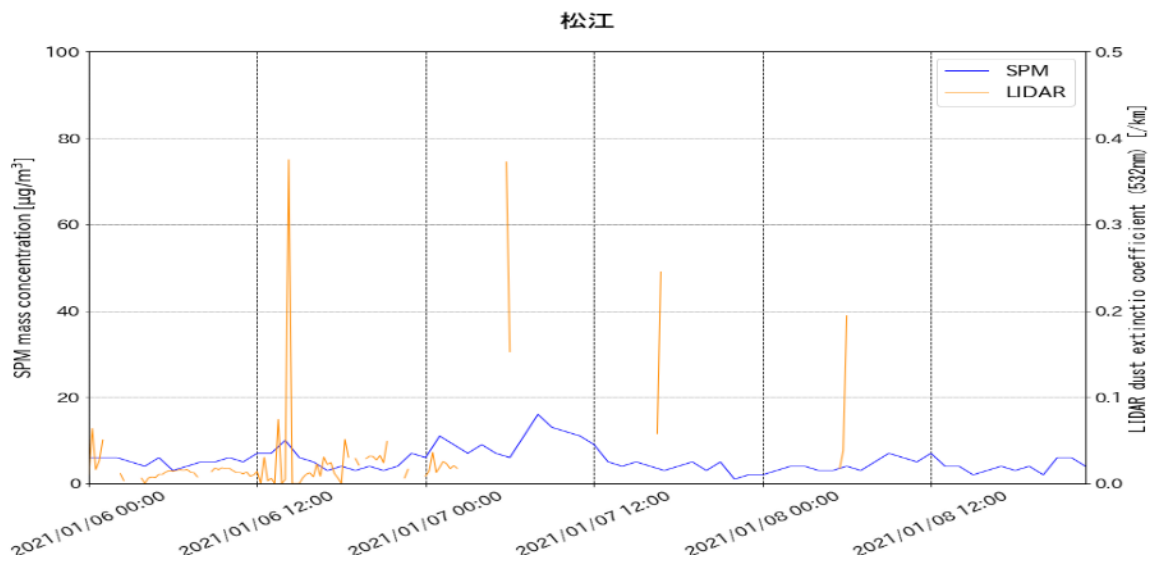
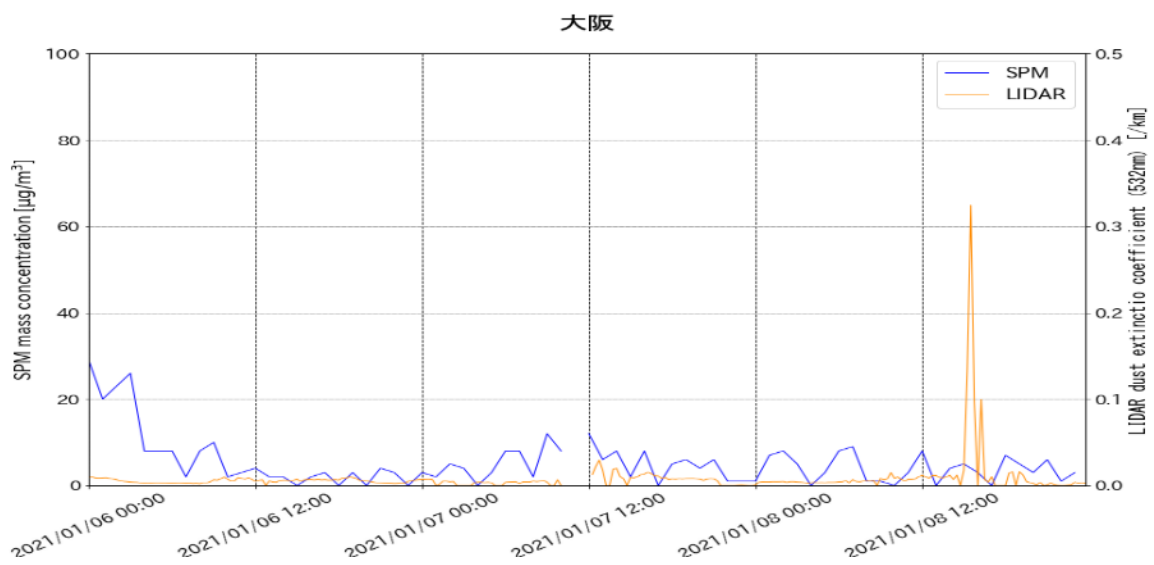
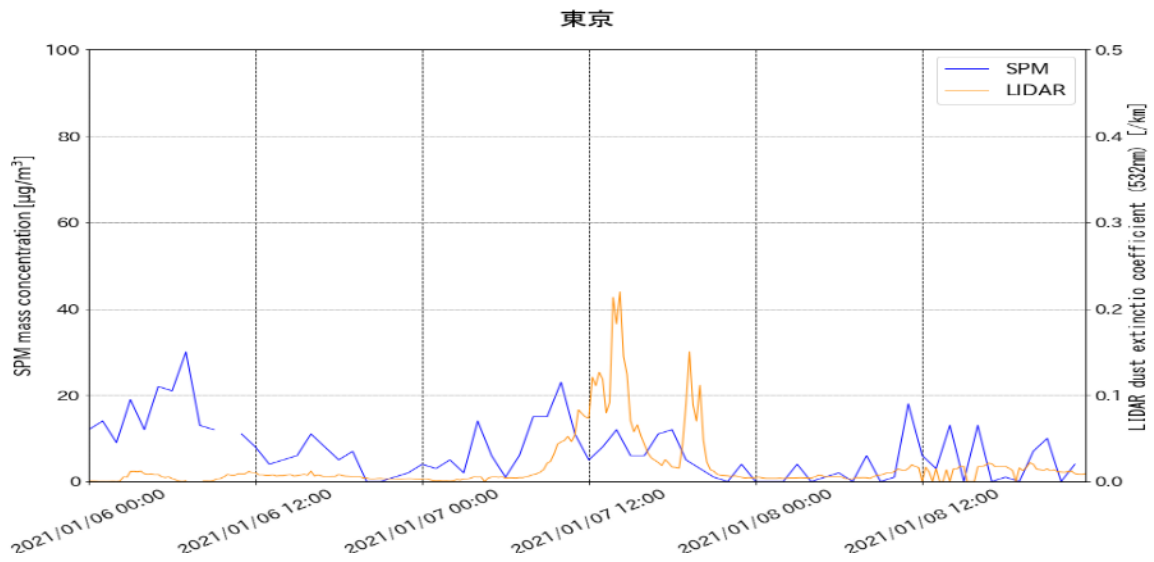


図 5-3-6-5 CFORS 予測結果





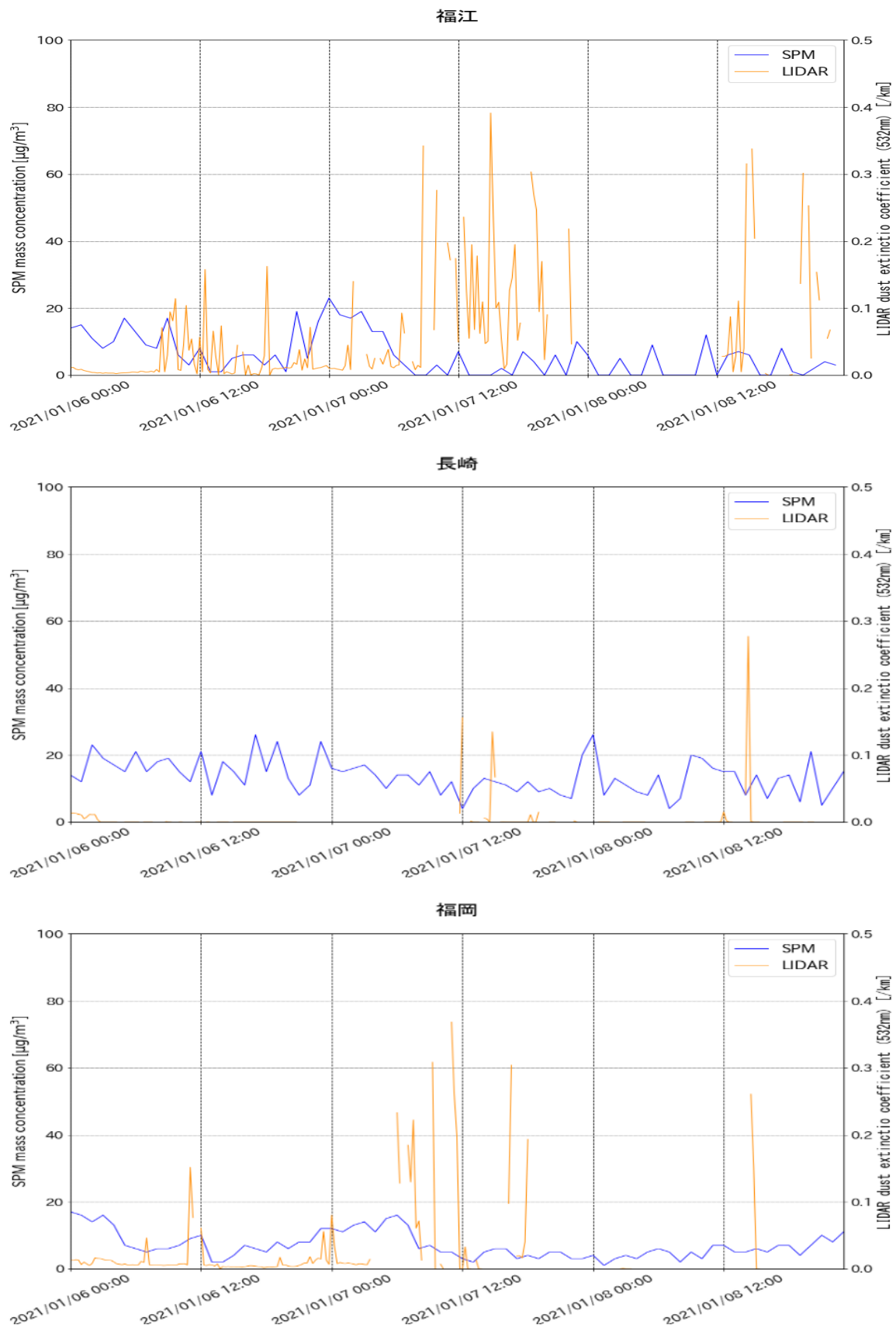


図 5-3-6-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化



2021/1/7

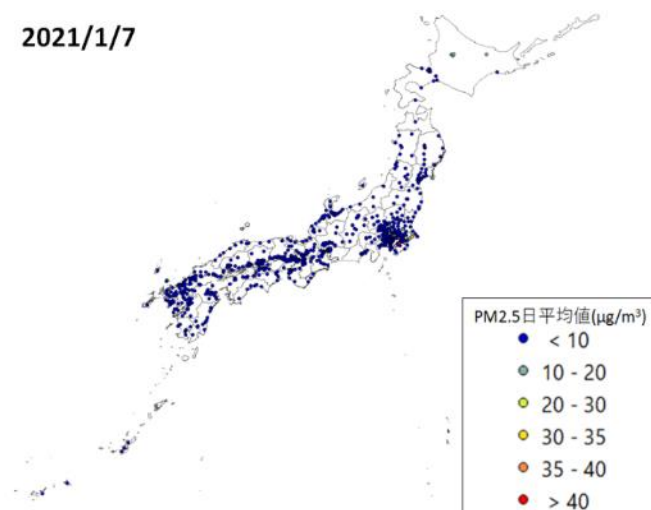


図 5-3-6-7 PM2.5 日平均値全国分布

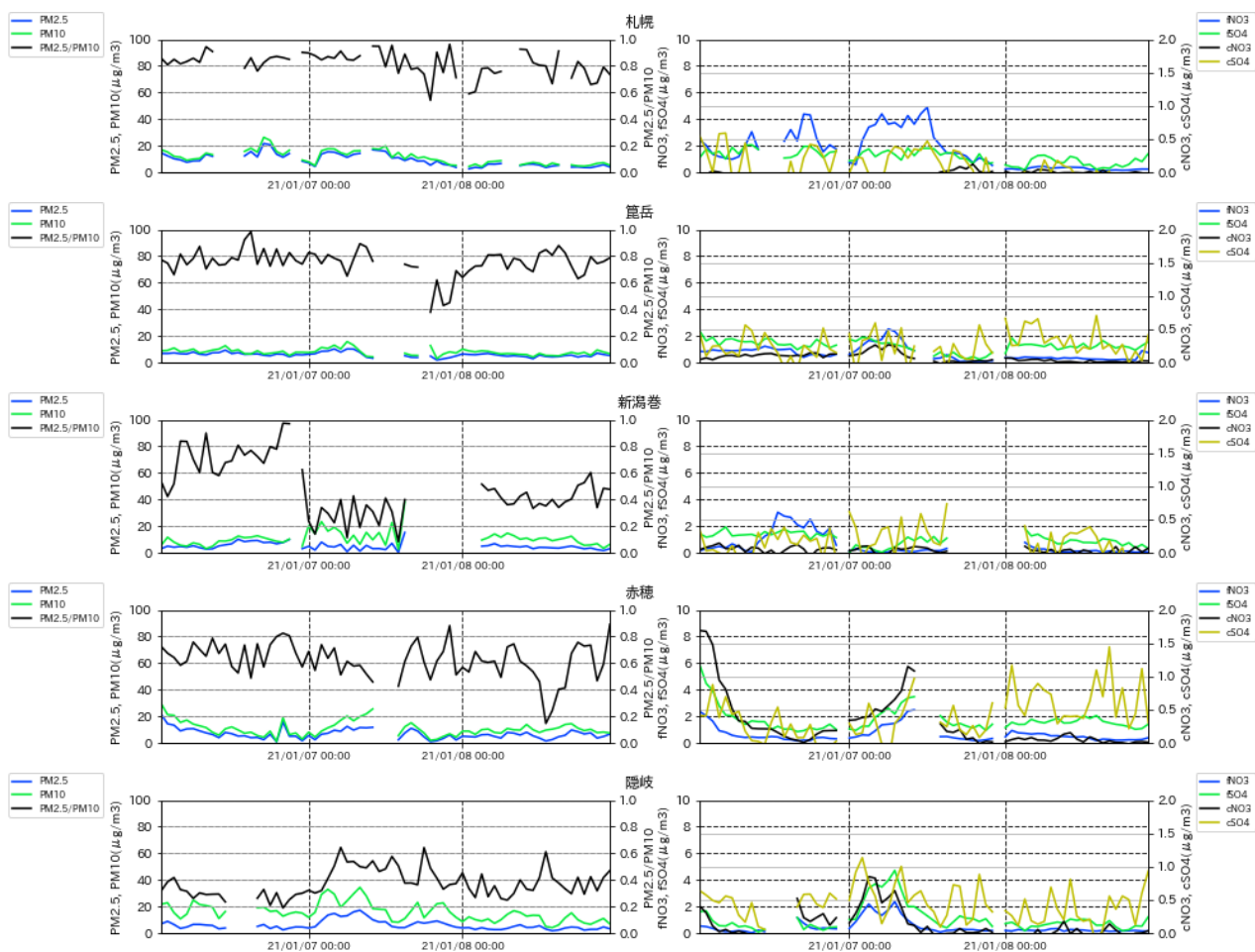


図 5-3-6-8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

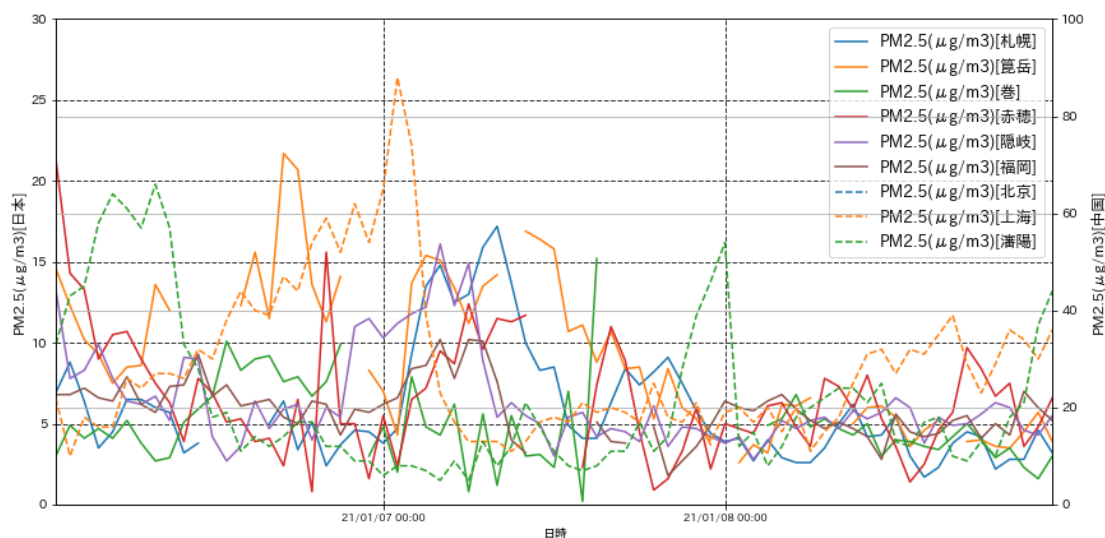


図 5-3-6-9 日本と中国での PM2.5 濃度

#### (7) 煙霧事例 7 2021 年 1 月 19 日

本事例は、2021 年 1 月 19 日に観測された煙霧で、全国に 12 地点で煙霧が観測された（表 5-3-7- 1、図 5-3-7- 1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-7- 3）、日本での煙霧観測日の前に大陸では同じく Haze 以外発生していない。このときの気流を後方流跡線で確認（図 5-3-7- 4）したところ、ほぼすべての流跡線で大陸からの経路となっている。一方、CFORS（図 5-3-7- 5）における予測結果は、中国東部からの Sulfate による日本への影響は小さいことが見て取れる。

図 5-3-7- 6 にライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化の比較を示す。黄砂消散係数は、札幌・仙台・新潟での気象（それぞれ雪・しゅう雨など）によると考えられるピークを除いては、低い値を保っていた。SPM 濃度も同様に低い傾向であった。

PM2.5 濃度は、全国的に濃度が低く  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下になる地点が多く観測された（図 5-3-7- 7）。

また、図 5-3-7- 8 から PM2.5/PM10 比は東京以外では低い値となっていない。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については札幌で  $\text{fNO}_3^-$  の若干の上昇は見られるもの顕著に高い値は見られない。

なお、瀋陽では、日本での煙霧が観測された 1 月 19 日の午前に約  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える高濃度の PM2.5 が数時間継続している（図 5-3-7- 9）。

以上から、本事例は、大陸からの自然起源の影響の少ない事例と思われる。

表 5-3-7- 1 煙霧観測地点

| 日付        | 地点数 | 観測地点名 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 2021/1/19 | 12  | 網走    | 秋田 | 函館 | 仙台 | 福島 | 熊谷 | 釧路 | 新潟 | 金沢 | 稚内 |
|           |     | 札幌    | 青森 |    |    |    |    |    |    |    |    |

2021年1月19日

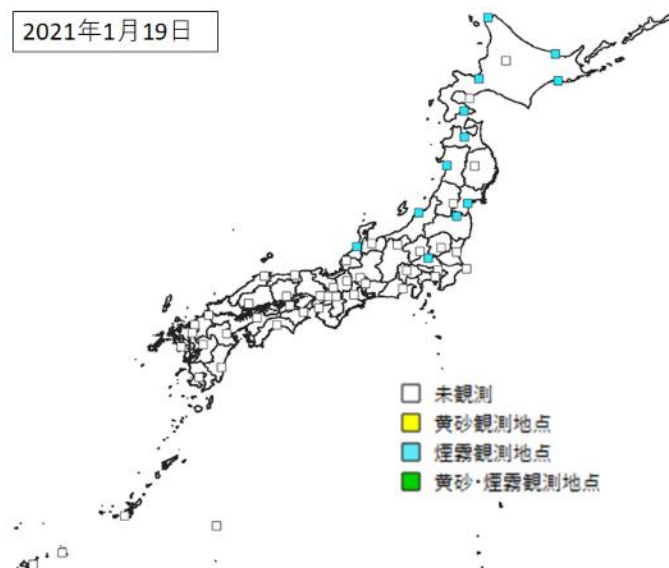
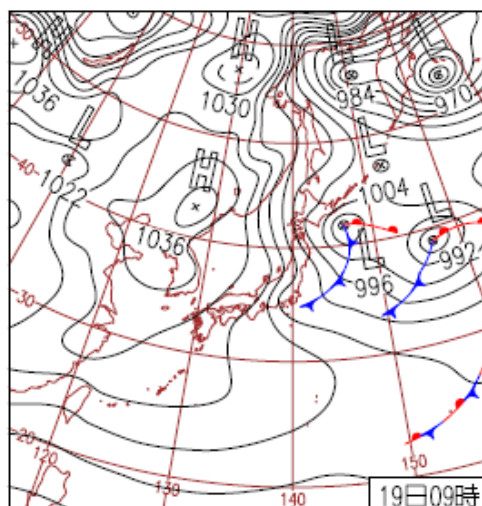


図 5-3-7-1 煙霧観測地点



**19日(火)冬型の気圧配置強まる**

北陸の上空約1500mには-12℃以下の強い寒気が入り、山陰以北の日本海側を中心に雪。新潟県関山で日降雪量56cm。九州・四国や東日本太平洋側は概ね晴れ。福井市でウメ開花。

図 5-3-7-2 天気図

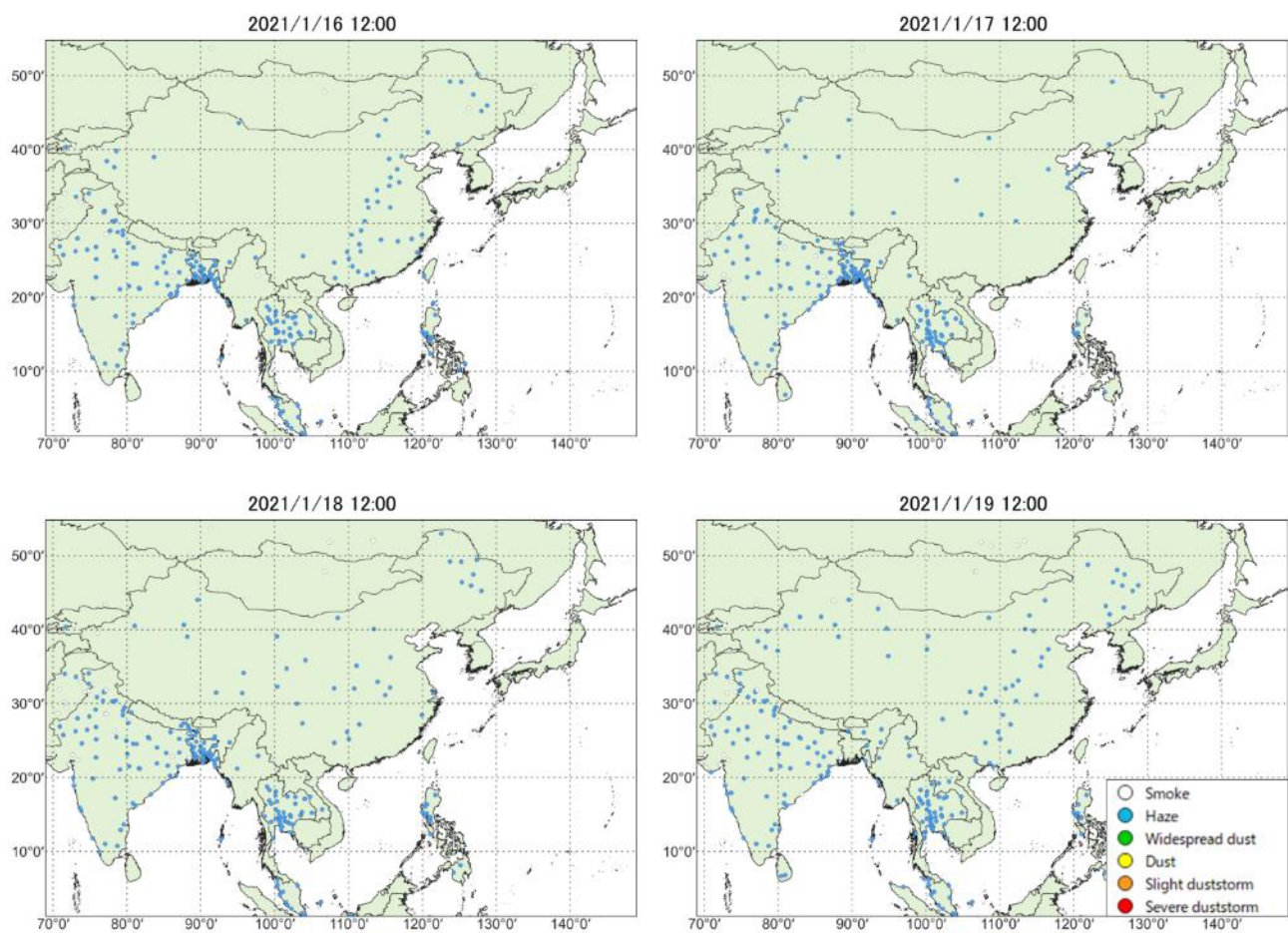


图 5-3-7-3 砂塵嵐発生状況



2021 0119

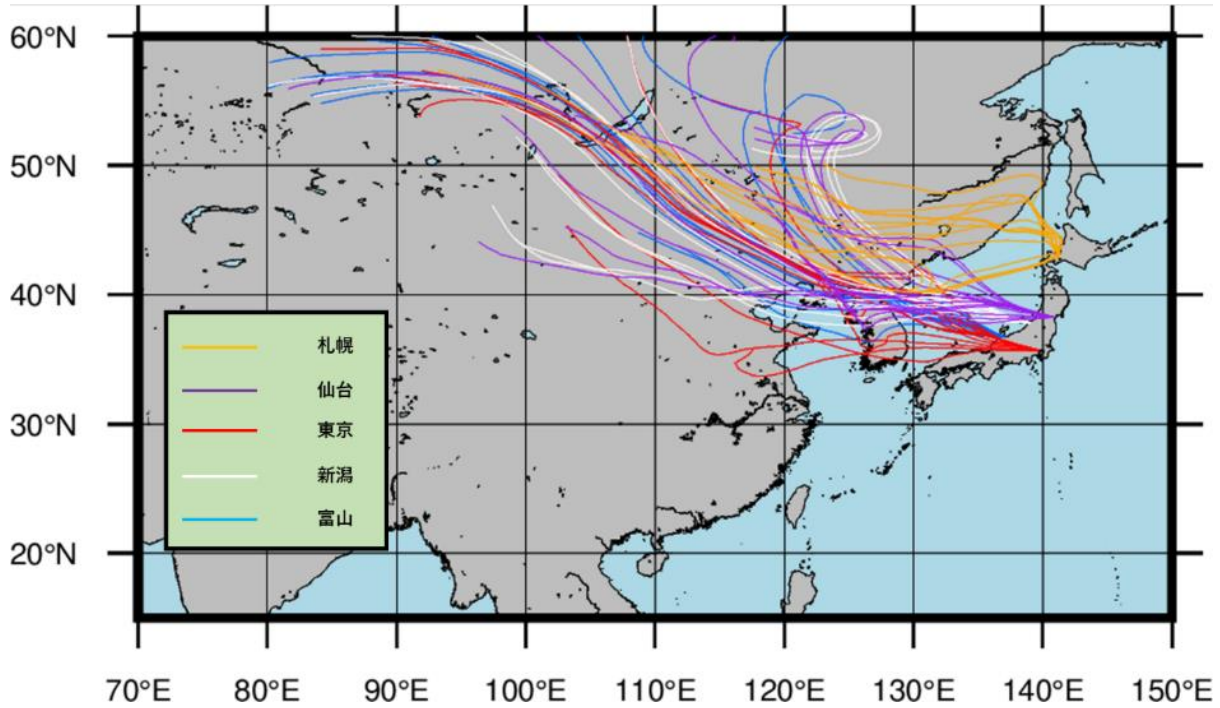


図 5-3-7-4 後方流跡線 (72 時間前より)

