

### 3. '94IGAC/APARE/PEACAMPOT航空機調査におけるオゾン ( $O_3$ )、窒素酸化物 ( $NO_x$ )、および二酸化硫黄 ( $SO_2$ ) の観測

畠山史郎 (国立環境研究所)、坂東 博 (大阪府立大学工学部)

#### (1) はじめに

対流圏バックグラウンドのオゾンは大気の酸化能 (Oxidizing Capacity) を左右する重要な化合物である。対流圏オゾンは同時にまた、温室効果ガスとして、地球温暖化の観点からも非常に重要である。近年、北半球における対流圏オゾンの増大が欧米で報告されており、<sup>1, 2)</sup> 注目されている。対流圏におけるオゾンの前駆体となるのは  $NO_2$  のみであり、 $NO$  も含めたいわゆる  $NO_x$  の人為的放出の増大がこのようなオゾン濃度の増加をもたらしていると指摘されている。このようにオゾンおよび  $NO_x$  は様々な角度から見て、対流圏大気の化学を支配している重要な因子であり、その立体的な濃度分布を知ることは、対流圏大気の変動を考える上で欠かすことのできないファクターである。一方、 $SO_2$  は酸性雨原因物質の硫酸の前駆体として重要な役割を果たしている。中国や韓国を含む東アジア地域からは大量の  $SO_2$  が移流してくるものと考えられるが、<sup>3-6)</sup> これまで日本海や東シナ海等の上空でこれを連続的に観測した例はあまりない。本年度は、貴重な自然が残されているが、人為的な環境破壊が懸念されている屋久島周辺の大気汚染物質の状況を明らかにすることを主眼に、屋久島西方の東シナ海上空および屋久島と九州との間の大隅海峡上空を飛行して、大気汚染物質の空間分布の構造を明らかにすることを目的とした。

#### (2) 観測手法

航空機調査で用いた測器およびその諸元は次の通りである。

オゾン：紫外線吸収法によるオゾン計 (Thermo Electron社製 Model 49)、単一光源・複光束デュアルセル方式。4 秒切り替えの高速応答型に改良。圧力および温度は自動補正される。検出限界 2 ppb。校正は本研究所で保有するオゾン校正器 (Thermo Electron社製 Model 49PS) を標準として行われた。標準器との一致は非常に良好であった。

窒素酸化物： $NO + O_3 \rightarrow NO_2^*$  の反応を利用した  $NO_2$  化学発光法による窒素酸化物分

析計を航空機観測用に改良して用いた。主な改良点は質量流量計を用いた試料空気導入法 (800 SCCM) の採用、純酸素を用いた反応用オゾンの発生法の採用、化学発光の効率を向上させるための反応槽圧力の低減 (43~39 Torr絶対圧) 等である。 $NO_x$  の  $NO$  への変換は担体担持の金属モリブデン還元剤 (反応温度 320 °C) による。また前置反応槽を通過するゼロ発光モードの自動切り換えによりバックグラウンドの発光による寄与を取り除いている ( $NO$ 、 $NO_x$ 、ゼロ測定の1サイクルで30秒の測定時間)。データの平均化のために2分の積算時間を用いた。この条件で

窒素酸化物の検出限界は25 pptv (S/N=1)。尚、フライト開始から約 1時間の間のデータは、光電子増倍管の冷却（電子冷却法を採用）不十分のため測定値が約15～5%小さ目となる。従ってこの間のデータには±15%程度の誤差が付随する。

分析計の校正は市販の窒素希釈のNO標準ガスにより行った。フライト開始からの約1時間の時間帯を除く測定時間中の測定誤差は約5%以下である。

二酸化硫黄：紫外線パルス蛍光法による自動分析計（Thermo Electron社製Model 43S）を用いて連続的に分析を行った。

### （3）観測結果

3つの測器のアナログ出力（0～1 V）を小型のデータレコーダー（TEAC社製 DR-F1）に記録し、本研究室で作成した読み取りプログラムを用いて読み取った。生データは0.1 Hzで採録された。表1～3は1分ごとの平均値を掲載してある。図1～3にはNO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、オゾン、のデータをプロットし高度のプロファイルと同時に示した。

### 文献

- 1)J.K. Angell and J. Korshover, *J. Climate Appl. Meteorol.*, 22, 1611 (1983).
- 2)J.A. Logan, *J. Geophys. Res.*, 90, 10463 (1985).
- 3)H. Rodhe, *Ambio*, 18, 155-160 (1989).
- 4)J.N. Galloway, *Ambio*, 18, 161-166 (1989).
- 5)N. Kato and H. Akimoto, *Atmos. Environ.*, 26A, 2997-3017 (1992).
- 6)H. Akimoto and H. Narita, *Atmos. Environ.*, 28A, 213-225 (1994).

表 1 : 平成 6 年 1 2 月 1 2 日の SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> の濃度変化

(1)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
11:02	4910	0.00		
11:03	5894	0.05	0.00	
11:04	6561	0.04	0.15	
11:05	7718	0.03	0.45	
11:06	8519	0.08	0.53	
11:07	8465	0.07	0.55	
11:08	8504	0.08	0.48	
11:09	8439	0.08	0.45	
11:10	8448	0.04	0.45	
11:11	8499	0.04	0.46	
11:12	8528	0.03	0.47	37.5
11:13	8469	0.03	0.48	37.9
11:14	8474	0.02	0.48	38.5
11:15	8493	0.04	0.49	38.5
11:16	8493	0.08	0.49	38.6
11:17	8502	0.07	0.51	39.8
11:18	8480	0.10	0.52	39.9
11:19	8529	0.14	0.53	40.4
11:20	8480	0.15	0.58	41.6
11:21	8510	0.15	0.61	41.5
11:22	8519	0.19	0.61	41.2
11:23	8519	0.22	0.60	40.1
11:24	8528	0.16	0.59	40.3
11:25	8519	0.18	0.60	40.2
11:26	8547	0.19	0.60	41.7
11:27	8498	0.21	0.60	40.8
11:28	8480	0.25	0.60	41.9
11:29	8543	0.22	0.61	42.5
11:30	8517	0.25	0.60	40.8
11:31	8516	0.20	0.59	41.9
11:32	8499	0.26	0.58	41.4
11:33	8550	0.22	0.57	41.4
11:34	8535	0.23	0.56	40.9
11:35	8570	0.19	0.53	42.2
11:36	8558	0.21	0.51	40.0
11:37	8499	0.24	0.51	42.1
11:38	8543	0.23	0.51	41.2
11:39	8534	0.26	0.51	43.2
11:40	8511	0.25	0.52	43.3
11:41	8544	0.24	0.50	44.1
11:42	8576	0.24	0.50	44.5
11:43	8574	0.21	0.50	44.7
11:44	8571	0.27	0.48	44.7
11:45	8540	0.25	0.48	45.9
11:46	8535	0.24	0.48	45.6
11:47	8534	0.25	0.47	46.2
11:48	8151	0.25	0.46	46.6
11:49	7118	0.25	0.46	43.7
11:50	6176	0.28	0.48	40.2
11:51	5450	0.28	0.51	39.1
11:52	5465	0.27	0.52	36.7
11:53	5456	0.24	0.51	38.5
11:54	5426	0.24	0.53	38.4

表 1：平成 6 年 1 2 月 1 2 日のSO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>の濃度変化

(2)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
11:55	5444	0.24	0.52	38.9
11:56	5402	0.23	0.51	39.2
11:57	5444	0.23	0.51	39.3
11:58	5447	0.23	0.53	39.0
11:59	5456	0.23	0.55	39.6
12:00	5450	0.24	0.57	40.0
12:01	5432	0.22	0.54	40.7
12:02	5471	0.27	0.51	42.0
12:03	5444	0.22	0.50	42.0
12:04	5468	0.24	0.49	41.1
12:05	5433	0.26	0.50	40.8
12:06	5475	0.23	0.52	40.6
12:07	5475	0.23	0.53	41.1
12:08	5420	0.22	0.51	40.3
12:09	5468	0.24	0.50	40.0
12:10	5432	0.24	0.49	40.3
12:11	5426	0.26	0.50	41.3
12:12	5439	0.27	0.51	41.9
12:13	5423	0.29	0.51	41.9
12:14	5456	0.27	0.50	41.8
12:15	5456	0.28	0.50	41.0
12:16	5451	0.30	0.52	41.5
12:17	5474	0.27	0.54	40.4
12:18	5480	0.32	0.55	40.3
12:19	5456	0.31	0.53	40.5
12:20	5478	0.30	0.52	39.6
12:21	5103	0.30	0.56	39.3
12:22	4287	0.27	0.60	41.2
12:23	3422	0.29	0.64	40.5
12:24	2889	0.27	0.69	41.5
12:25	2936	0.28	0.72	41.1
12:26	2972	0.28	0.71	41.2
12:27	2960	0.28	0.68	41.3
12:28	2957	0.26	0.66	41.8
12:29	2925	0.29	0.65	41.1
12:30	2943	0.27	0.64	41.6
12:31	2906	0.33	0.64	41.6
12:32	2972	0.31	0.67	41.4
12:33	2978	0.31	0.68	41.3
12:34	2927	0.33	0.67	41.7
12:35	2963	0.31	0.69	42.3
12:36	2951	0.32	0.73	43.0
12:37	2960	0.31	0.76	42.2
12:38	2976	0.29	0.78	41.8
12:39	2931	0.31	0.80	42.5
12:40	2972	0.28	0.78	42.6
12:41	2976	0.34	0.76	42.7
12:42	2918	0.33	0.74	42.8
12:43	2948	0.31	0.76	42.9
12:44	2930	0.34	0.76	42.3
12:45	2963	0.35	0.72	42.9
12:46	2927	0.31	0.70	43.7
12:47	2892	0.34	0.83	42.6