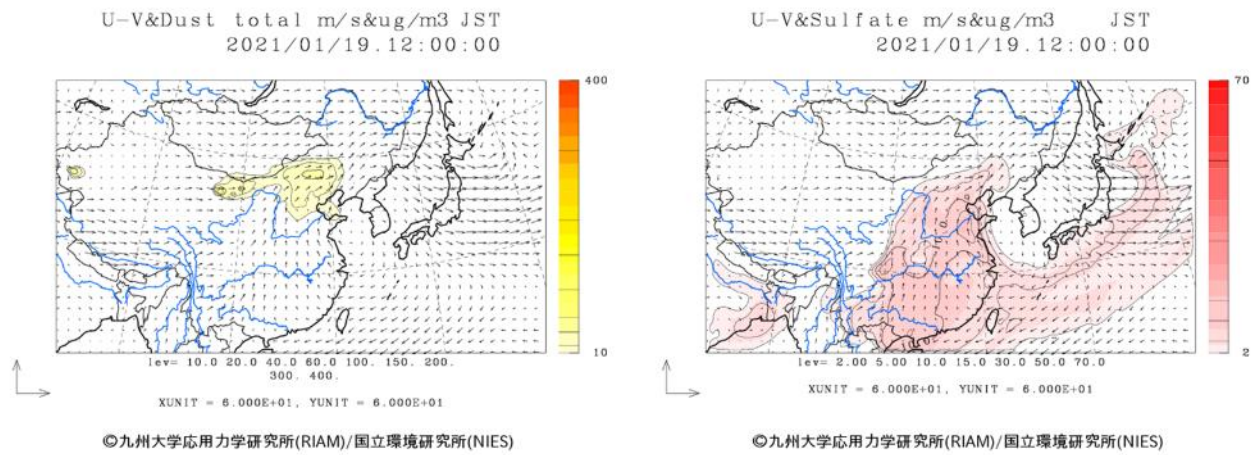
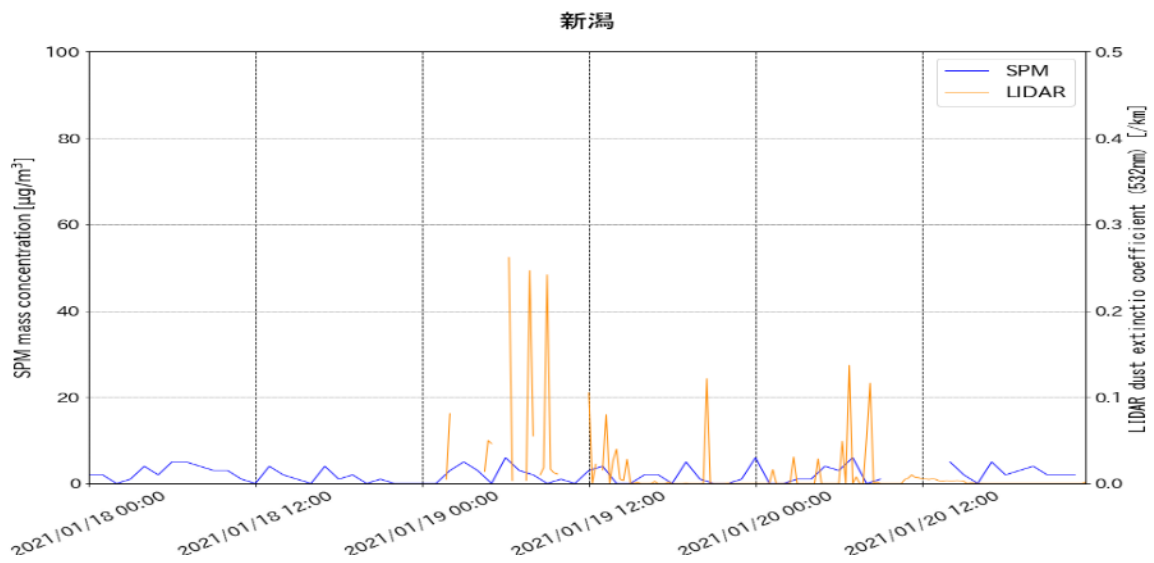
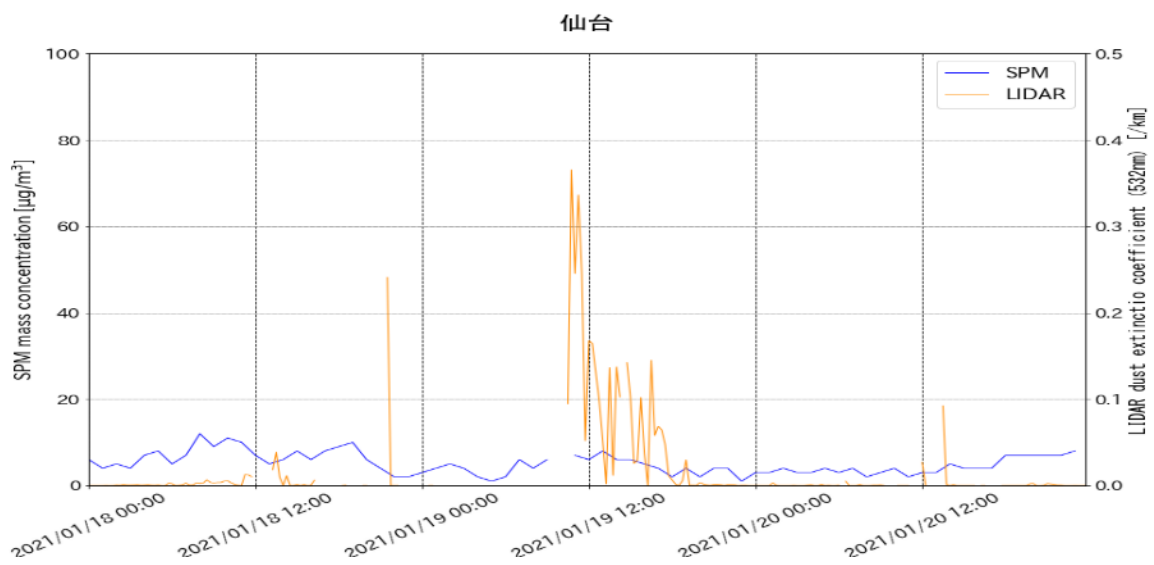
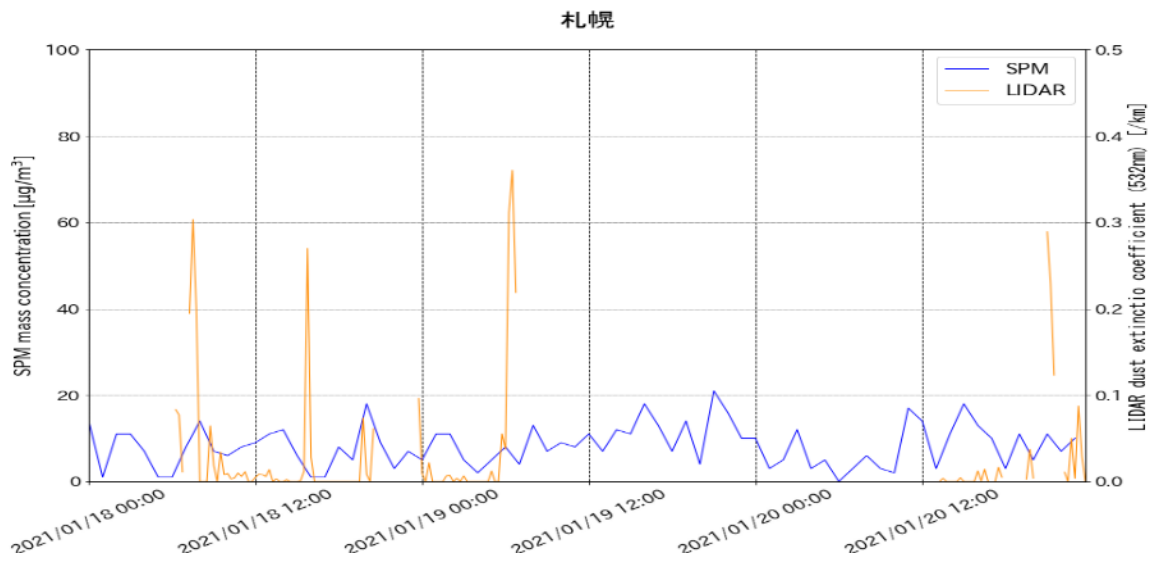


図 5-3-7-5 CFORS 予測結果



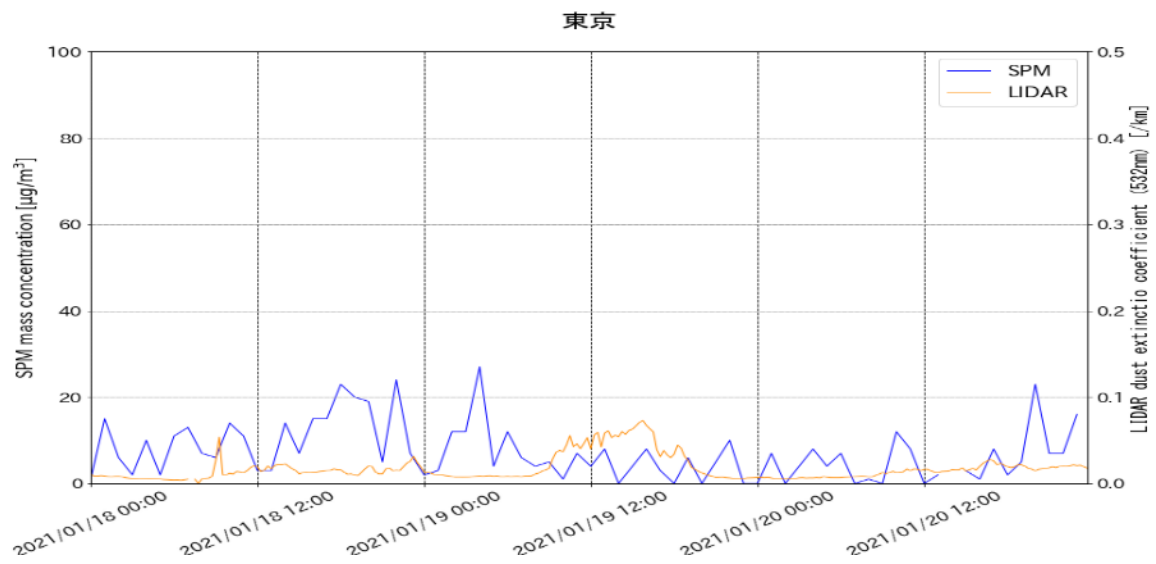


図 5-3-7-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化

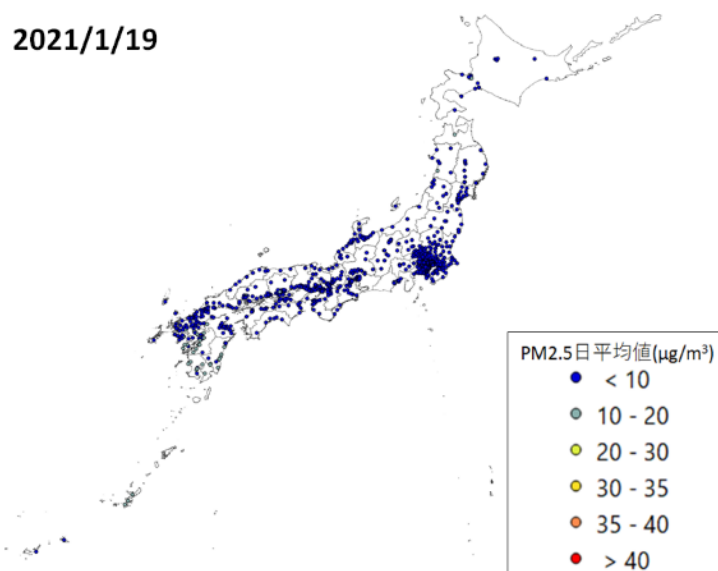


図 5-3-7-7 PM2.5 日平均値全国分布

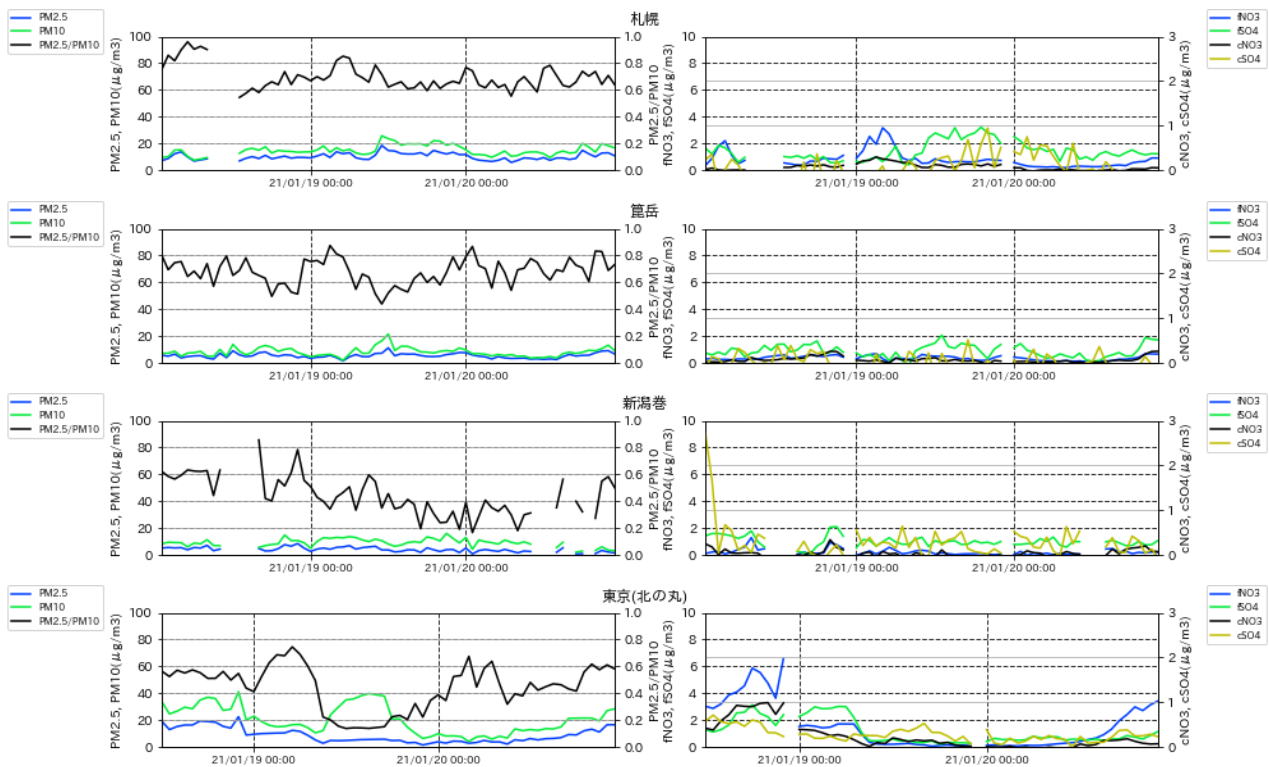


図 5-3-7-8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

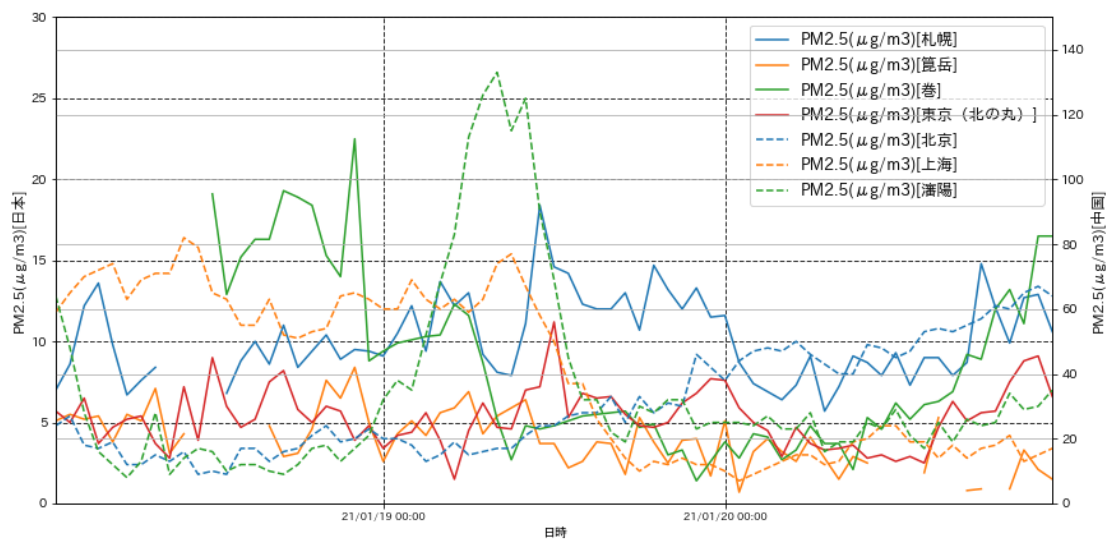


図 5-3-7-9 日本と中国での PM2.5 濃度

#### (8) 煙霧事例 8 2021 年 2 月 2 日～2 月 3 日

本事例は、2021 年 2 月 2 日から 3 日に観測された煙霧で、2 月 2 日に 16 地点、3 日に 10 地点、主に日本海側で煙霧が観測された（表 5-3-8-1、図 5-3-8-1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-8-3）、日本での煙霧観測日の前に大陸では同じく Haze 以外発生していない。このときの気流を後方流跡線で確認（図 5-3-8-4）したところ、ほぼすべての流跡線で



大陸からの経路となっている。CFORS（図 5-3-8- 5）においても、Dust 及び Sulfate が中国東部から日本へ影響を及ぼしている様子が示されている。

ライダー黄砂消散係数および SPM 濃度の経時変化の比較は、図 5-3-8- 6 に示した通りである。札幌における黄砂消散係数の変化は、気象条件（雪）によるものと考えられる。小規模な変化ではあるが、2 月 2 日の正午頃に、大阪・長崎・福岡において、黄砂消散係数と SPM 濃度の増減がほぼ同時に起こっている様子が見て取れる。

PM2.5 濃度は、西日本の一部地点で  $30\sim 35\mu\text{g}/\text{m}^3$  となる地点が多くあったが、全国的に濃度が低く、 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下となる地点が多くあった。（図 5-3-8- 7）。

また、図 5-3-8- 8 から PM2.5/PM10 比は新潟で 2 月 2 日 0:00 からの減少により低くなっている以外、では高い値となっている。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については 2 月 2 日の未明に隠岐や福岡で大きな値となっているが、その他の地点、時間帯では顕著に高い値は見られない。

なお、瀋陽では、日本での煙霧が観測された煙霧観測日の前日 2 月 1 日午前と 2 月 3 日の午前に約  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える高濃度の PM2.5 が数時間継続している（図 5-3-8- 9）。

以上から、本事例は、大陸からの砂塵嵐関連の原因ではないと思われる事例である。

表 5-3-8- 1 煙霧観測地点

| 日付       | 地点数 | 観測地点名 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 2021/2/2 | 16  | 松江    | 下関 | 金沢 | 鳥取 | 大分 | 長崎 | 佐賀 | 熊本 | 福井 | 網走 |
|          |     | 青森    | 稚内 | 室蘭 | 盛岡 | 秋田 | 旭川 |    |    |    |    |
| 2021/2/3 | 10  | 稚内    | 札幌 | 松江 | 秋田 | 青森 | 旭川 | 網走 | 室蘭 | 函館 | 金沢 |

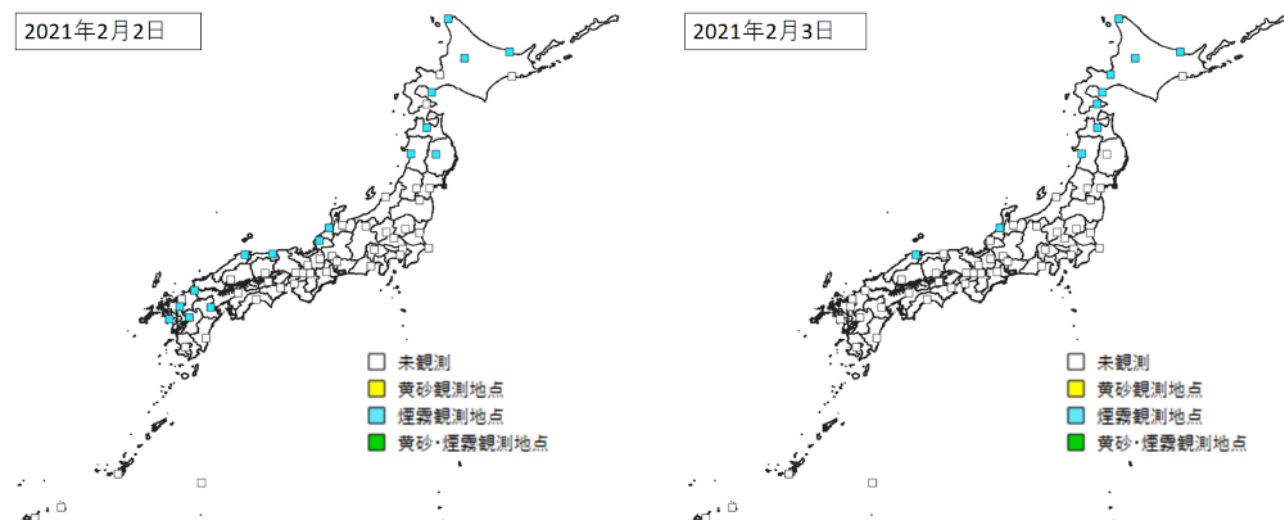
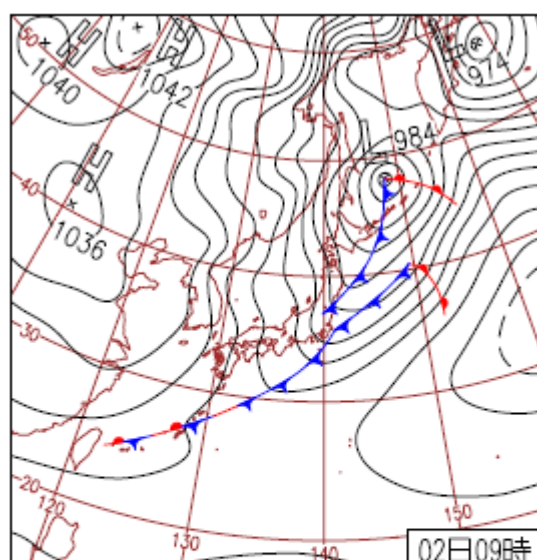
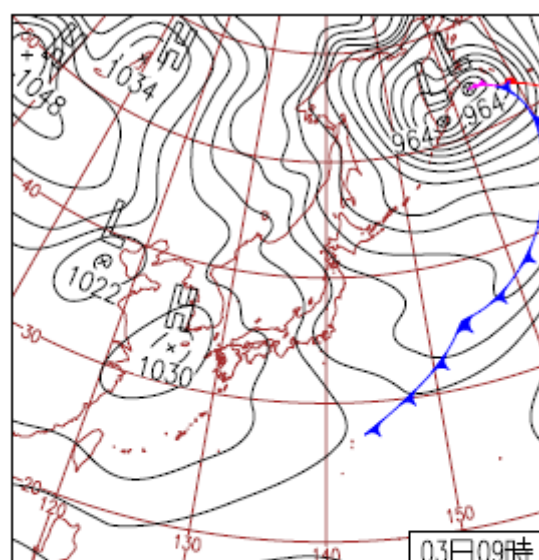


図 5-3-8- 1 煙霧観測地点



#### 2日(火)午後は冬型の気圧配置

オホーツク海の低気圧からのびる前線が北日本を通過後、冬型の気圧配置に。東～北日本の日本海側は雪や雨。西日本や東日本太平洋側は本州南岸の前線の影響で午前中は雨。



#### 3日(水)佐賀市ウメ開花

日本付近は冬型の気圧配置で、山陰から北の日本海側は雪、太平洋側や沖縄は晴れ。山形県肘折の日降雪量54cm。北日本中心に気温が低く、最高気温が平年より6℃以上低い所も。