表 1 : 平成 6 年 1 2 月 1 2 日の SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> の濃度変化

(3)

TIME	高度 /feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
12:48	2880	0.33	0.97	42.9
12:49	2966	0.36	0.99	43.0
12:50	2937	0.36	0.96	42.0
12:51	2930	0.38	0.91	41.9
12:52	2930	0.39	0.82	44.2
12:53	2963	0.37	0.83	43.2
12:54	2936	0.33	0.86	43.1
12:55	2876	0.33	0.85	43.9
12:56	2597	0.37	0.91	43.1
12:57	2060	0.36	0.98	43.5
12:58	1376	0.37	0.98	42.7
12:59	1419	0.38	1.10	41.6
13:00	1461	0.39	1.31	39.8
13:01	1478	0.43	1.47	40.5
13:02	1463	0.51	1.63	41.6
13:03	1473	0.52	1.76	41.1
13:04	1481	0.51	1.80	41.3
13:05	1502	0.47	1.83	40.4
13:06	1505	0.47	1.78	40.8
13:07	1475	0.47	1.72	40.7
13:08	1454	0.49	1.70	40.4
13:09	1460	0.45	1.64	40.8
13:10	1484	0.41	1.61	40.7
13:11	1515	0.44	1.66	40.4
13:12	1484	0.43	1.74	40.9
13:13	1448	0.40	1.76	40.0
13:14	1448	0.40	1.77	40.6
13:15	1481	0.39	1.79	40.1
13:16	1499	0.40	1.77	39.6
13:17	1478	0.43	1.75	40.3
13:18	1448	0.42	1.68	40.3
13:19	1472	0.42	1.62	40.0
13:20	1449	0.43	1.61	41.2
13:21	1400	0.51	1.69	40.5
13:22	1484	0.53	1.75	41.1
13:23	1448	0.52	1.73	41.1
13:24	1509	0.51	1.72	40.5
13:25	1460	0.51	1.69	40.6
13:26	1487	0.50	1.67	40.4
13:27	1463	0.50	1.67	39.5
13:28	1562	0.51	1.64	39.6
13:29	2627	0.50	1.71	38.5
13:30	3518	0.40	1.50	40.8
13:31	3405	0.40	1.00	41.6
13:32	3428	0.36	0.76	41.0
13:33	3440	0.35	0.75	41.2
13:34	3429	0.35	0.78	40.5
13:35	3447	0.36	0.78	40.5
13:36	3447	0.34	0.78	40.6
13:37	3431	0.36	0.81	40.6
13:38	3452	0.36	0.82	41.4
13:39	3387	0.36	0.81	40.7
13:40	2588	0.38	0.80	41.4

表 1 : 平成 6 年 1 2 月 1 2 日のSO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>の濃度変化

(4)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
13:41	1964	0.35	0.81	40.6
13:42	1757	0.49	0.87	34.7

表 2 : 平成 6 年 1 2 月 1 4 日 (午前) の SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> の濃度変化