図 5-3-8-2 天気図

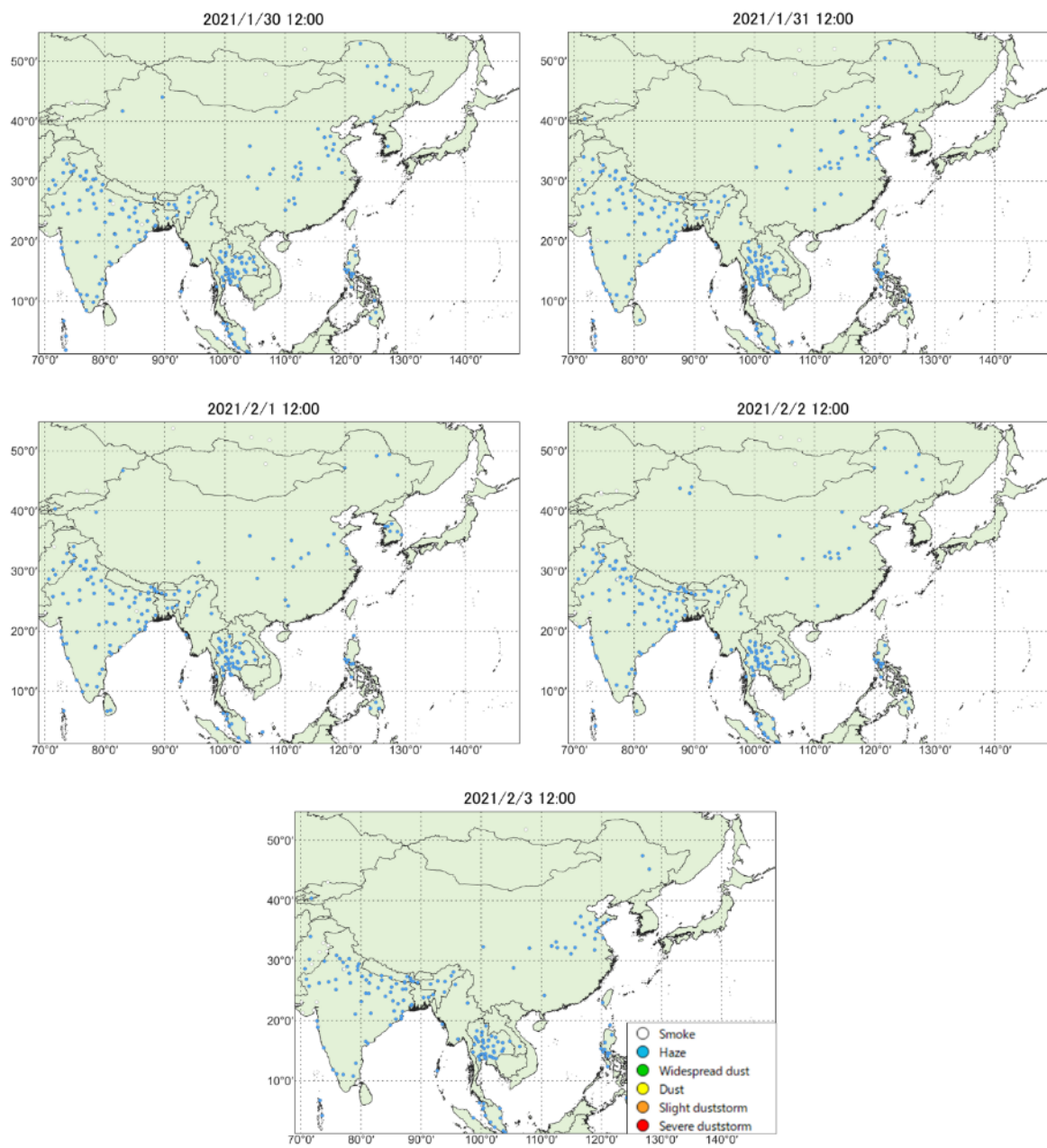


図 5-3-8-3 砂塵嵐発生状況

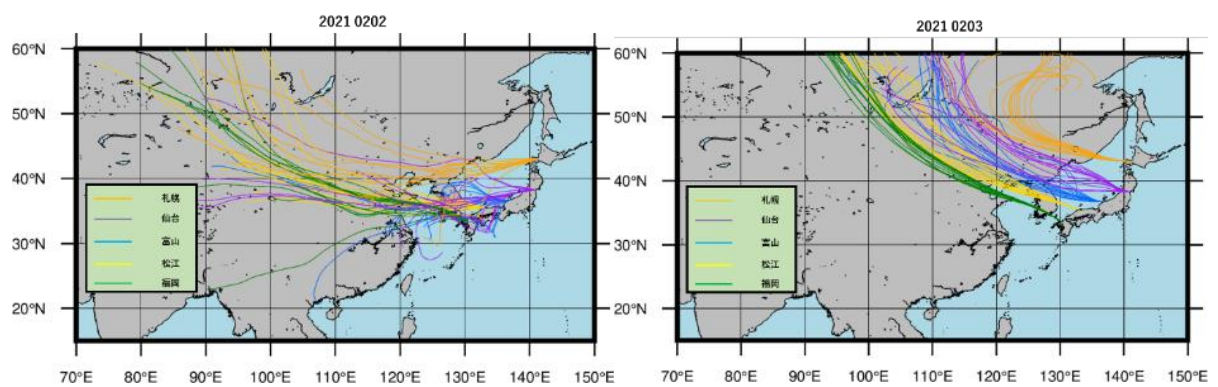


図 5-3-8-4 後方流跡線 (72 時間前より)



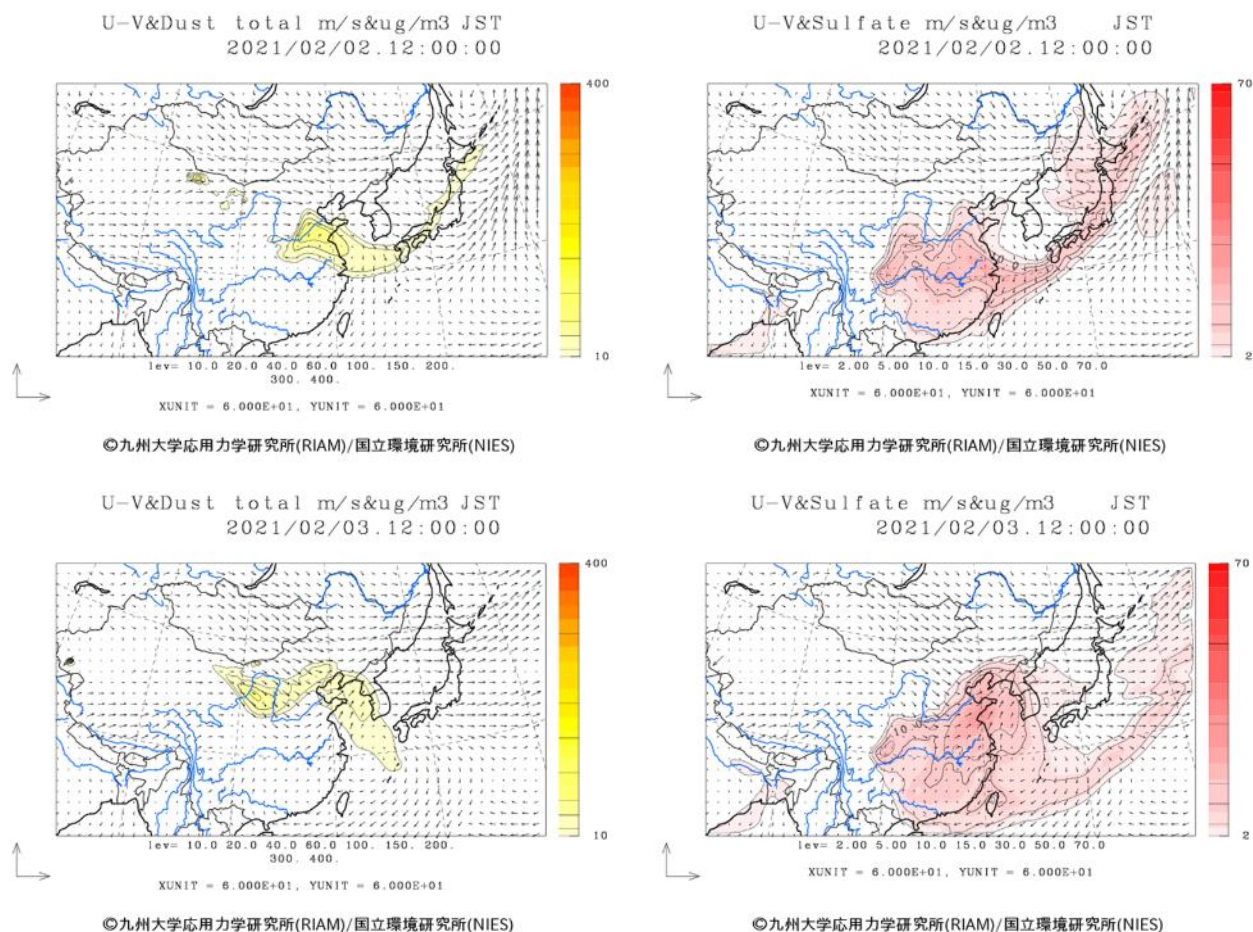
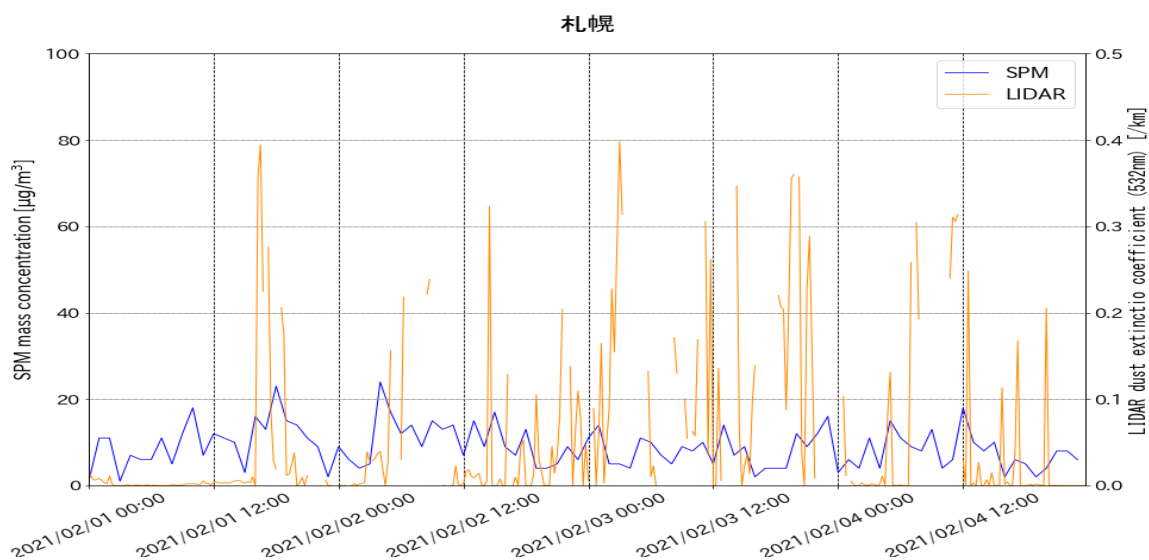
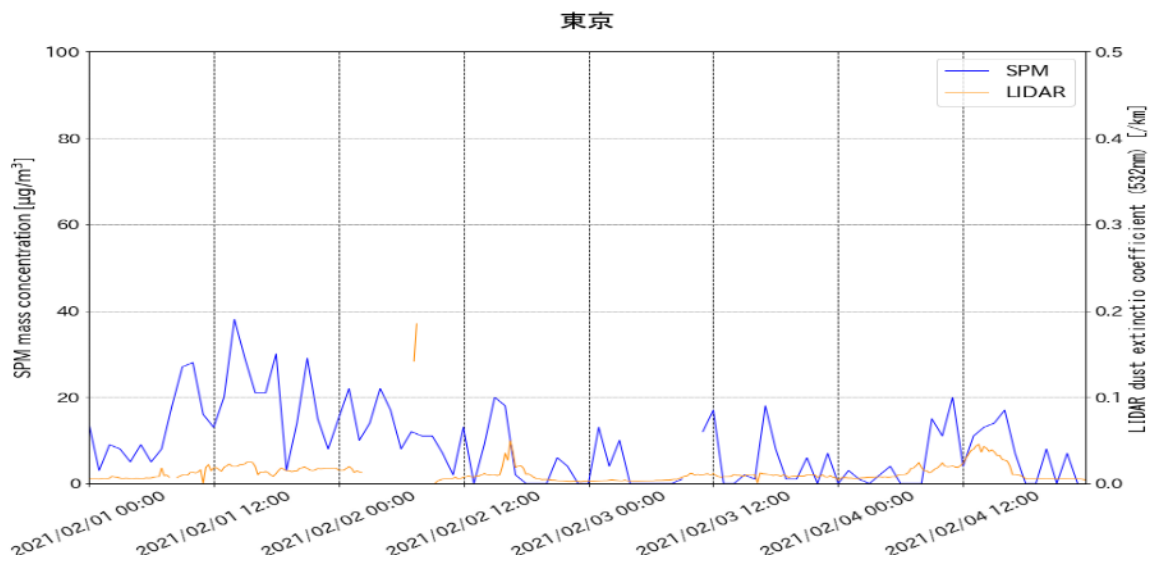
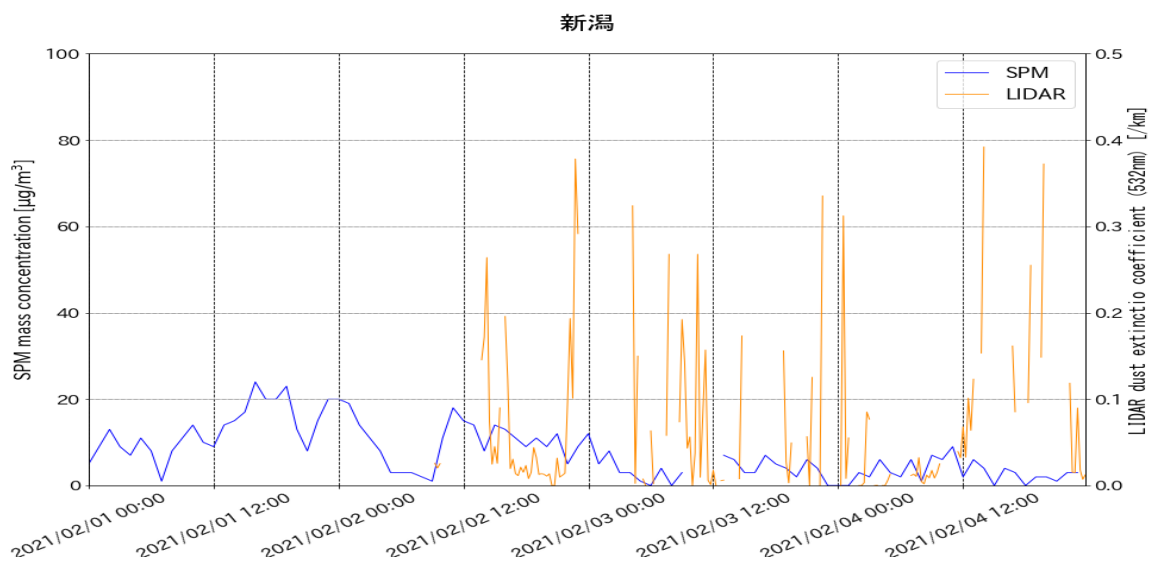
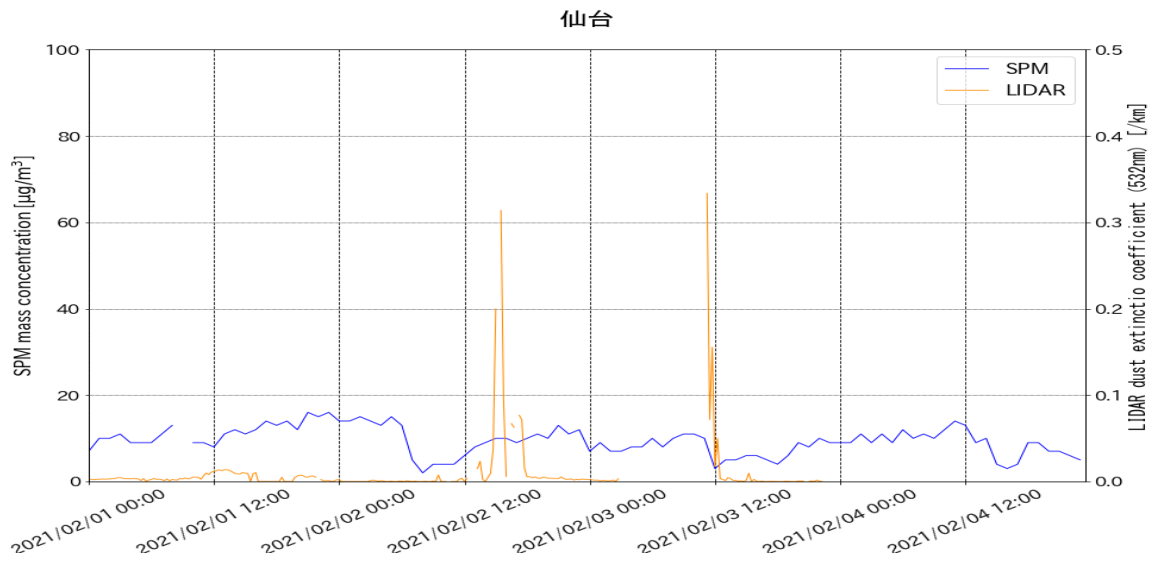
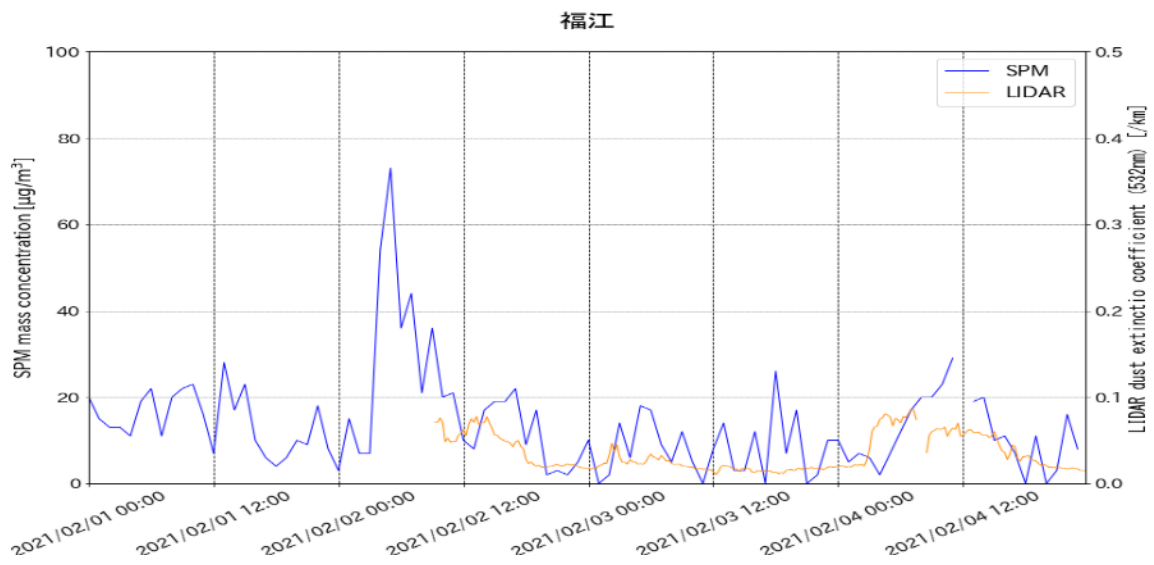
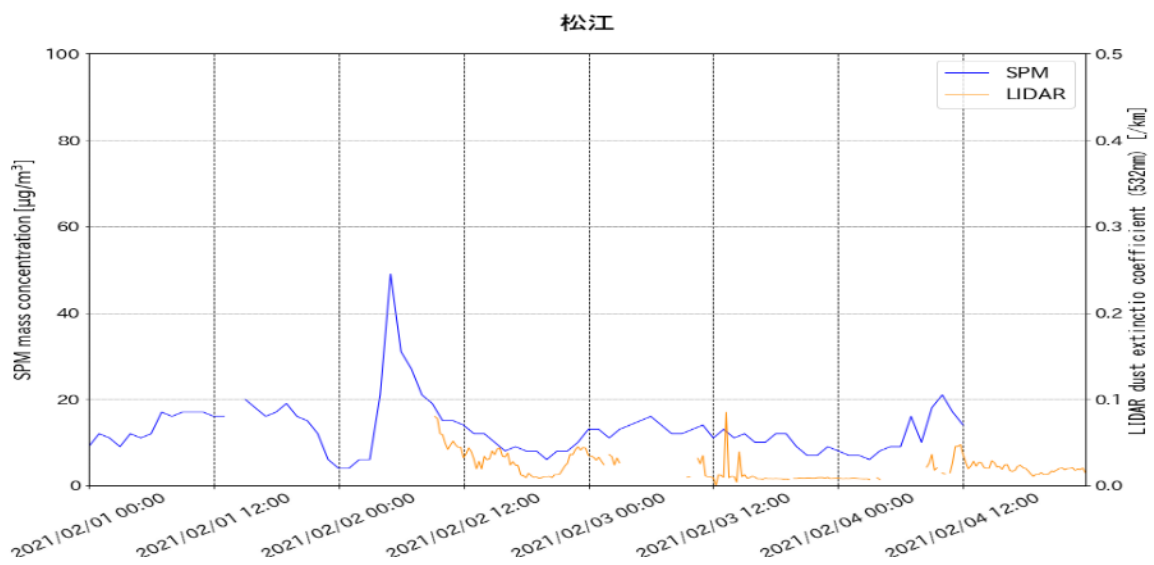
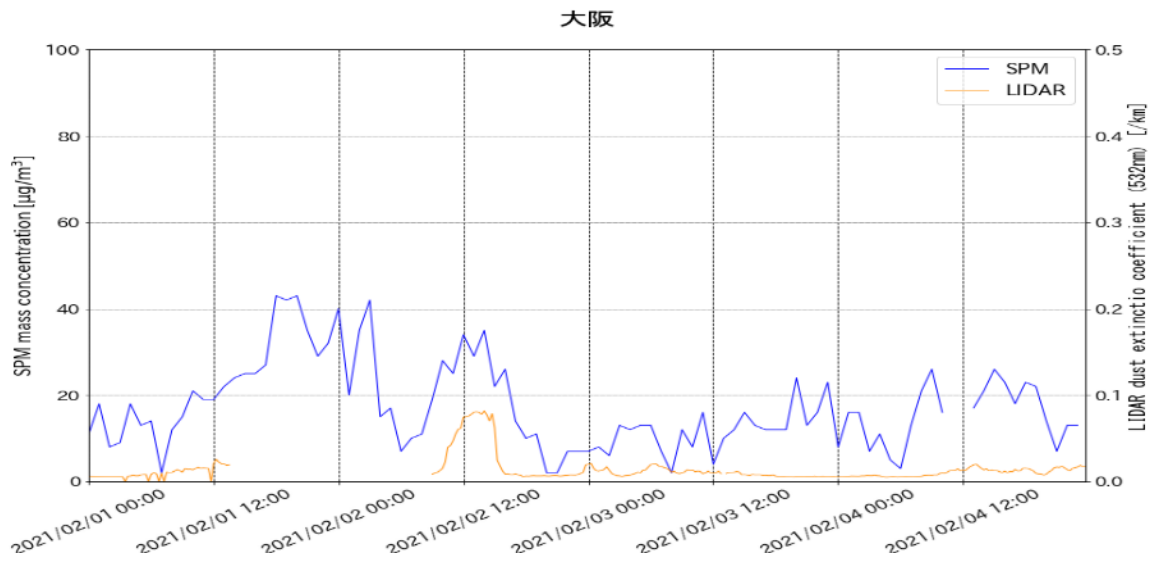


図 5-3-8- 5 CFORS 予測結果









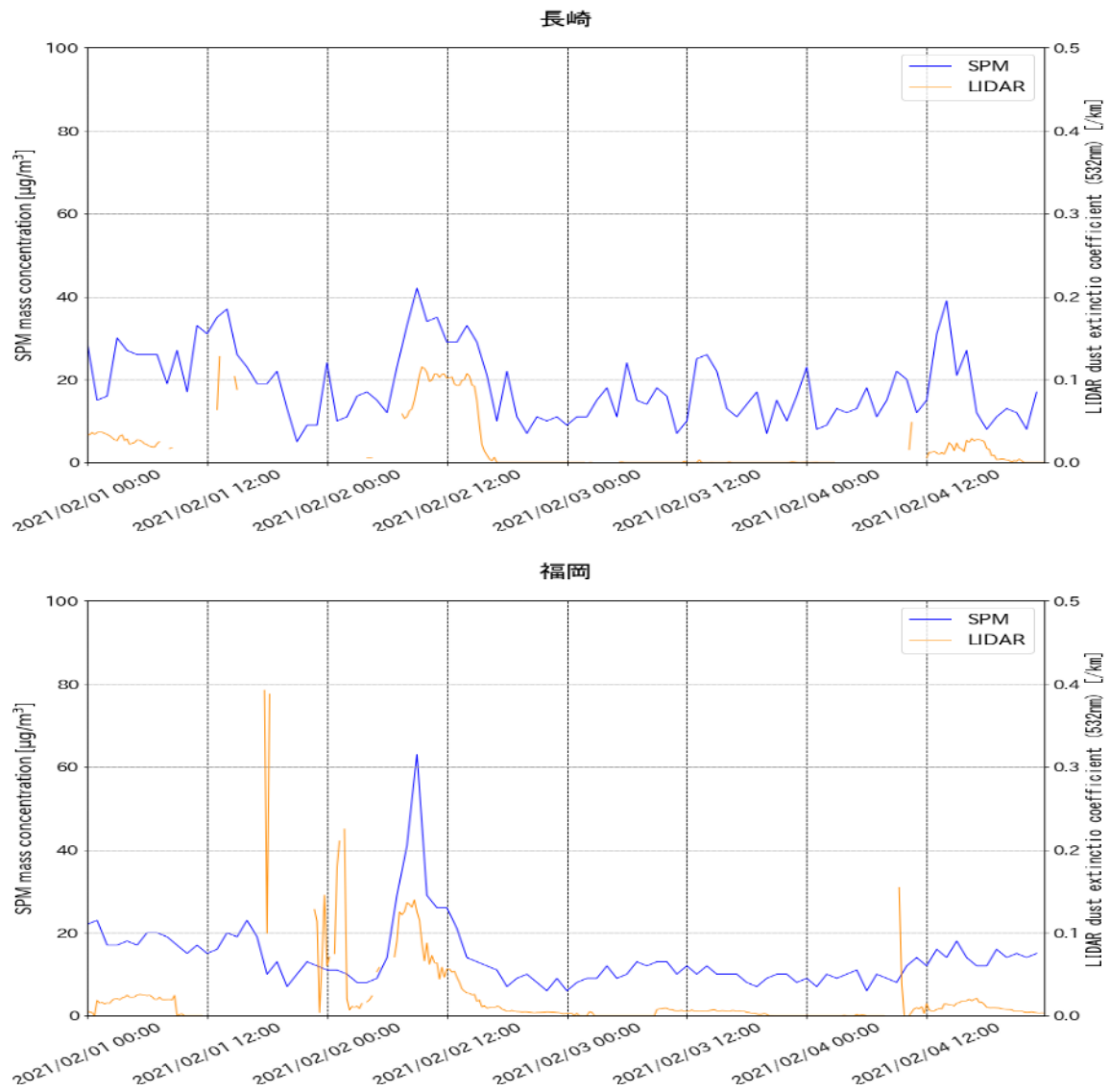


図 5-3-8-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化

2021/2/2

2021/2/3

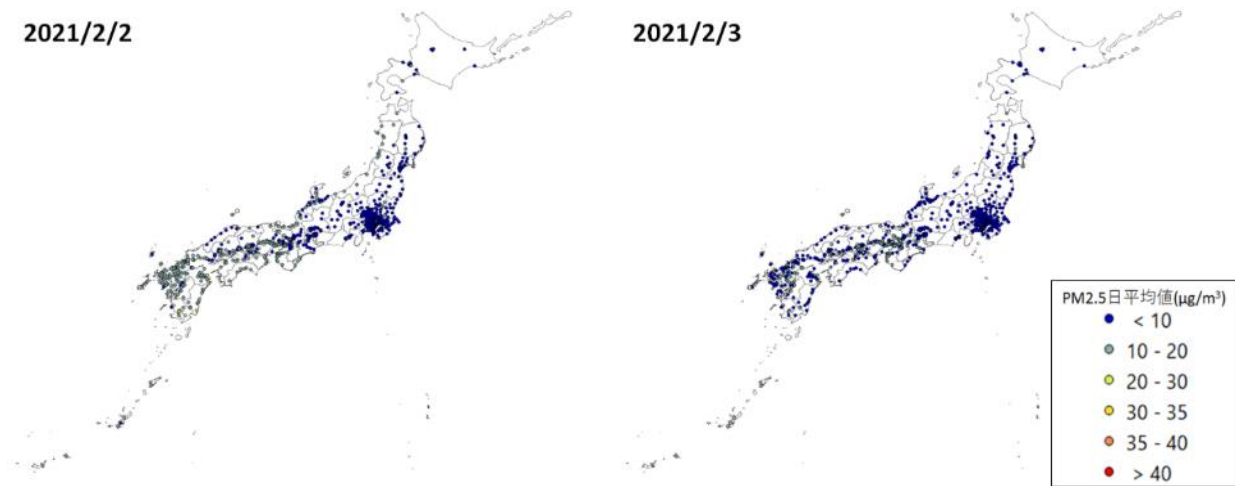


図 5-3-8-7 PM2.5 日平均値全国分布

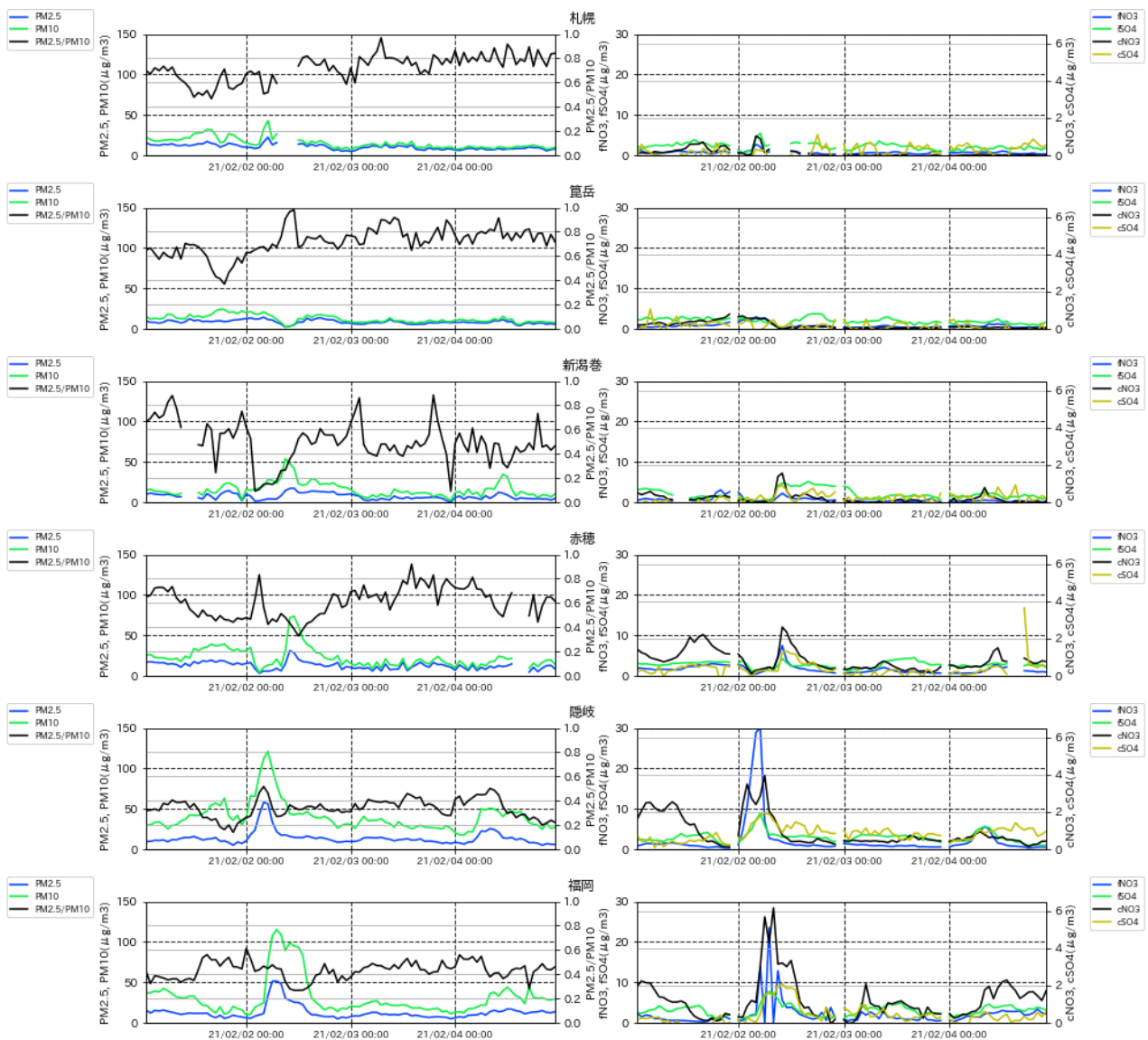


図 5-3-8-8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

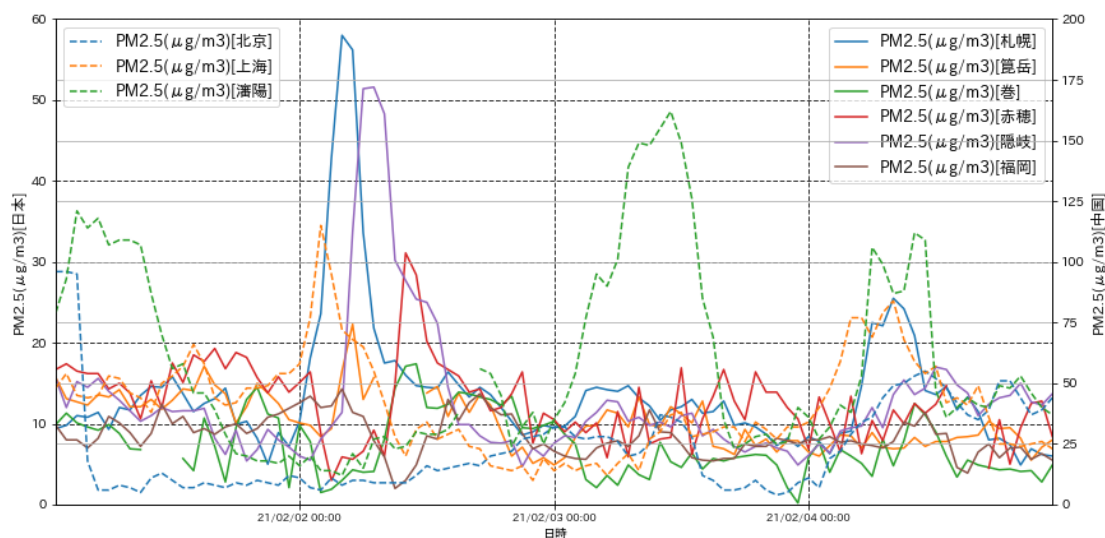


図 5-3-8-9 日本と中国での PM2.5 濃度

#### (9) 煙霧事例 9 2021 年 2 月 7 日～2 月 8 日

本事例は、2021 年 2 月 7 日から 8 日に観測された煙霧で、2 月 7 日に 20 地点、8 日に 13 地点で煙霧が観測された（表 5-3-9-1、図 5-3-9-1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-9-3）、2 月 4 日はモンゴルの南部、東部で Dust、Slight duststorm が発生している。このときの気流を後方流跡線で確認したところ（図 5-3-9-4）、札幌以外からさかのぼるすべての流跡線で日本の西方、大陸からの経路で、Dust、Slight duststorm の発生源を通っているように見える。さらに CFORS（図 5-3-9-5）においても、Dust および Sulfate が日本全域に影響を及ぼしている様子が示されている。

図 5-3-9-6 にライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化の比較を示す。2 月 7 日午前から正午にかけて、西日本の各地点で SPM 濃度が上昇し、やや遅れて大阪でも SPM 濃度が上昇したことが見て取れる。黄砂消散係数もわずかではあるが、ほぼ同時にやや上昇する傾向が見られる。なお新潟はこの期間、雨及び雪であったため、黄砂消散係数に多数のピークが表れていると考えられる。

PM2.5 濃度は、2 月 7 日は西日本の一部地点で 20～35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  となる地点が多くあり、島根県では環境基準を超える地点が観測された。西日本では濃度が低く、10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下となる地点が多くあったが、翌 8 日は西日本でも濃度が下がり、全国的に低い値となった（図 5-3-9-7）。

また、図 5-3-9-8 から PM2.5/PM10 比に顕著な減少は見られない。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については 2 月 7 日の昼ころから名古屋、大阪、福岡で上昇し、8 日昼頃には上昇前の状態に戻っている。新潟では  $\text{cSO}_4^{2-}$  で 2 月 8 日昼頃にピークを持つ高い値が見られる。

なお、瀋陽では、日本での煙霧が観測された 2 月 7 日の前日に 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える高濃度の PM2.5 が数時間継続している（図 5-3-9-9）。

以上から、本事例は、大陸からの Dust、Slight duststorm の影響の及んだ煙霧事例であると思われる。



表 5-3-9-1 煙霧観測地点

| 日付       | 地点数 | 観測地点名 |    |    |    |    |    |     |    |     |    |
|----------|-----|-------|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|
| 2021/2/7 | 20  | 松江    | 下関 | 函館 | 長崎 | 福岡 | 佐賀 | 金沢  | 富山 | 京都  | 鳥取 |
|          |     | 彦根    | 松山 | 津  | 奈良 | 大分 | 神戸 | 岡山  | 青森 | 和歌山 | 徳島 |
| 2021/2/8 | 13  | 下関    | 神戸 | 津  | 奈良 | 松山 | 稚内 | 和歌山 | 宮崎 | 秋田  | 室蘭 |
|          |     | 函館    | 札幌 | 新潟 |    |    |    |     |    |     |    |

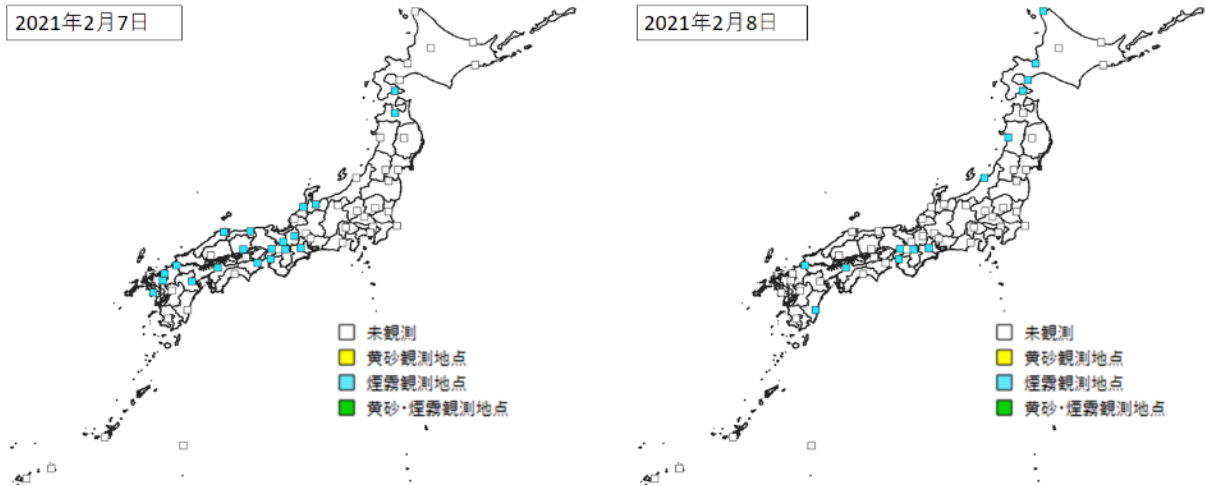


図 5-3-9-1 煙霧観測地点

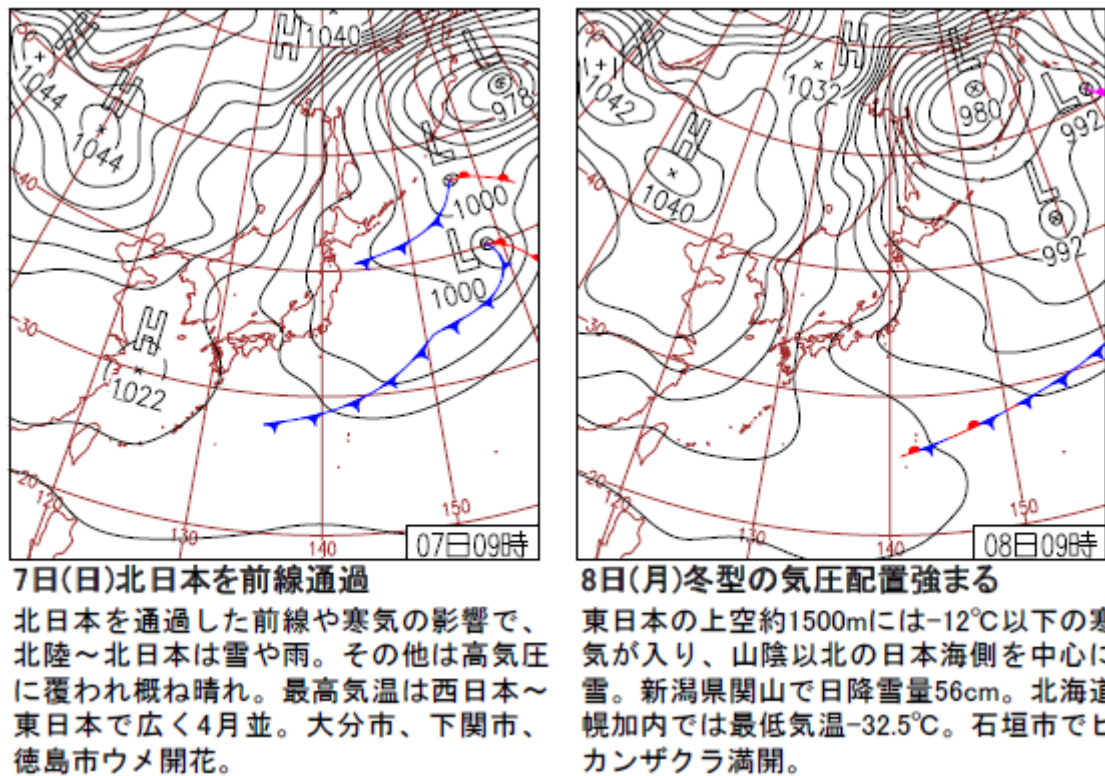


図 5-3-9-2 天気図

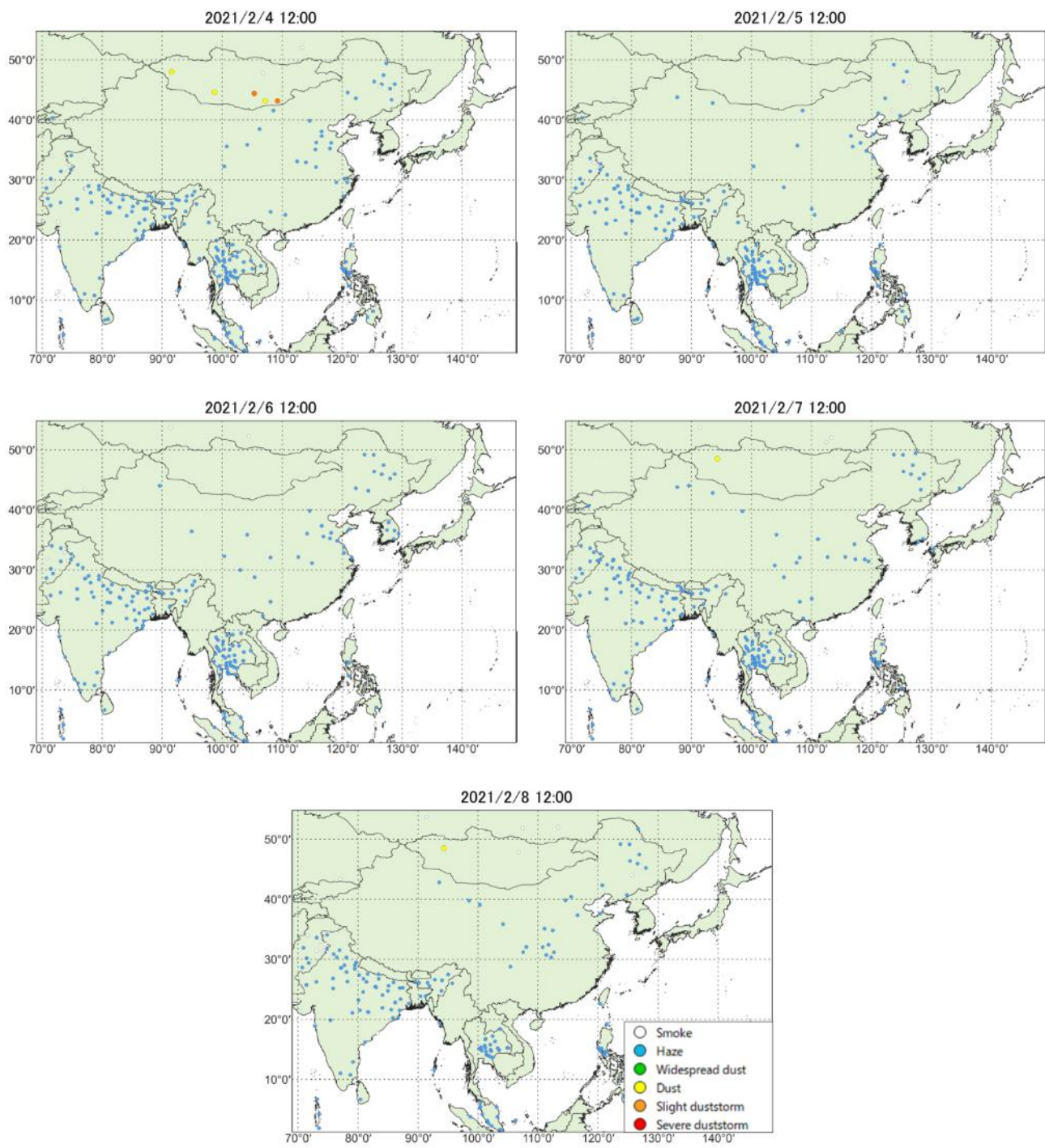


図 5-3-9-3 砂塵嵐発生状況



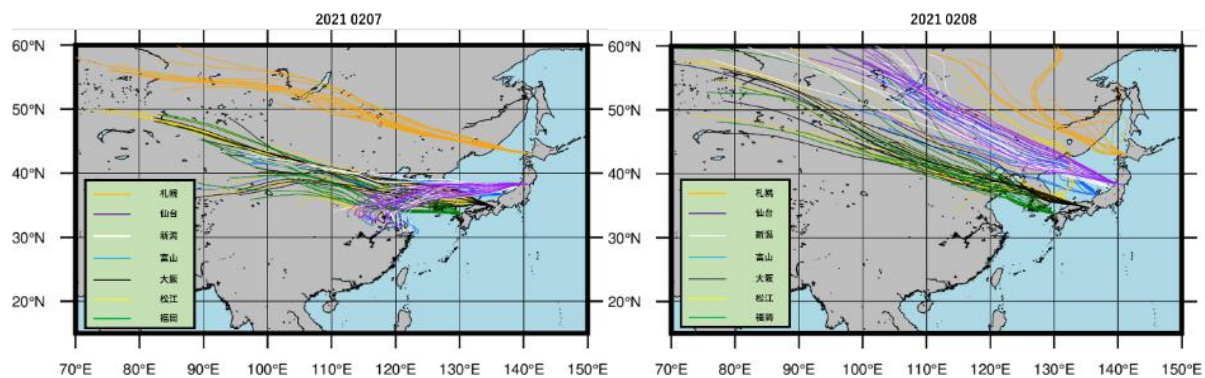


図 5-3-9- 4 後方流跡線（72 時間前より）

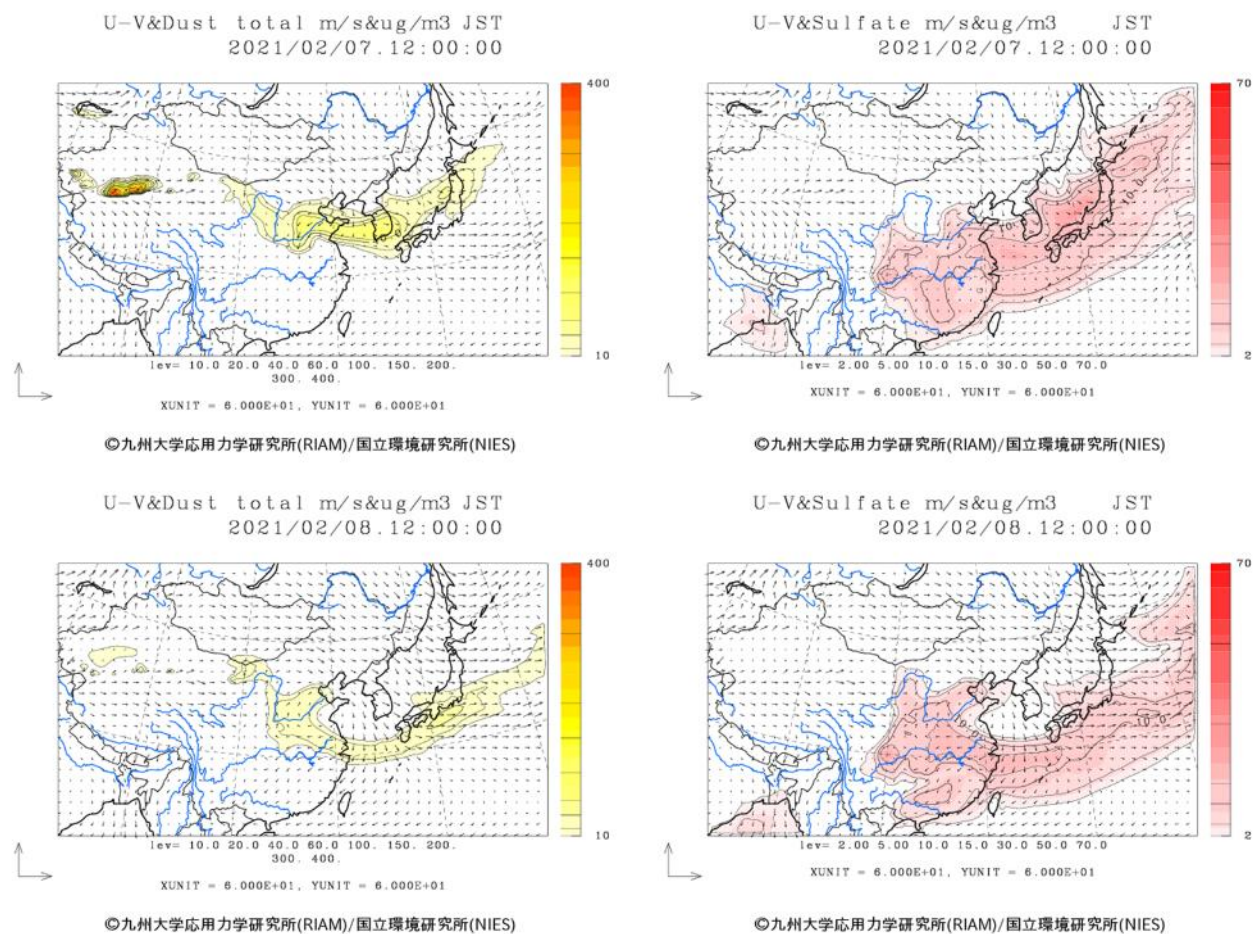
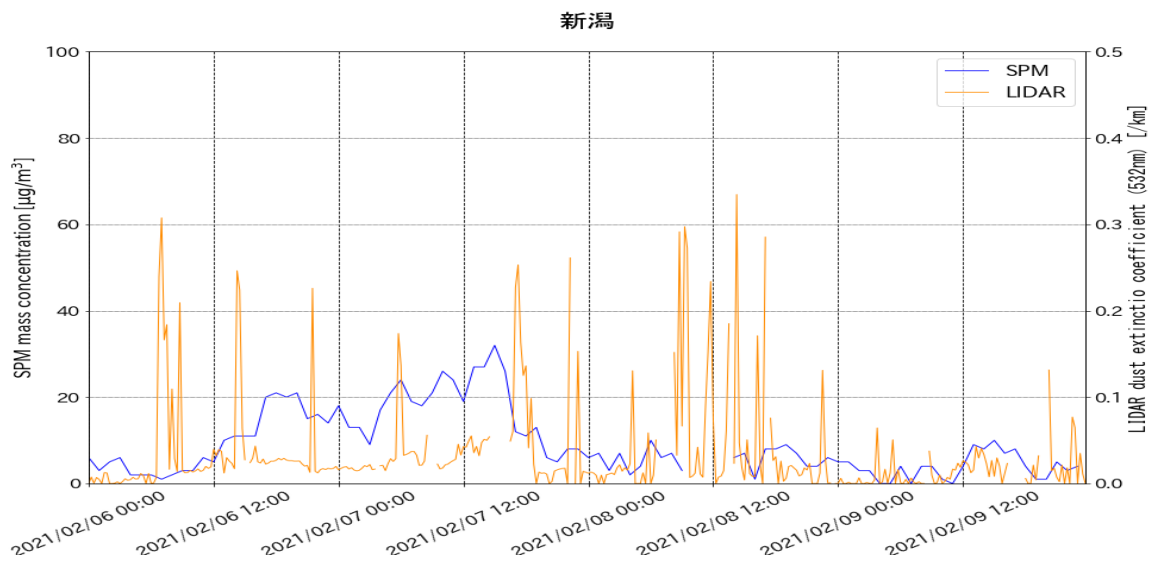
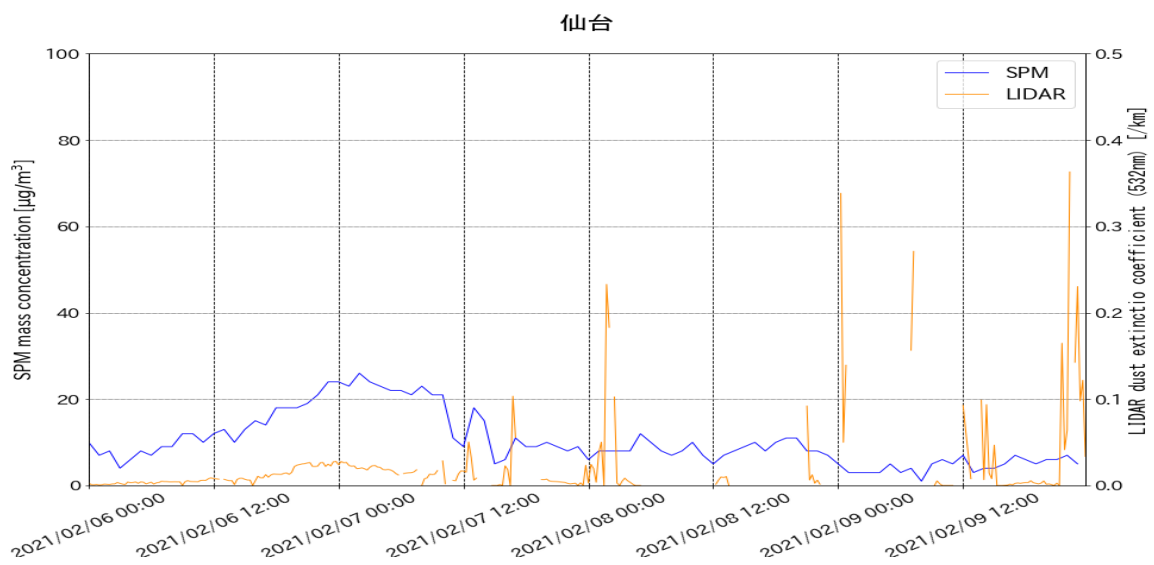
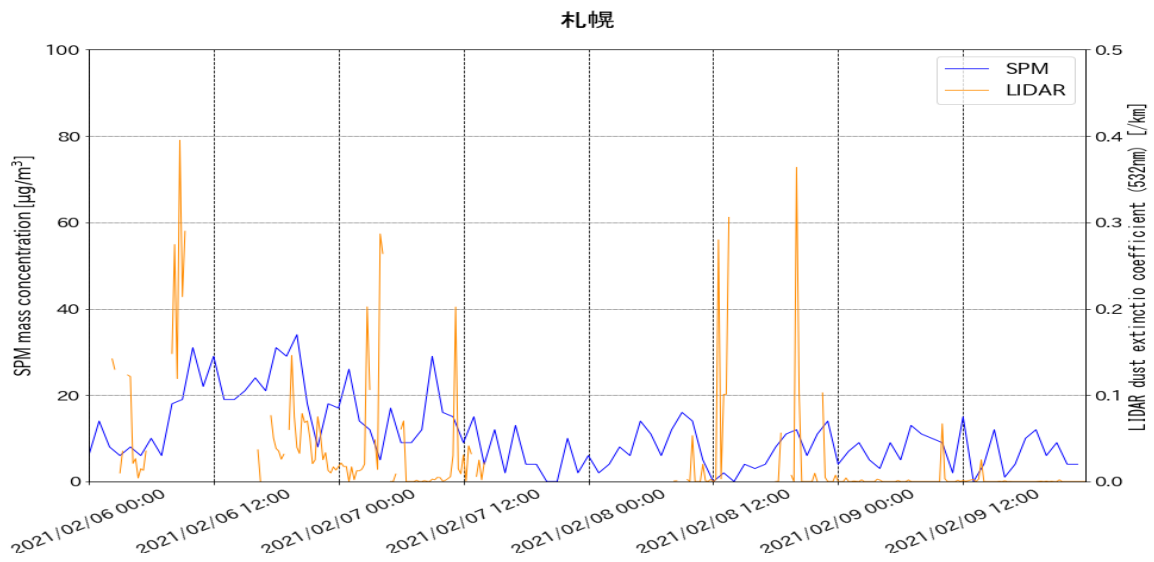
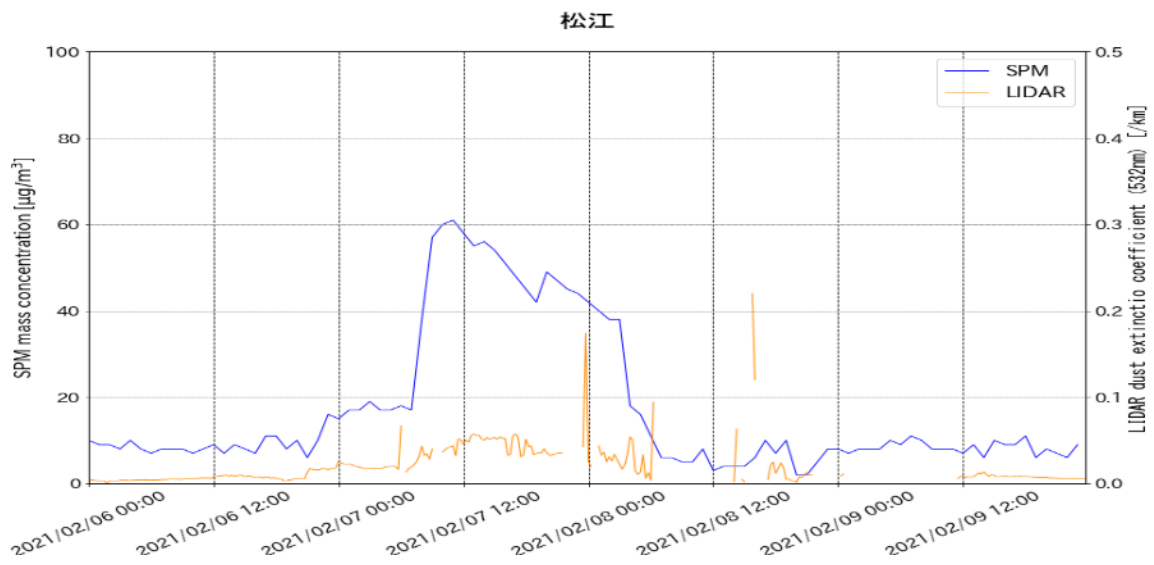
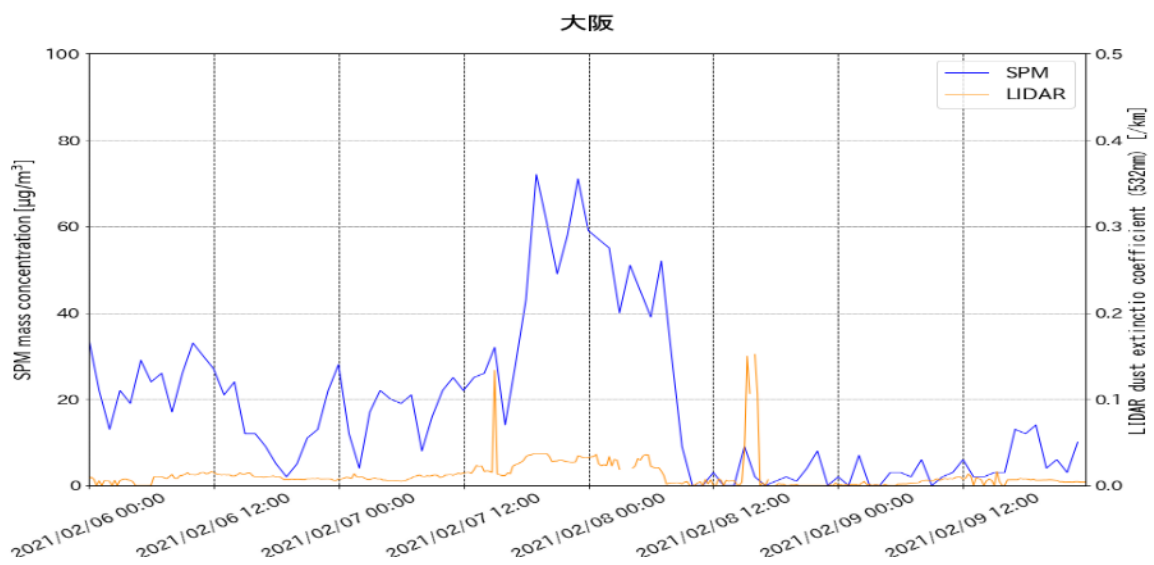
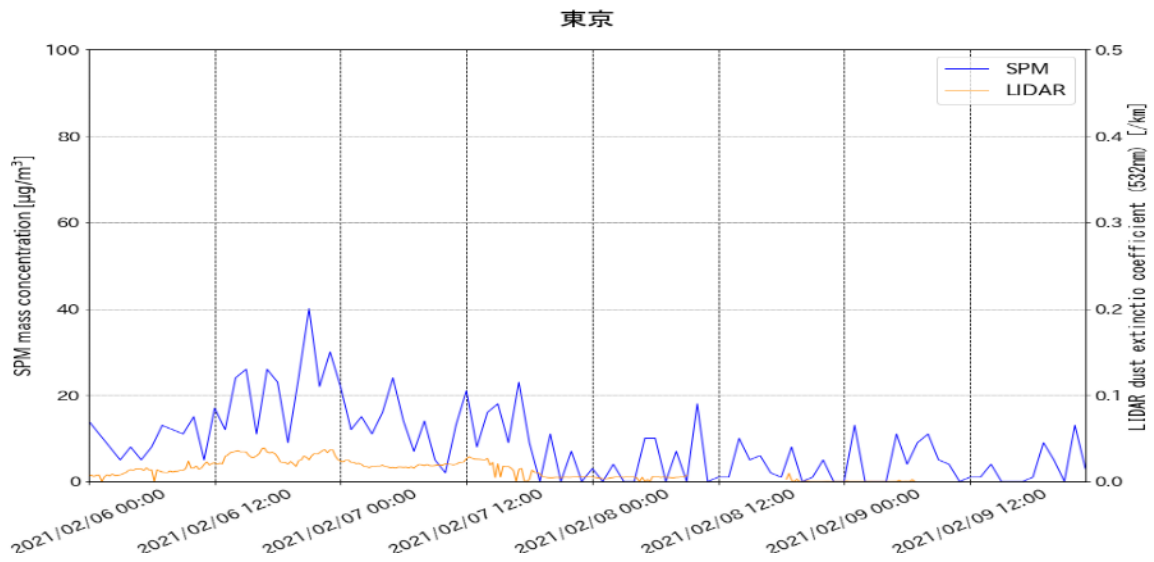


図 5-3-9- 5 CFORS 予測結果







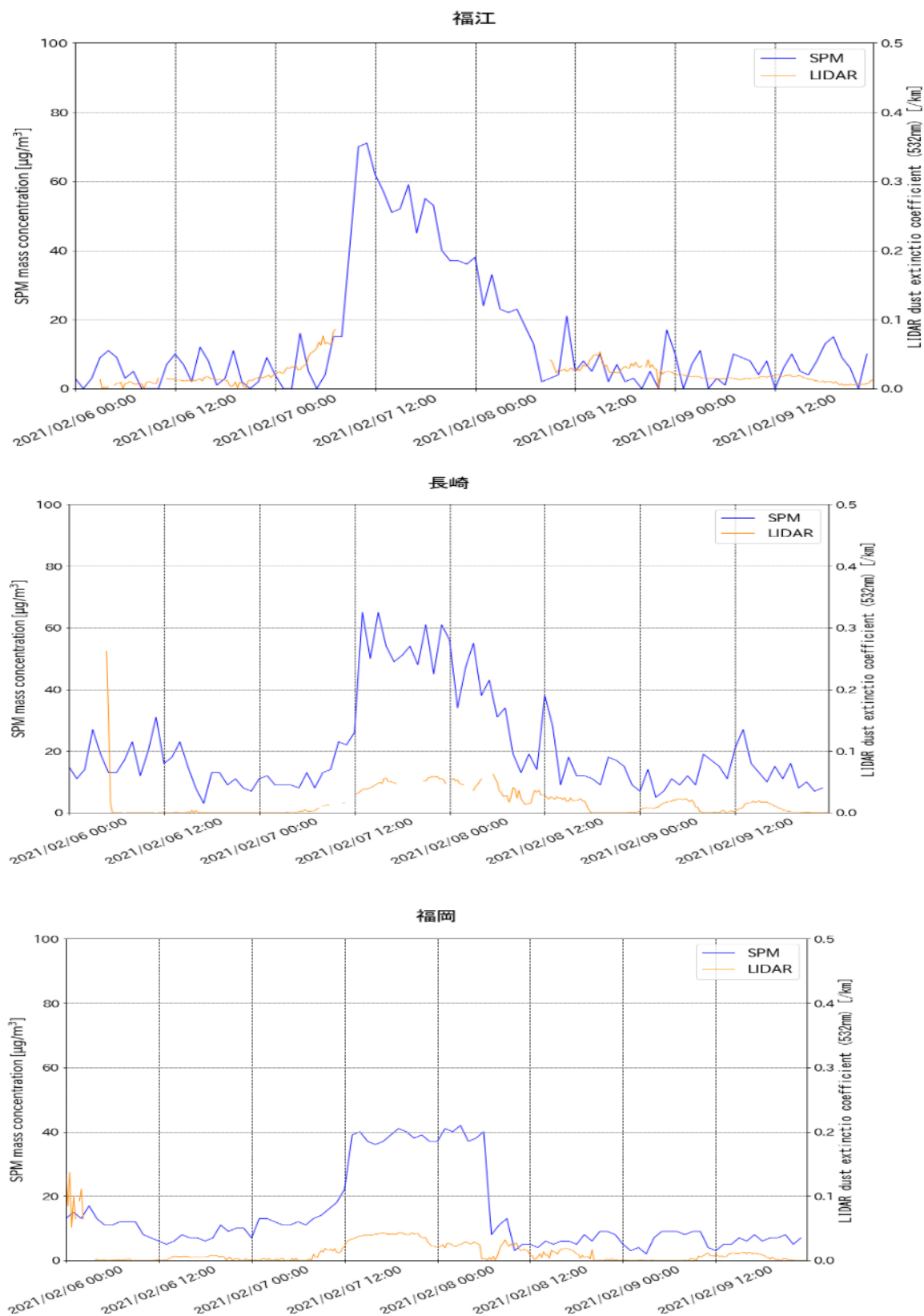


図 5-3-9-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化

2021/2/7

2021/2/8

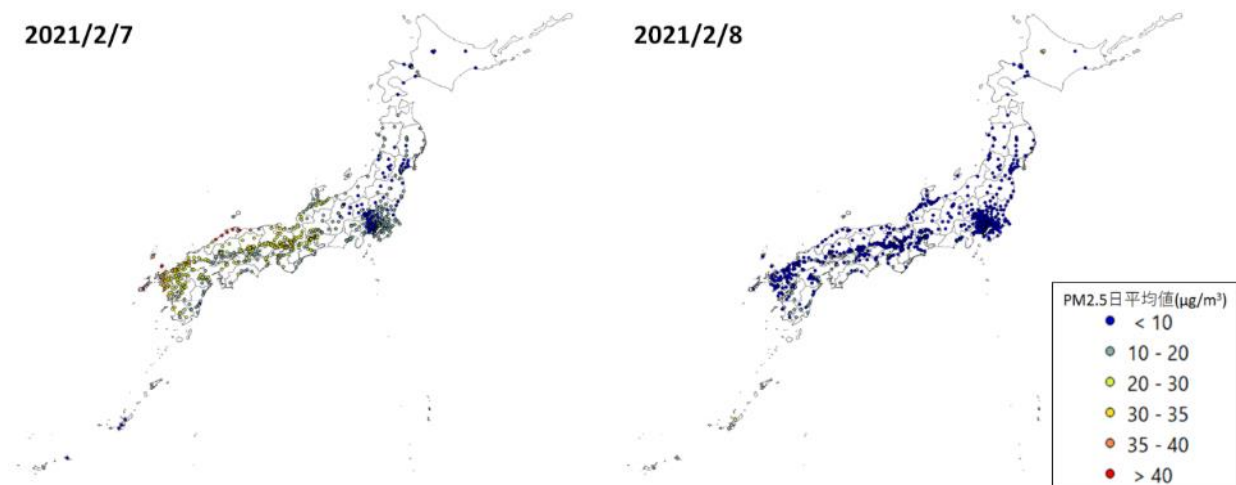
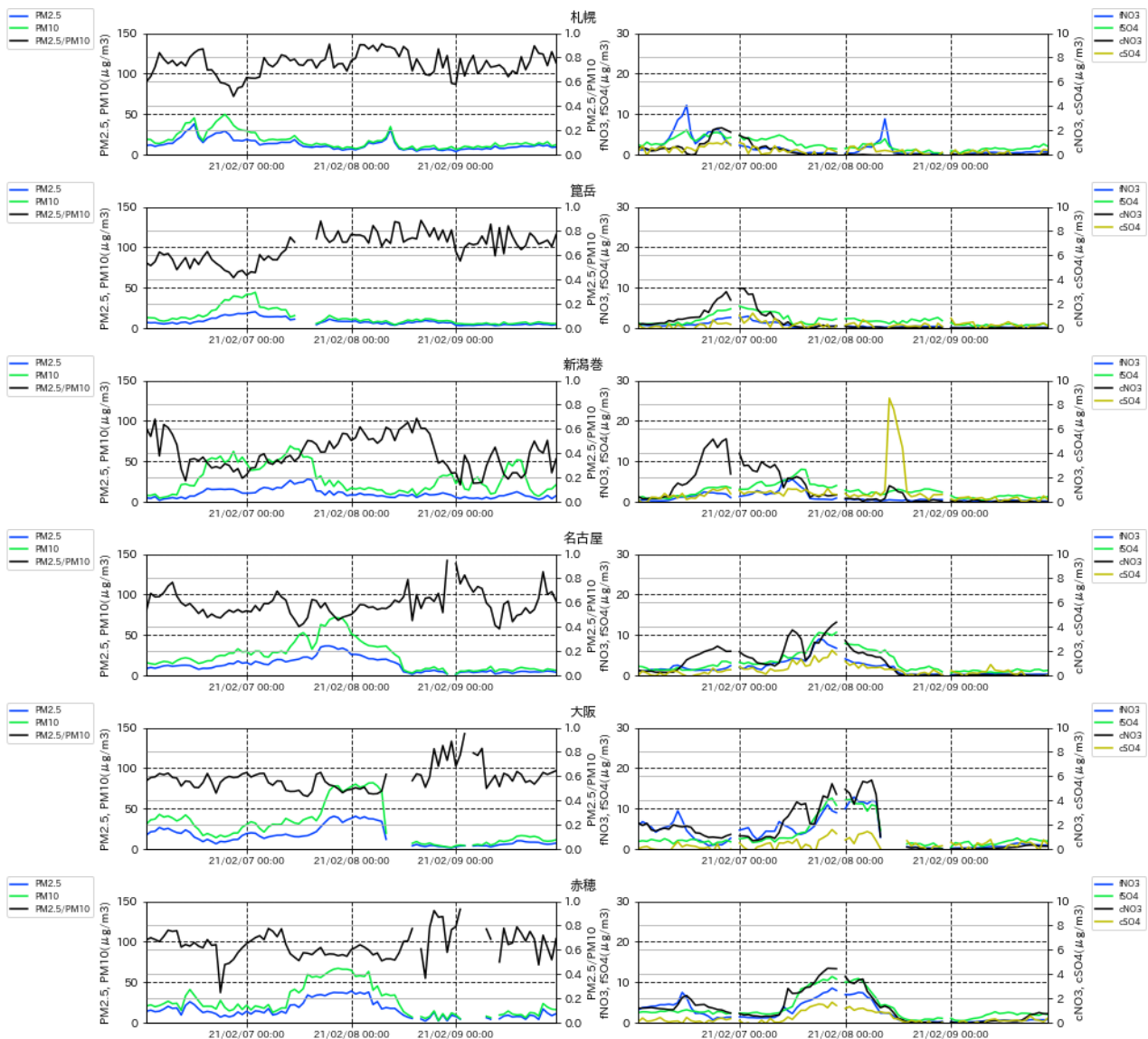


図 5-3-9-7 PM2.5 日平均値全国分布



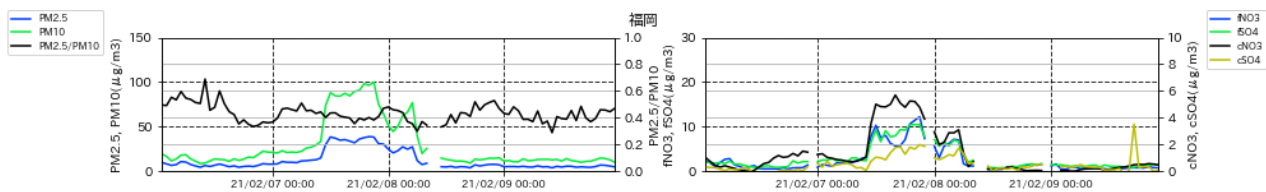


図 5-3-9-8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

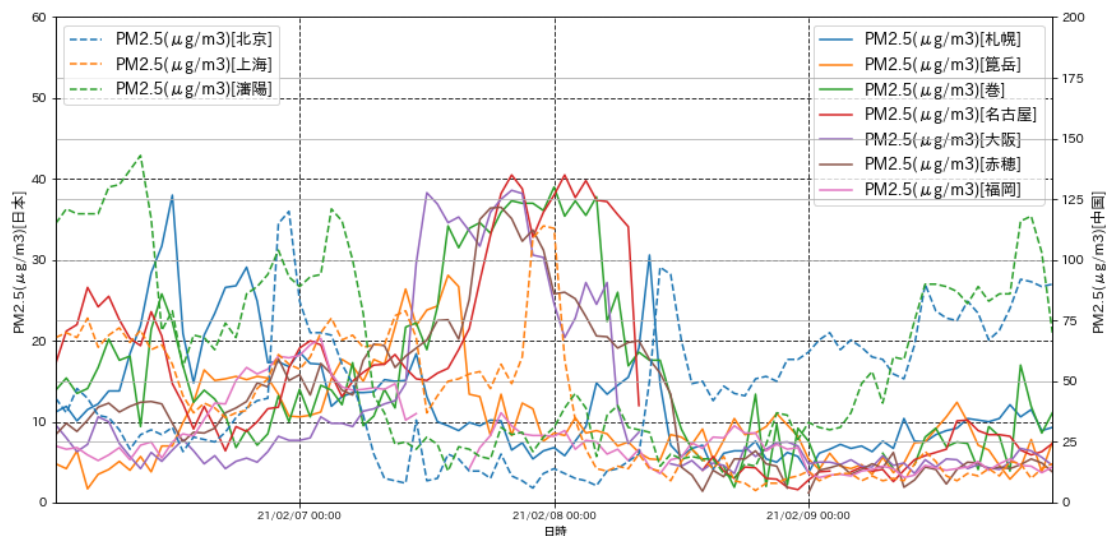


図 5-3-9-9 日本と中国での PM2.5 濃度

#### (10) 煙霧事例 10 2021 年 2 月 16 日

本事例は、2021 年 2 月 16 日に観測された煙霧で 10 地点が観測された（表 5-3-10-1、図 5-3-10-1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-10-3）、2 月 14 日に中国西部で、2 月 15 日にモンゴルで観測された Dust 以外、Haze のみしか発生していない。このときの気流を後方流跡線で確認（図 5-3-10-4）したところ、ほぼ全ての流跡線で Dust 発生域を通過する流跡線となっていない。CFORS（図 5-3-10-5）においても、Sulfate が東北・北海道付近に影響を及ぼしている様子が示されているが、その濃度は低いものとなっている。

ライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化の比較を図 5-3-10-6 に示す。煙霧日の前日である 2 月 15 日 18 時に、松江で黄砂消散係数が増加し、それに伴って SPM 濃度も増加している様子が見て取れる。小規模ではあるが、同時刻の福岡においても同様の傾向が見られている。なお、新潟における黄砂消散係数のピークは、気象条件（雪）に起因すると考えられる。

PM2.5 濃度は、全国的に濃度が低く  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下となる地点が多くあった（図 5-3-10-7）。

また、図 5-3-10-8 から PM2.5/PM10 比に顕著な減少は見られない。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については 2 月 16 日の午後の夜間に隠岐の  $\text{fSO}_4^{2-}$  で若干の高い値を示すが、それ以外に煙霧観測期間で顕著な高い値は見られない。

なお、中国においては PM2.5 が高い値は見られなかった（図 5-3-10-9）。

以上から、本事例は、大陸からの自然起源の影響の少ない煙霧事例であると思われる。

表 5-3-10-1 煙霧観測地点

| 日付        | 地点数 | 観測地点名 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|           |     | 仙台    | 金沢 | 秋田 | 函館 | 鳥取 | 札幌 | 青森 | 新潟 | 盛岡 | 山形 |
| 2021/2/16 | 10  |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

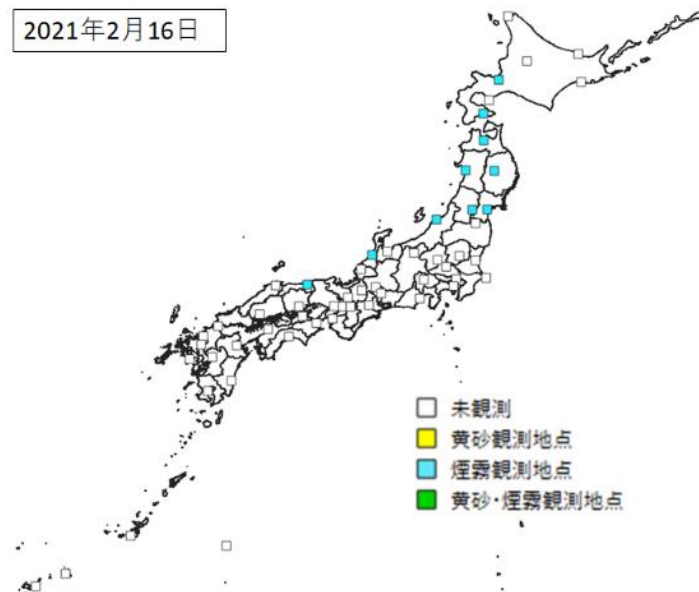
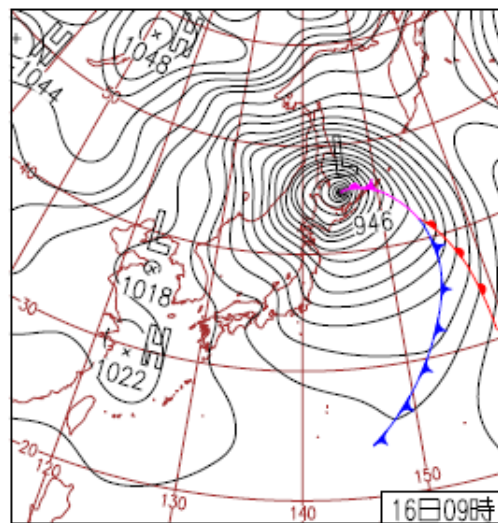


図 5-3-10-1 煙霧観測地点



**16日(火)北日本大荒れ**

発達した低気圧が北海道付近に停滞し、北日本は大荒れ。根室の947.8hPaは最低海面気圧の1位。北海道えりも岬で最大風速31.3m/sの猛烈な風。北日本で最大風速の通年1位の所も。

図 5-3-10-2 天気図



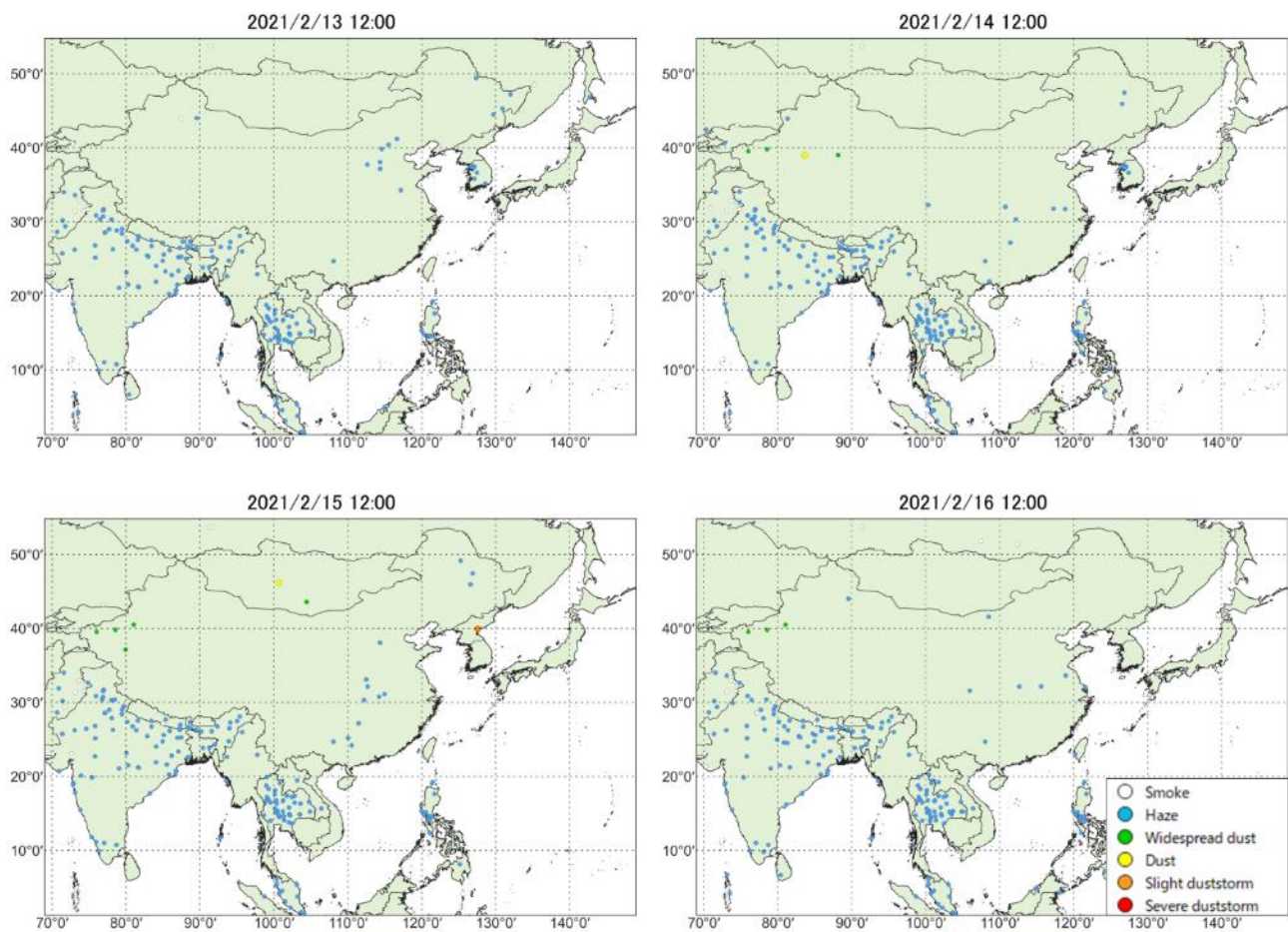


図 5-3-10-3 砂塵嵐発生状況

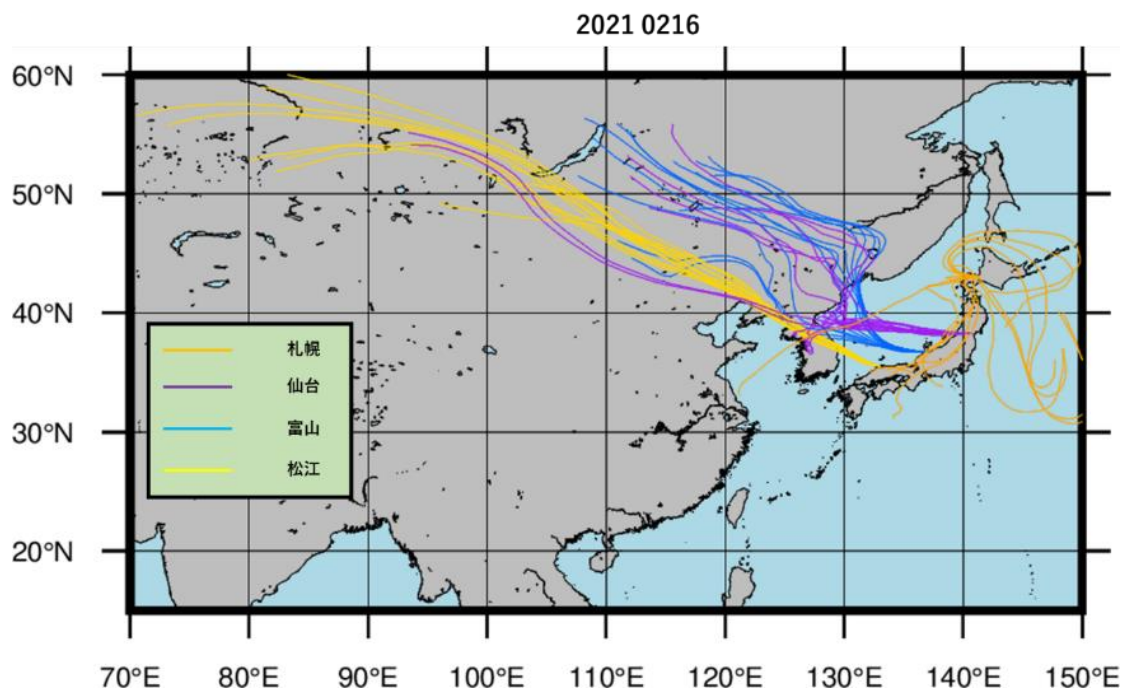


図 5-3-10-4 後方流跡線（72 時間前より）

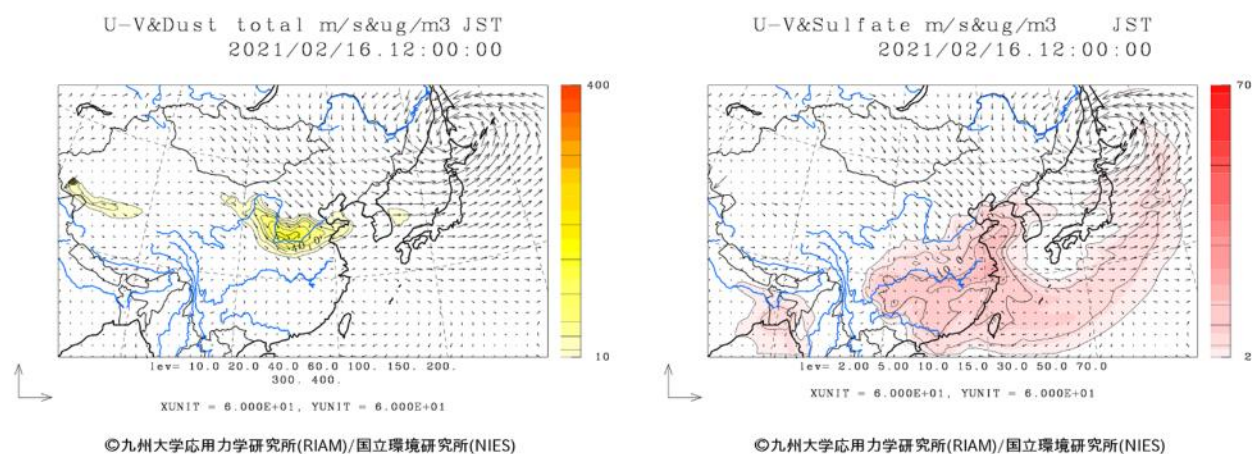
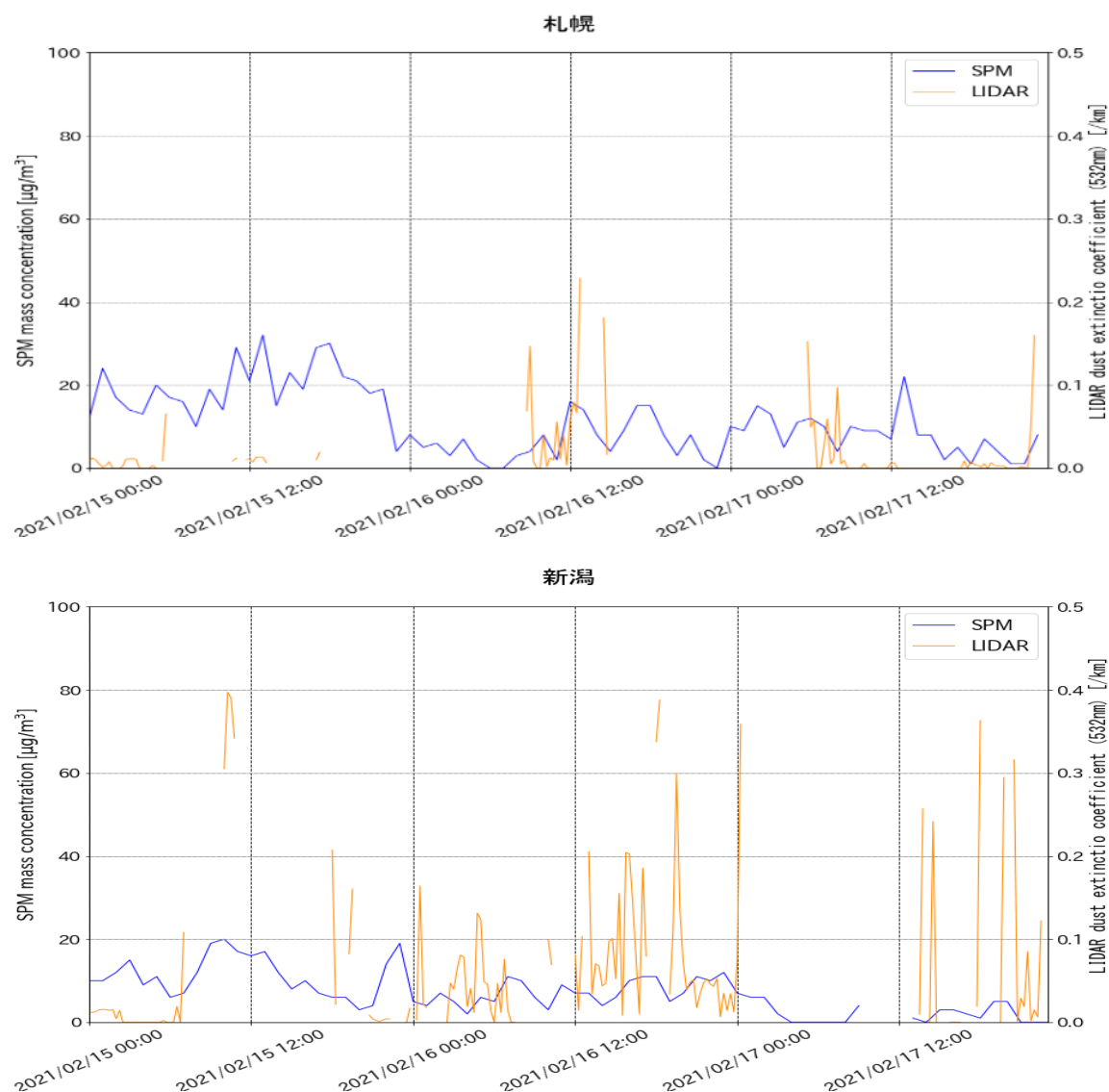
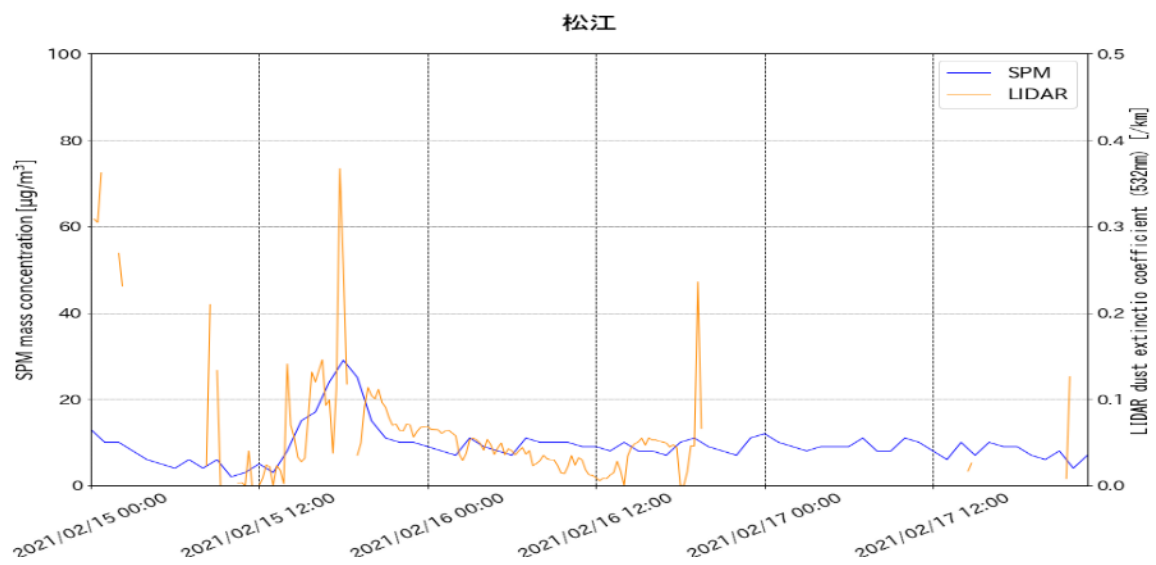
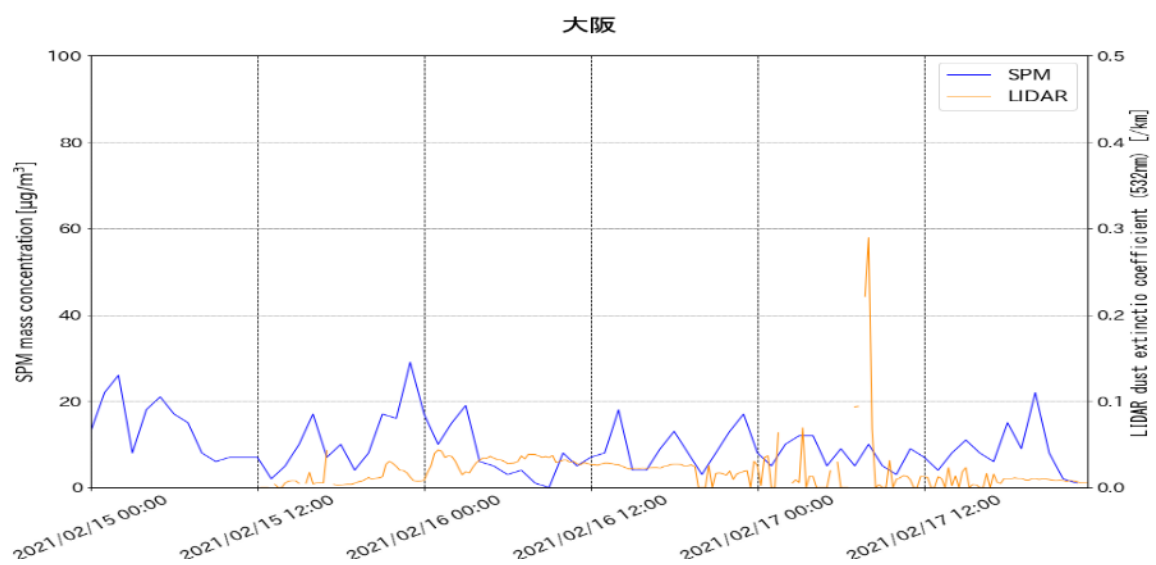
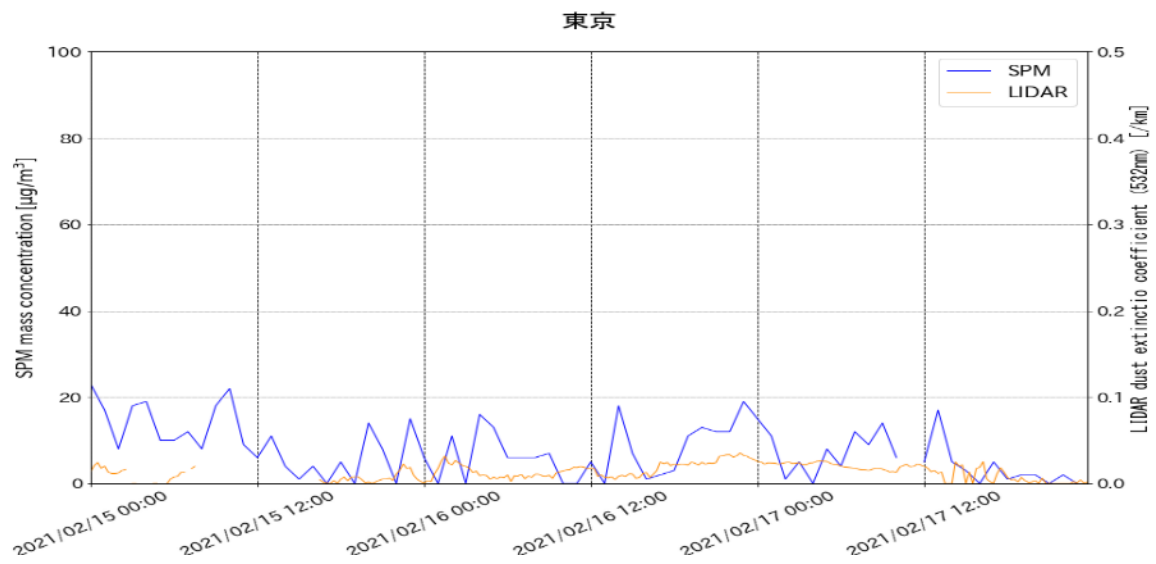


図 5-3-10-5 CFORS 予測結果





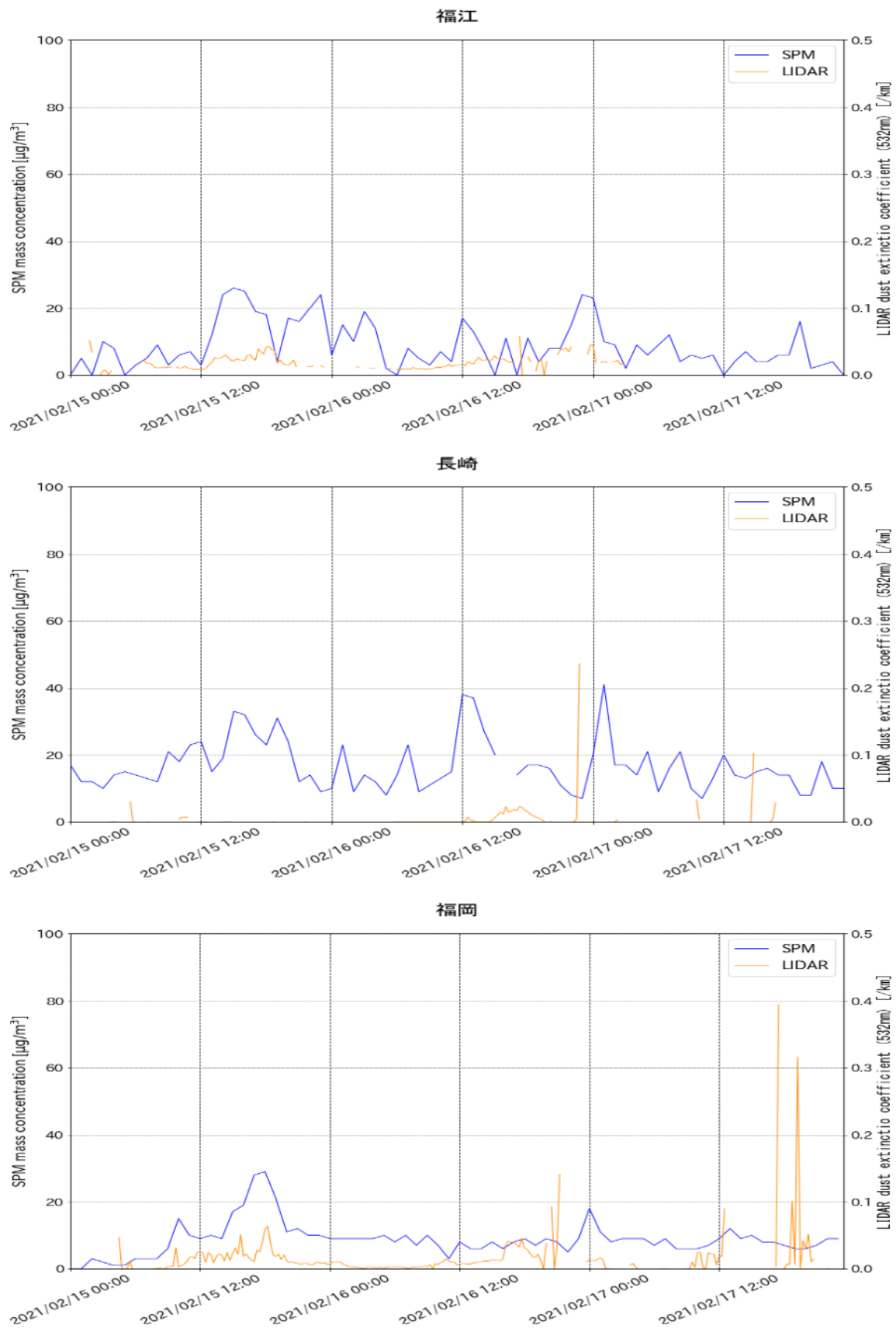


図 5-3-10-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化



2021/2/16

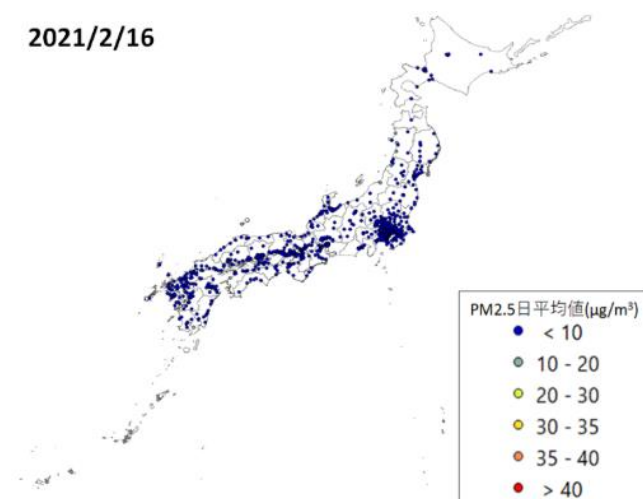


図 5-3-10- 7 PM2.5 日平均値全国分布

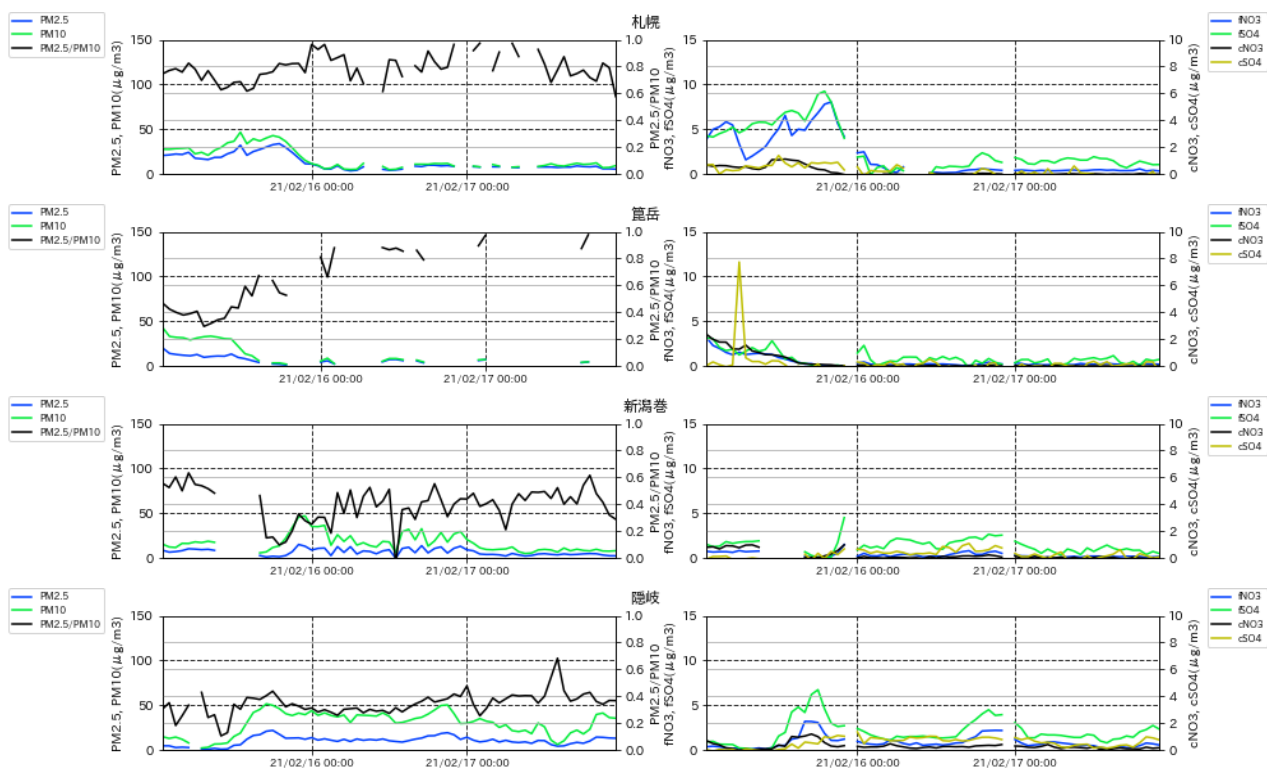


図 5-3-10- 8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

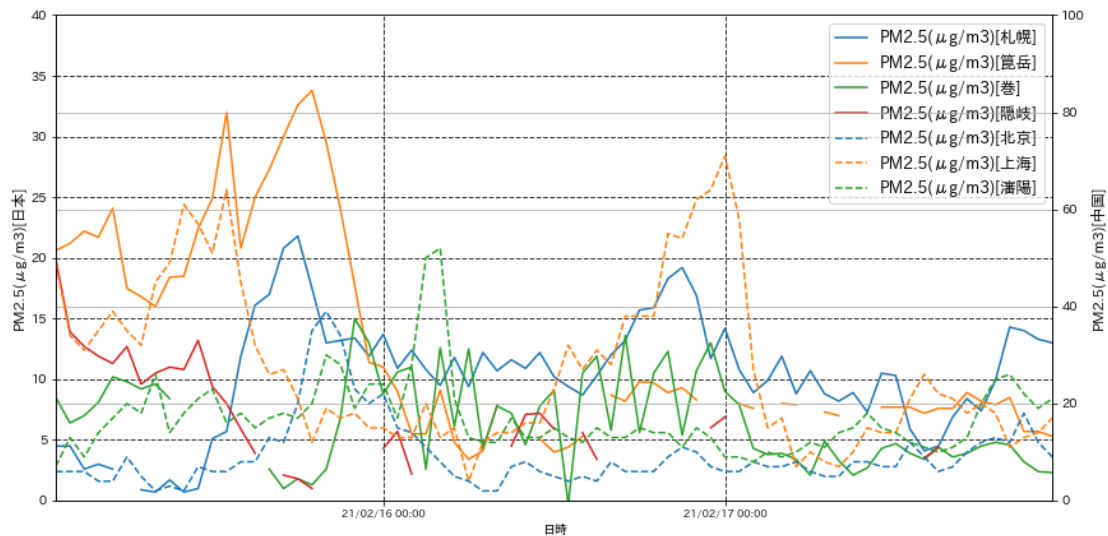


図 5-3-10-9 日本と中国での PM2.5 濃度

#### (11) 煙霧事例 11 2021 年 3 月 15 日

本事例は、2021 年 3 月 15 日に観測された煙霧で 11 地点が観測された（表 5-3-11-1、図 5-3-11-1）。

この期間の大陸の状況を見ると（図 5-3-11-3）、煙霧観測日 2 日前の 3 月 13 日にモンゴル西部で、前日の 14 日にはモンゴル中央部から東部で Duststorm が発生している。このときの気流を後方流跡線で確認（図 5-3-11-4）したところ、福岡の流跡線で Duststorm 発生域を通過する流跡線となっている。また CFORS 予測結果（図 5-3-11-5）も、Sulfate が中国東部から日本全域へ影響を及ぼしている様子を表している。

ライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化の比較を図 5-3-11-6 に示す。大阪において、黄砂消散係数が 3 月 15 日 18 時頃にやや増加し、SPM 濃度が増加する傾向が見られた。福江・長崎で SPM 濃度の変動が見られた他は、黄砂消散係数・SPM 濃度ともに低い傾向であった。

PM2.5 濃度は、西日本で 20～35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  となる地点が多くあり、一部地点では環境基準を超える地点が観測されたが、東日本では濃度が低く 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下となった（図 5-3-11-7）。

また、図 5-3-11-8 から PM2.5/PM10 比に顕著な減少は見られない。人為起源系汚染物質の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  については 3 月 14 日から 15 日にかけて多くの成分で高い値に上昇する様子が見える。

なお、中国においては北京で 3 月 15 日に PM2.5 の値が 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の高い値が見られる（図 5-3-11-9）。

なお、3 月 16 日から 18 日は黄砂観測日となっていることと、以上の結果を踏まえると、本事例は、黄砂観測よりやや早く黄砂をもたらしたモンゴルにおける Duststorm 起源の粒子が日本に飛来した弱い煙霧事例であると思われる。

表 5-3-11- 1 煙霧観測地点

| 日付        | 地点数 | 観測地点名 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|           |     | 徳島    | 広島 | 高松 | 岡山 | 鳥取 | 下関 | 大分 | 長崎 | 松江 | 佐賀 |
| 2021/3/15 | 11  | 神戸    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

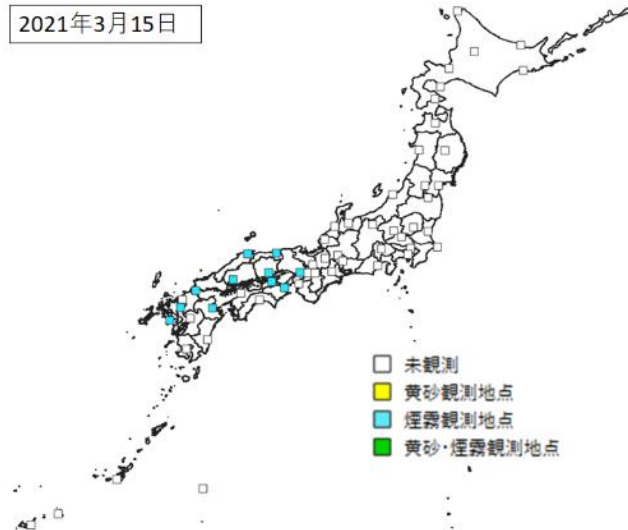
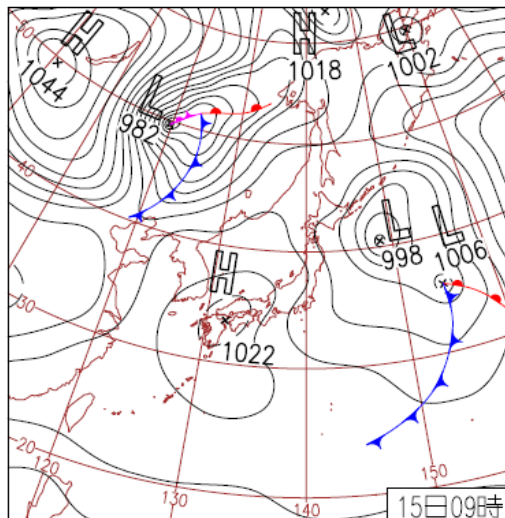


図 5-3-11- 1 煙霧観測地点



**15日(月)和歌山県で震度5弱**

低気圧が三陸沖を東北東進。東シナ海の高気圧が東に移動し西日本を覆う。西日本中心に晴れ、曇っていた北日本も次第に晴れ間が広がる。高知市、松山市、高松市でサクラ開花。

図 5-3-11- 2 天気図

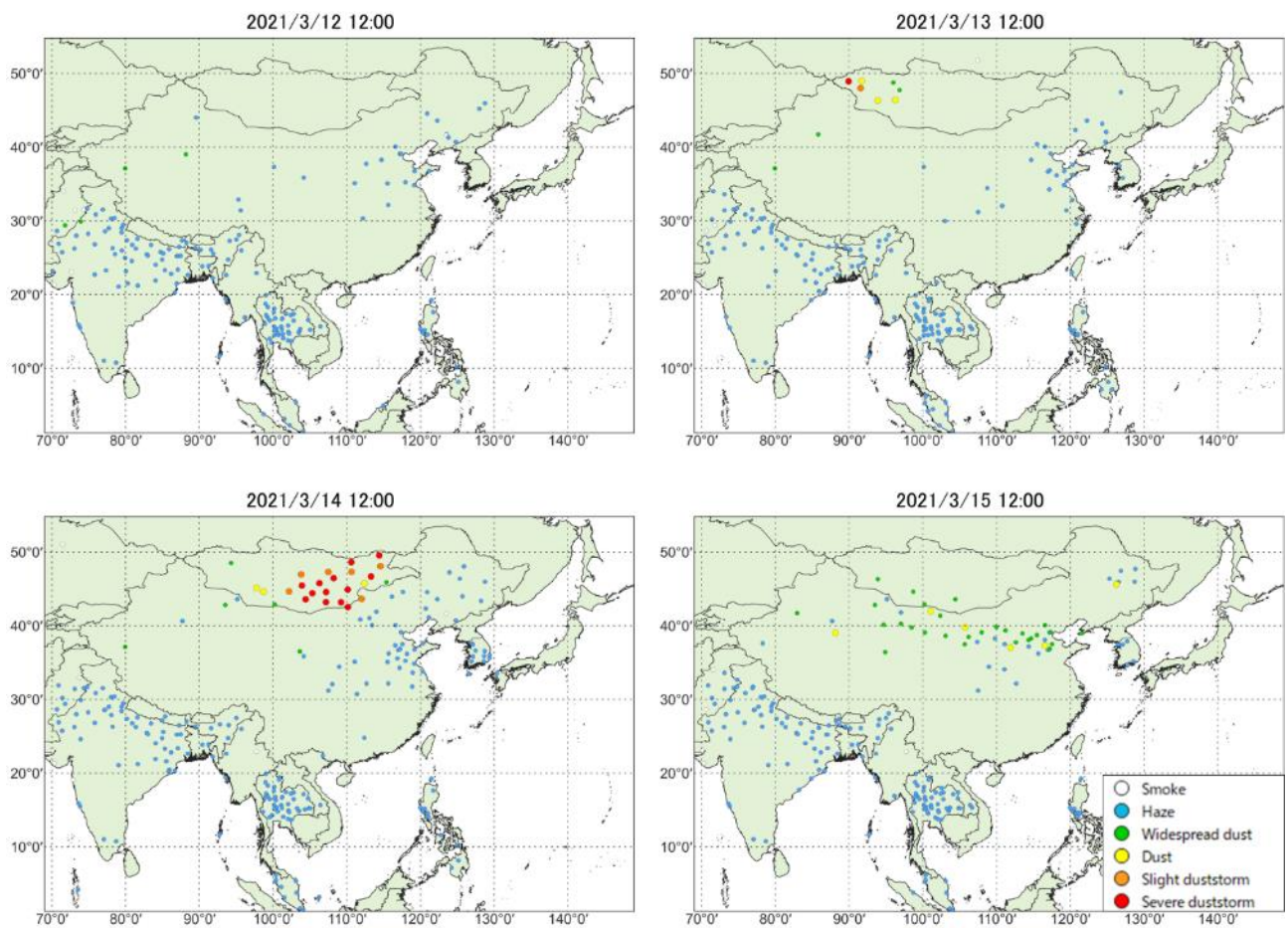


図 5-3-11-3 砂塵嵐発生状況

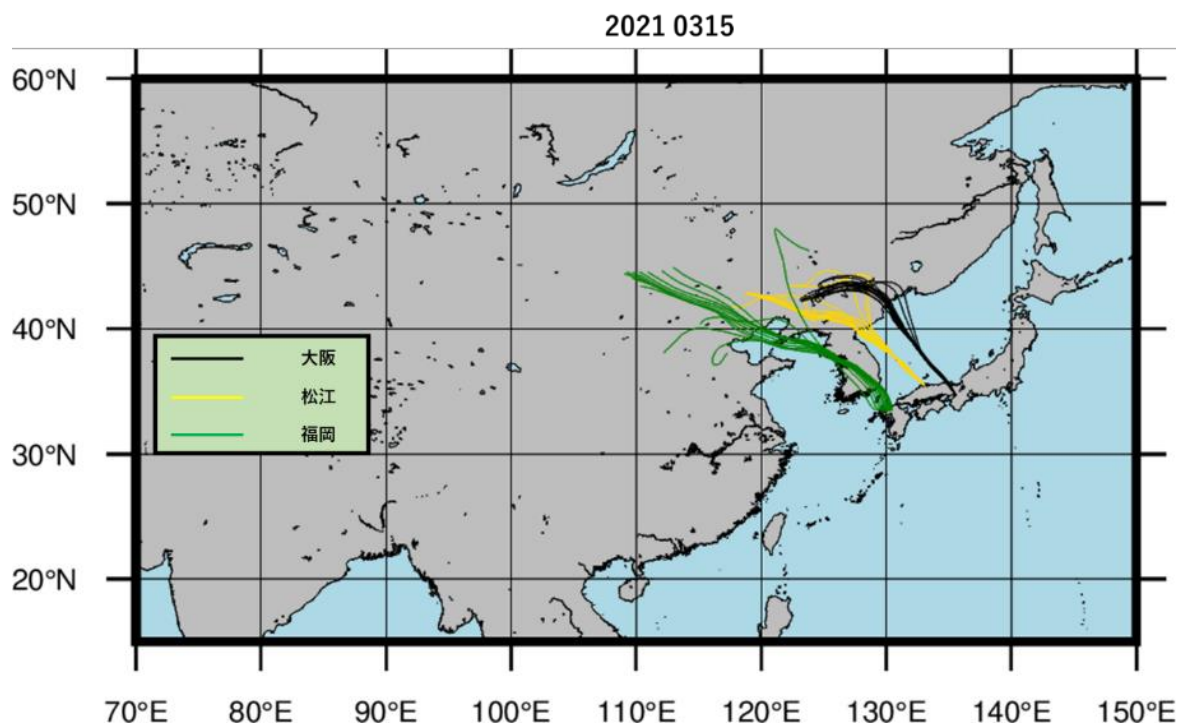


図 5-3-11-4 後方流跡線 (72 時間前より)



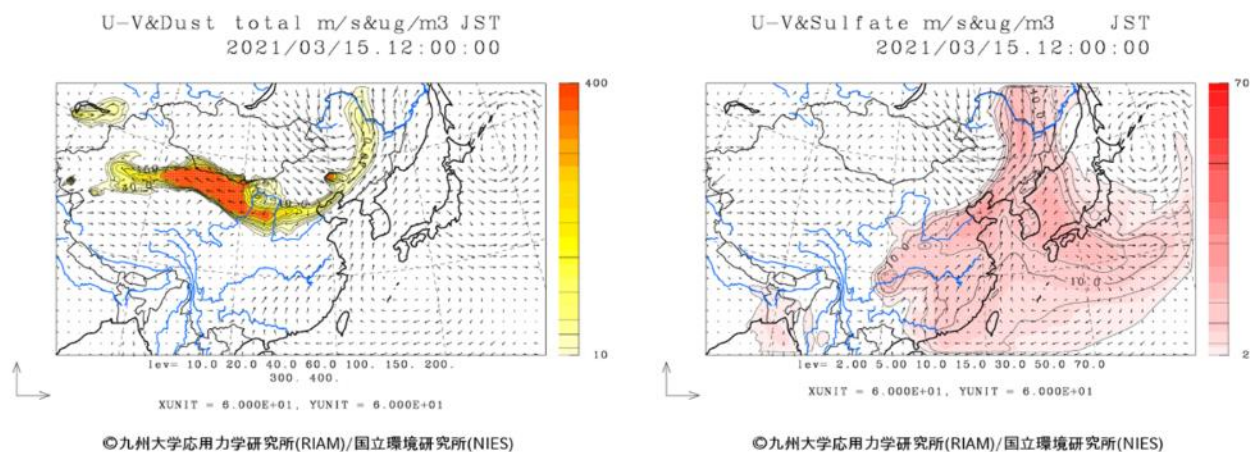
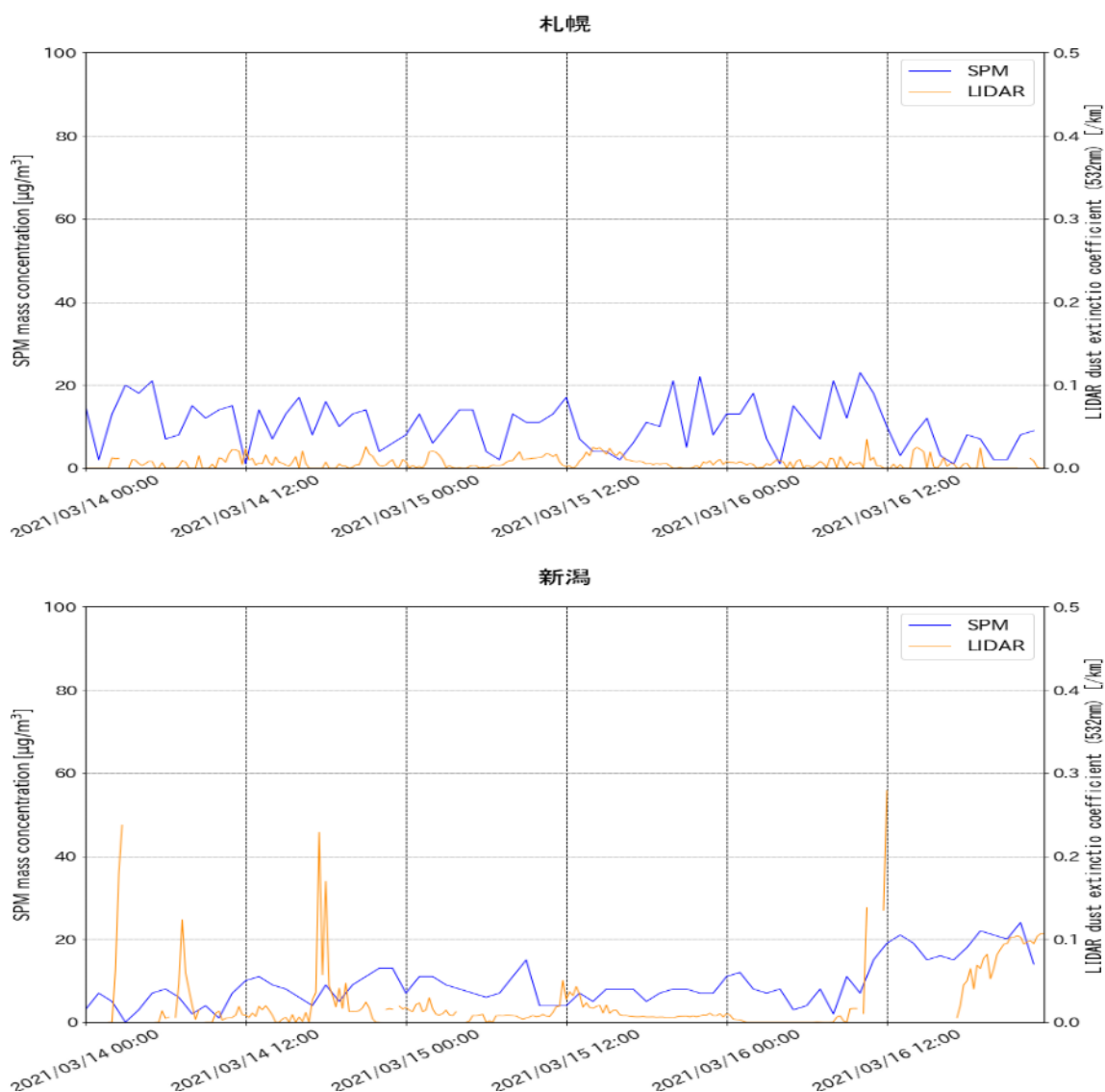
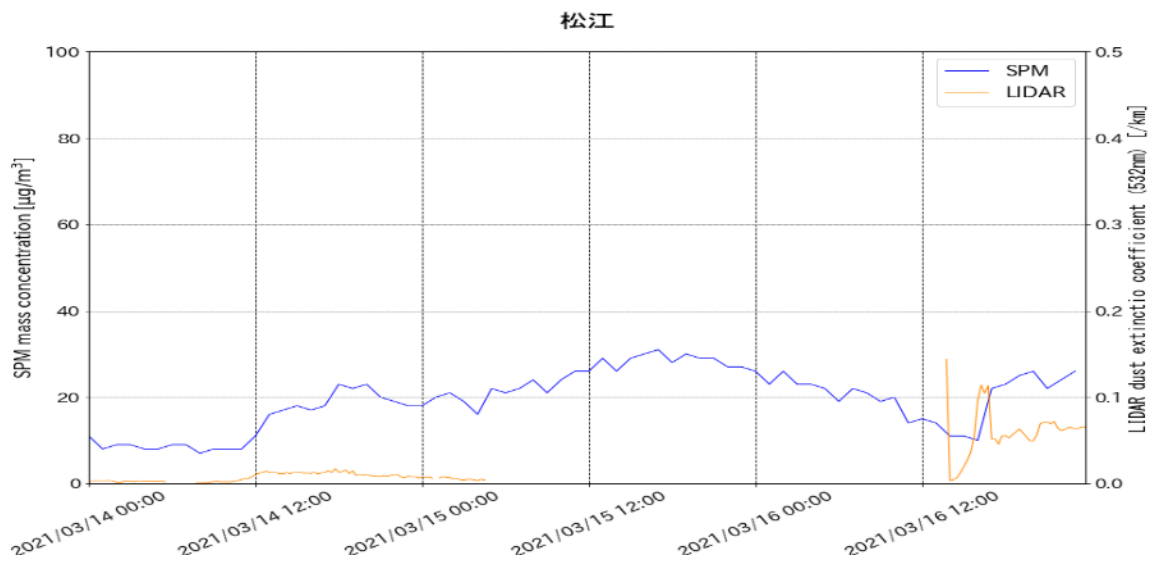
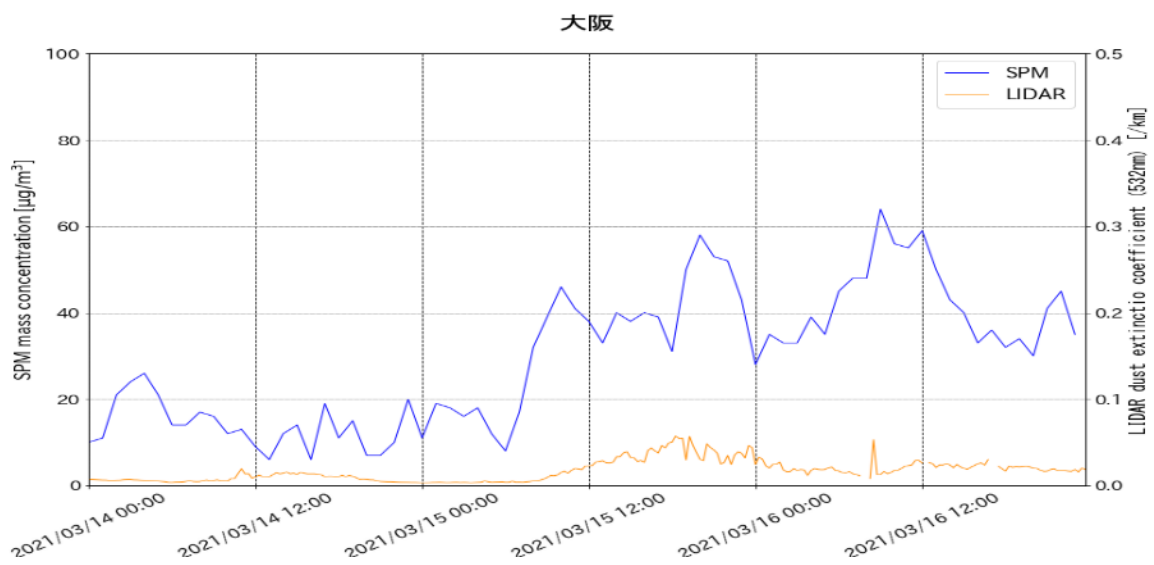
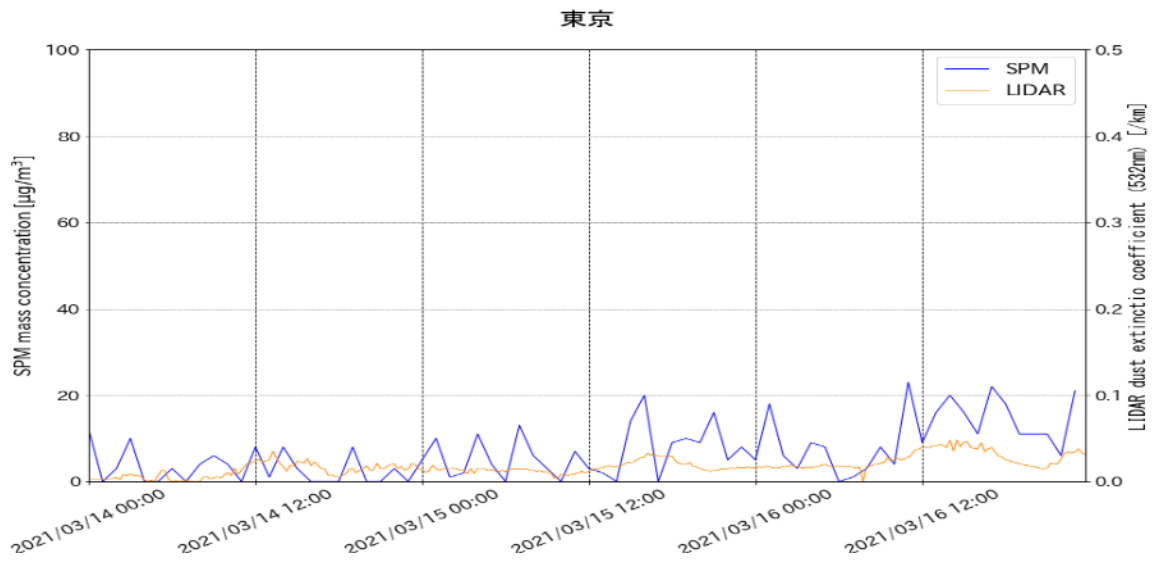


図 5-3-11- 5 CFORS 予測結果





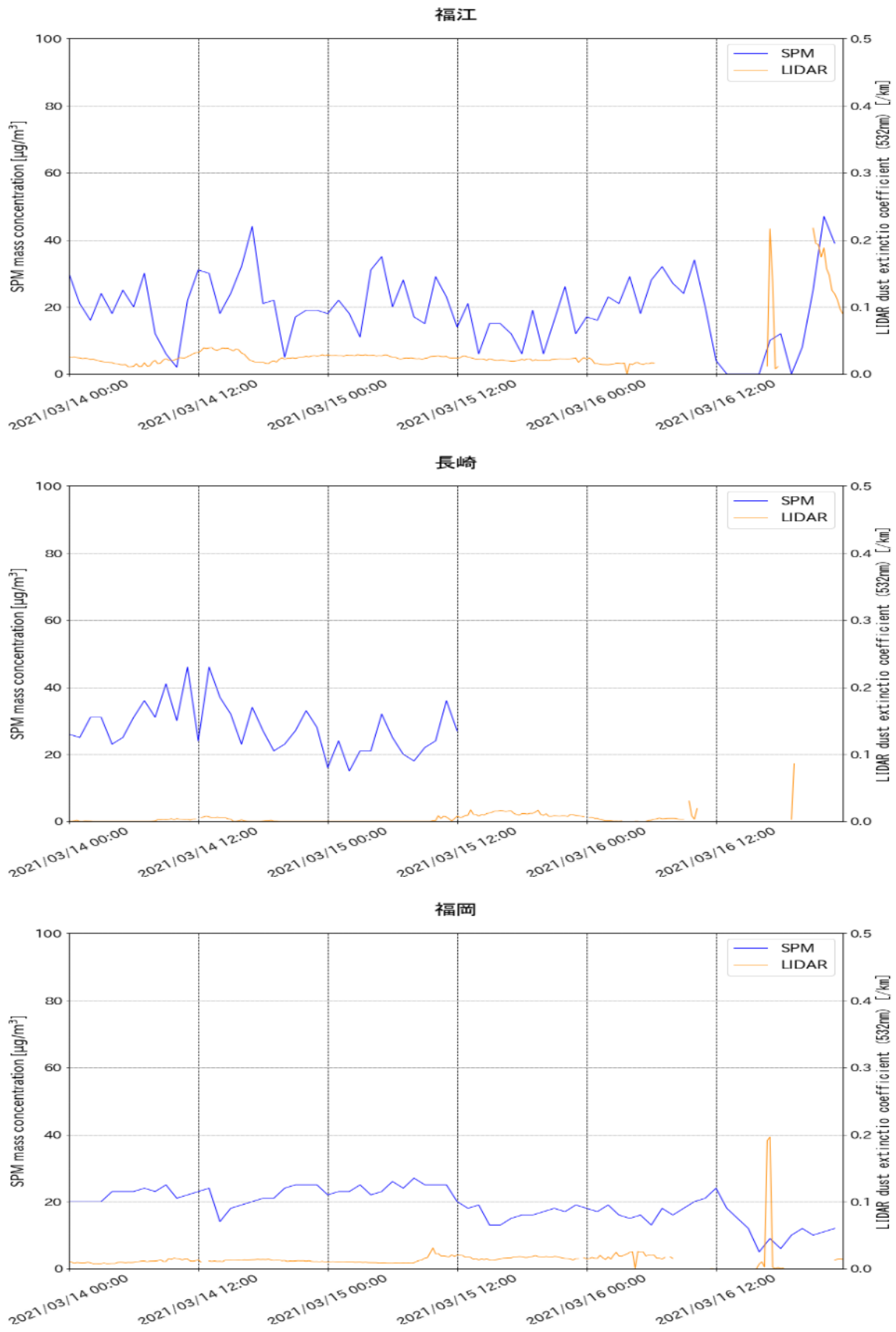


図 5-3-11-6 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化

2021/3/15

PM2.5日平均値(μg/m³)

- < 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- > 40

图 5-3-11-7 PM<sub>2.5</sub> 日平均值全国分布

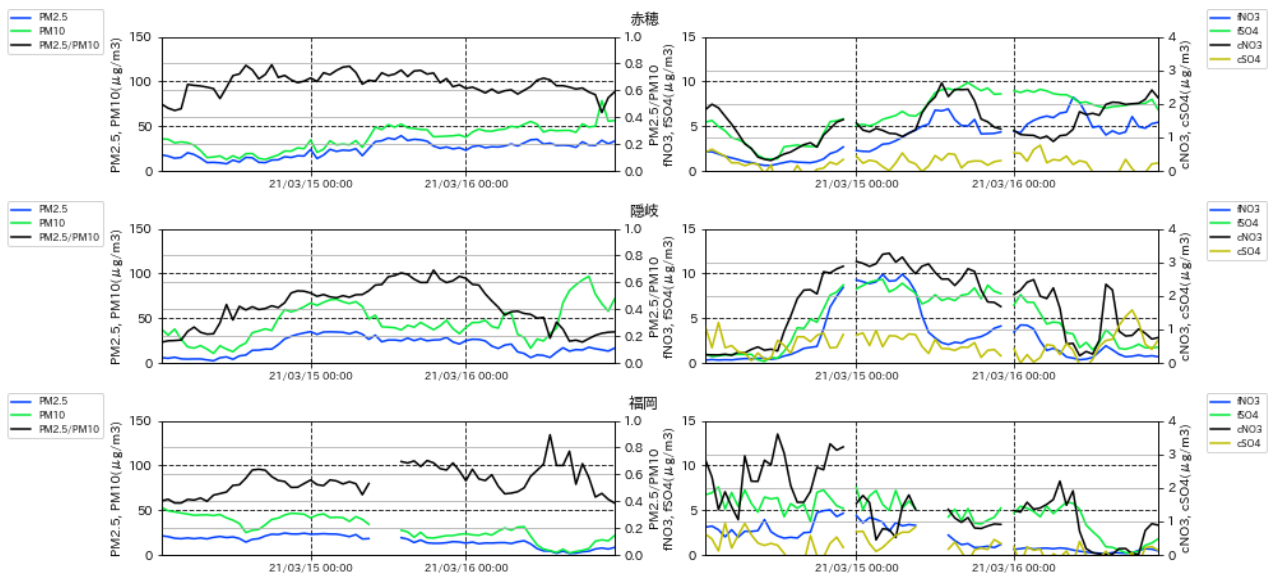


図 5-3-11-8 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化



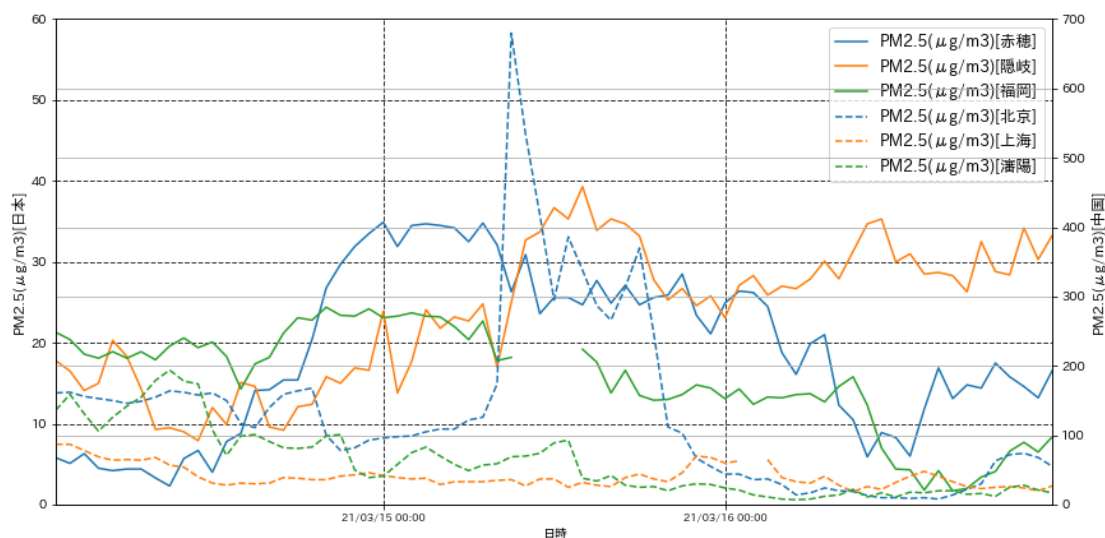


図 5-3-11-9 日本と中国での PM2.5 濃度

#### 5.4 煙霧事例 3 (2020 年 8 月 3 日～9 日) についての詳細解析

煙霧事例 3 (2020 年 8 月 3 日から 9 日) については、西之島の噴火由来であることが報告されている。そこでより詳しく調べるために煙霧事例 3 の時期と他の事例の時期の  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  比を比較した。

図 5-4-1(a) は、事例 3、4 の期間を含む隠岐における  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、それらの比  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  の時間変化である。煙霧観測事例 3 の期間 (赤線で記した期間) において  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度が他の期間と比較し高くなっており、その値は  $30\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上となることもあった。また、 $\text{SO}_4^{2-}$  濃度の上昇に伴い  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  比も高くなっていて、他の期間はせいぜい 10 程度の値であるところ、その値は 90 にもなるときもあった。また、図 5-4-1 (b) は、事例 5 から 11 の期間を含む隠岐における  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、それらの比  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  の時間変化であるが事例 3 のような  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  の変化はみられない。図 5-4-2 から図 5-4-5 はそれぞれ名古屋、赤穂、大阪、福岡における事例 3、4 を含む期間 ((a)) と事例 5 から 11 を含む期間 ((b)) であるが、瞬時的な  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  の上昇などは見られるものの、隠岐と同様な時間変化の傾向が見られる。また、図 5-4-6 は各地における  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、それらの比  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  の時間変化で煙霧事例 3 の期間を中心に拡大した図である。福岡を(a)とし、西から東の観測地点順(b)から(e)と示している。これを見ると初めの  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  のピークが東へ伝播しているように見える。

上記のことも事例 3 における煙霧が西之島の噴火由来であることを示している。参考に図 5-4-7 に事例 3、4 を含む期間における URG9000D による  $\text{NH}_4^+$  濃度の時間変化を示すが事例 3 の期間では  $\text{NH}_4^+$  濃度は他の期間と比較し高くなっている。

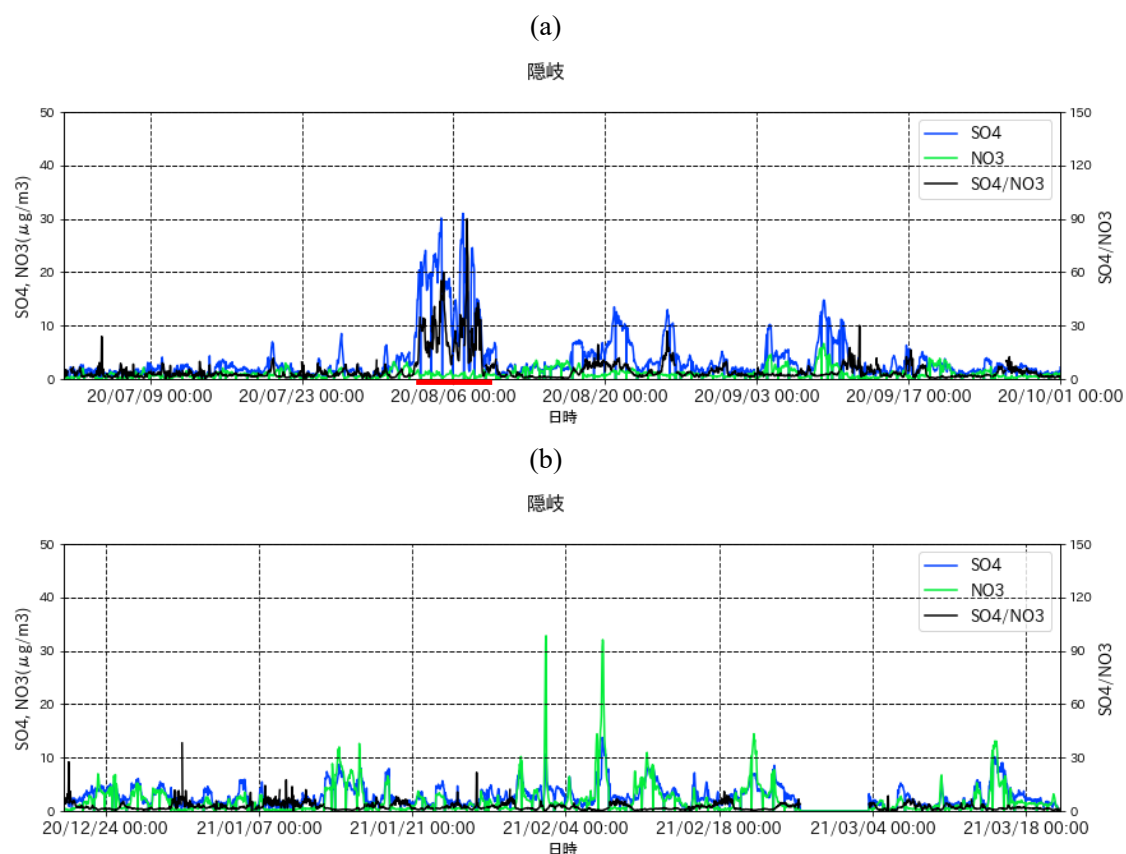


図 5-4- 1 隠岐における  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、それらの比  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  の時間変化。(a)は事例 3、4 を含む期間、(b)は事例 5 から 11 を含む期間。

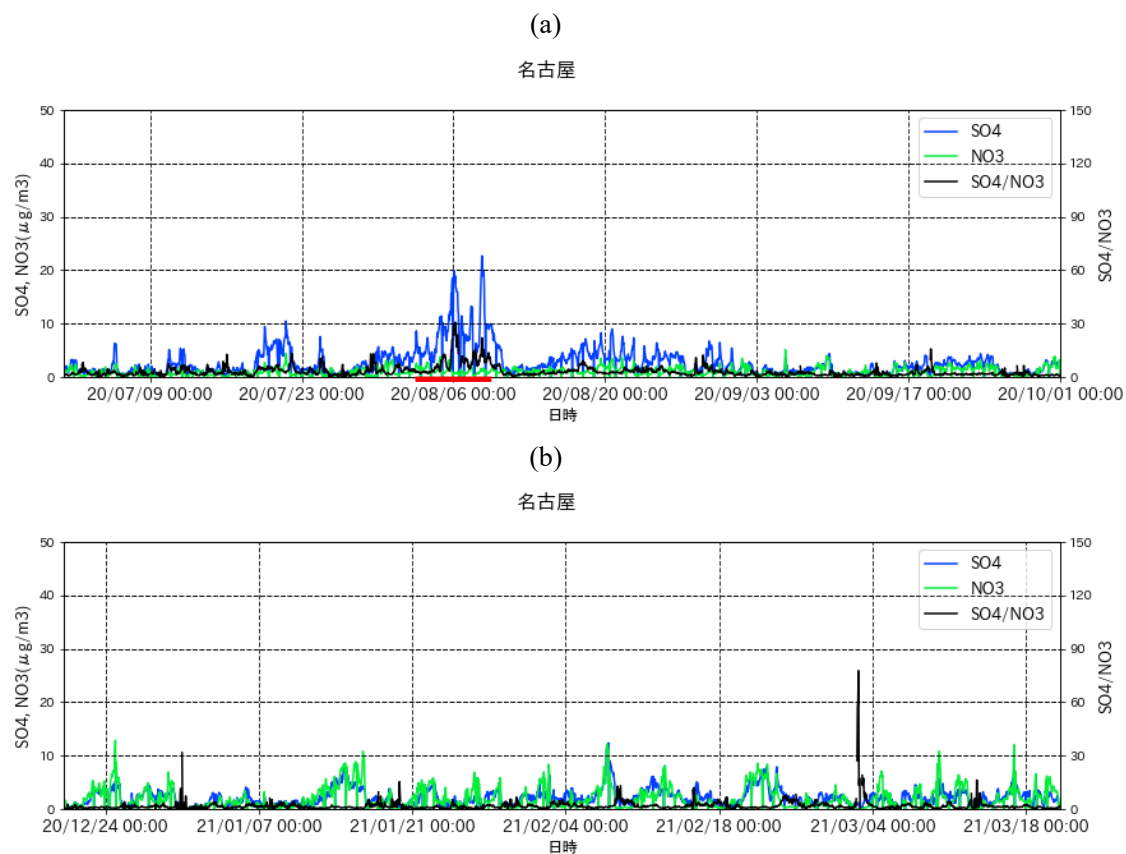


図 5-4-2 名古屋における  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、それらの比  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  の時間変化。(a)は事例 3、4 を含む期間、(b)は事例 5 から 11 を含む期間。

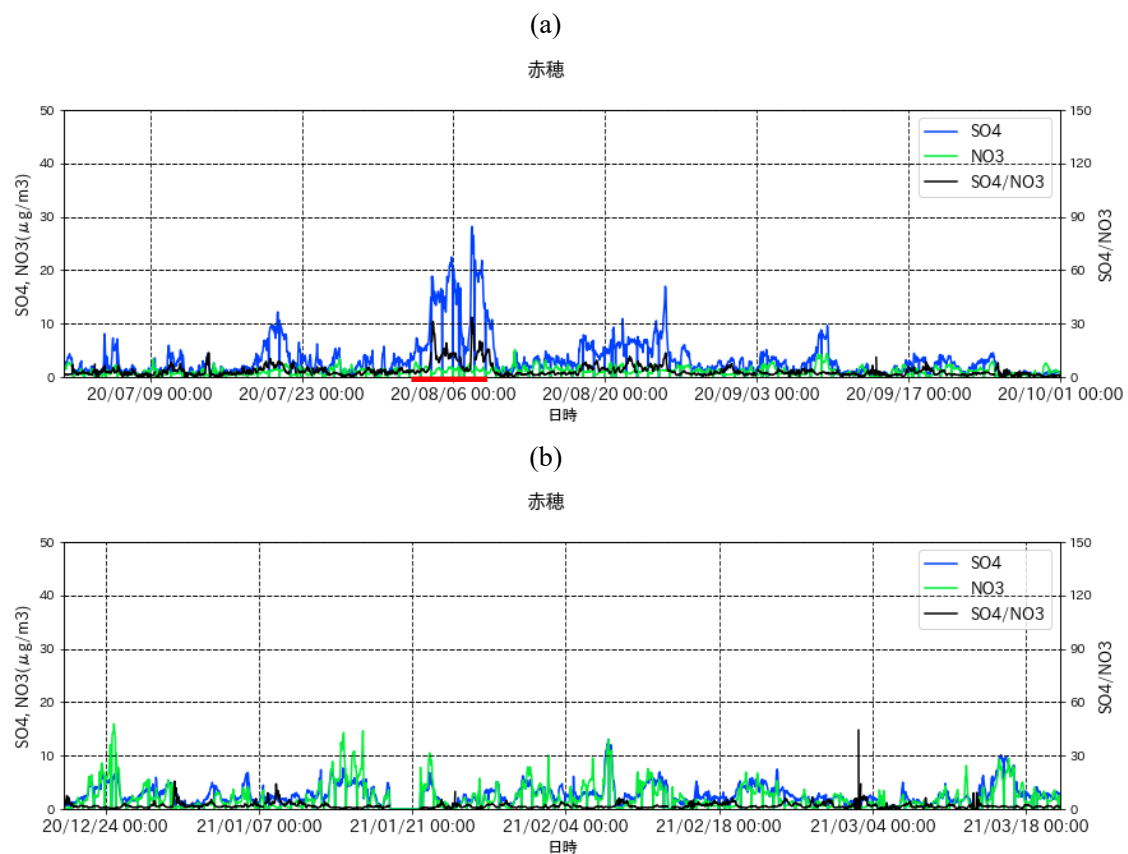


図 5-4- 3 赤穂における  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、それらの比  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  の時間変化。(a)は事例 3、4 を含む期間、(b)は事例 5 から 11 を含む期間。

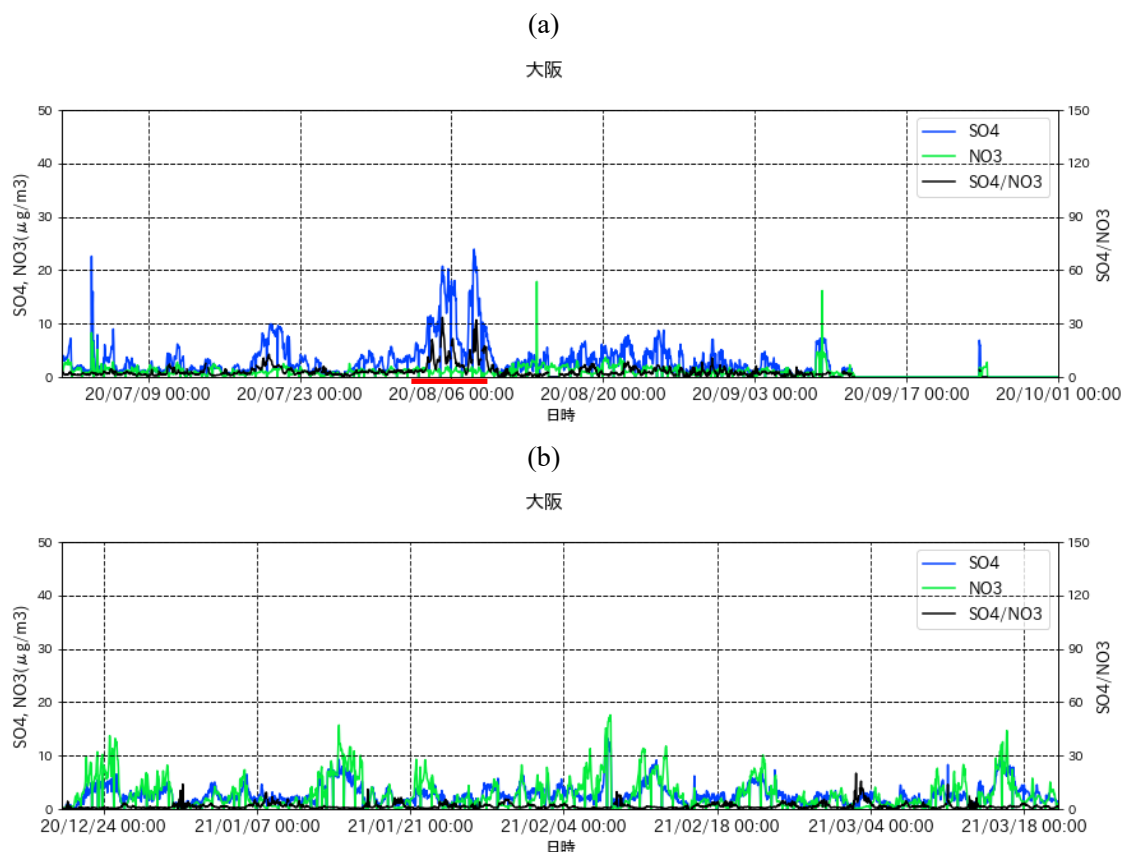


図 5-4- 4 大阪における  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、それらの比  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  の時間変化。(a)は事例 3、4 を含む期間、(b)は事例 5 から 11 を含む期間。



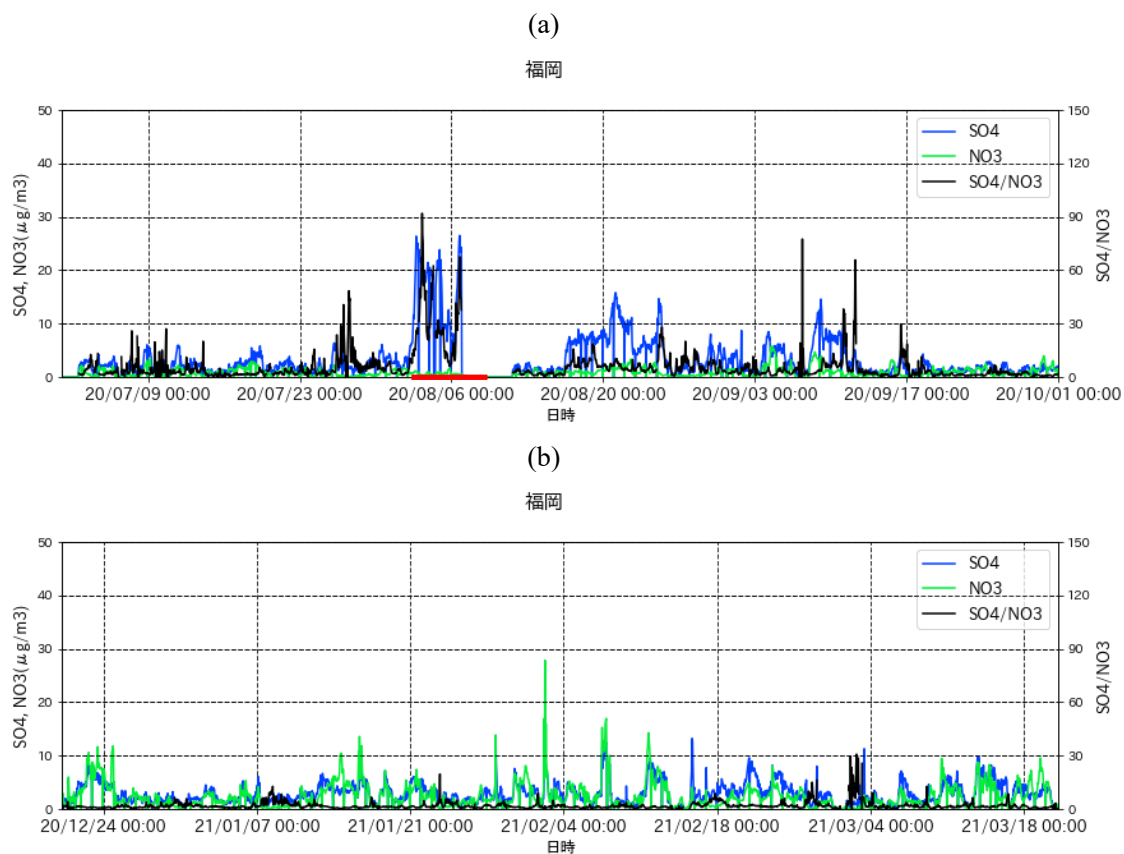
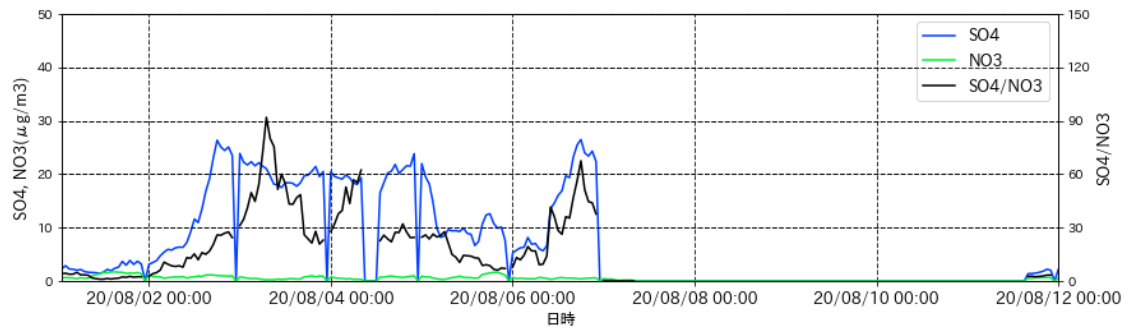


図 5-4- 5 福岡における  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、それらの比  $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  の時間変化。(a)は事例 3、4 を含む期間、(b)は事例 5 から 11 を含む期間。

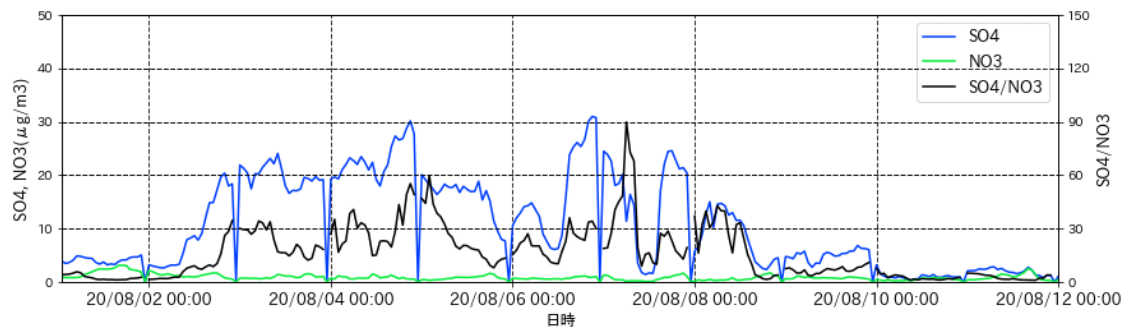
(a)

福岡



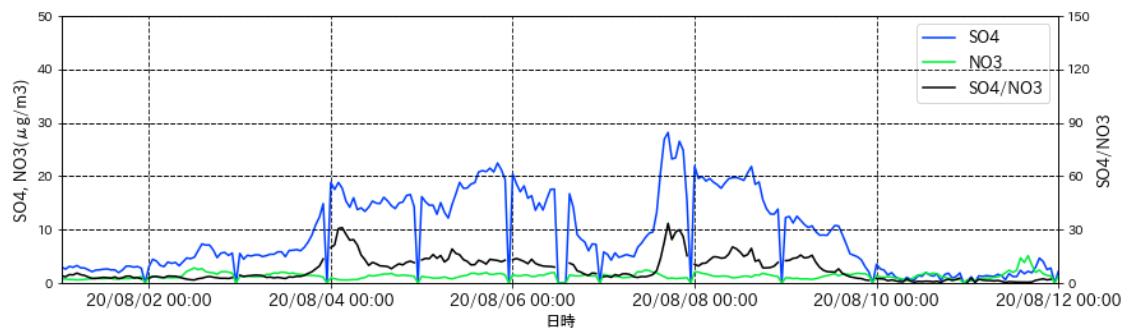
(b)

隠岐



(c)

赤穂



(d)

大阪