(1)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
9:01	5168			
9:02	6227	0.52	0.03	40.9
9:03	7443	0.12	0.05	45.5
9:04	8390	0.07	0.31	46.8
9:05	8495	0.03	0.52	48.7
9:06	8475	0.06	0.36	49.2
9:07	8510	0.06	0.23	48.5
9:08	8474	0.06	0.21	46.6
9:09	8493	0.06	0.21	46.5
9:10	8522	0.05	0.21	47.0
9:11	8495	0.00	0.21	46.2
9:12	8516	0.03	0.21	47.9
9:13	8528	0.03	0.23	45.0
9:14	8526	0.07	0.22	48.0
9:15	8528	0.05	0.21	44.0
9:16	8504	0.09	0.23	47.0
9:17	8543	0.05	0.22	45.8
9:18	8583	0.09	0.21	45.7
9:19	8546	0.11	0.22	45.2
9:20	8583	0.08	0.24	45.1
9:21	8456	0.07	0.24	46.4
9:22	8456	0.09	0.25	45.4
9:23	8492	0.09	0.24	46.6
9:24	8453	0.09	0.22	45.1
9:25	8486	0.06	0.22	45.3
9:26	8480	0.06	0.23	45.6
9:27	8457	0.10	0.26	45.1
9:28	8540	0.08	0.26	45.0
9:29	8516	0.12	0.25	44.9
9:30	8475	0.11	0.25	45.9
9:31	8495	0.10	0.24	45.1
9:32	8504	0.10	0.23	45.7
9:33	8471	0.10	0.23	44.7
9:34	8505	0.09	0.24	45.6
9:35	8498	0.17	0.24	45.2
9:36	8496	0.15	0.25	45.3
9:37	8498	0.15	0.25	45.3
9:38	8463	0.15	0.26	45.1
9:39	8516	0.15	0.27	45.8
9:40	8498	0.13	0.28	45.5
9:41	8541	0.16	0.28	45.9
9:42	8523	0.19	0.26	45.6
9:43	8448	0.22	0.26	45.5
9:44	8516	0.20	0.26	45.7
9:45	8480	0.24	0.26	46.3
9:46	8516	0.25	0.25	46.0
9:47	7868	0.23	0.25	45.8
9:48	6911	0.24	0.27	45.6
9:49	6224	0.20	0.26	46.2
9:50	5199	0.26	0.26	41.9
9:51	4433	0.34	0.46	41.8
9:52	4352	0.34	0.62	40.4
9:53	4466	0.32	0.58	39.6

表 2 : 平成 6 年 1 2 月 1 4 日 (午前) のSO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>の濃度変化

(2)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
9:54	4395	0.33	0.56	40.1
9:55	4443	0.35	0.56	40.5
9:56	4377	0.39	0.68	40.4
9:57	4334	0.44	0.93	39.8
9:58	4424	0.36	0.96	40.7
9:59	4418	0.36	0.76	39.9
10:00	4445	0.37	0.63	39.8
10:01	4401	0.33	0.60	39.9
10:02	4466	0.35	0.60	39.9
10:03	4461	0.38	0.63	39.6
10:04	4388	0.41	0.67	40.3
10:05	4409	0.41	0.76	39.5
10:06	4430	0.43	0.78	39.8
10:07	4442	0.44	0.73	39.2
10:08	4448	0.39	0.72	40.9
10:09	4448	0.45	0.77	39.4
10:10	4394	0.44	0.82	40.8
10:11	4359	0.43	0.77	42.1
10:12	4463	0.40	0.66	43.3
10:13	4463	0.40	0.56	42.0
10:14	4439	0.38	0.51	43.7
10:15	4433	0.37	0.50	43.5
10:16	4430	0.37	0.49	43.6
10:17	4437	0.41	0.43	42.6
10:18	4433	0.51	0.46	42.8
10:19	4439	0.93	0.57	42.2
10:20	4431	1.42	0.65	42.9
10:21	4448	2.25	0.71	40.8
10:22	4062	2.11	0.81	42.0
10:23	3218	3.61	0.92	39.0
10:24	3011	5.55	1.25	39.2
10:25	2931	6.00	1.57	38.9
10:26	2975	5.71	1.62	39.5
10:27	2930	4.16	1.58	40.3
10:28	2978	3.17	1.44	40.9
10:29	2960	2.52	1.33	40.0
10:30	2915	1.57	1.21	40.8
10:31	2910	0.99	1.15	39.8
10:32	2852	0.80	1.31	40.1
10:33	2930	0.85	1.60	39.0
10:34	2954	0.80	1.81	38.5
10:35	2949	1.00	1.91	38.6
10:36	2912	1.02	2.01	39.4
10:37	2934	0.91	1.91	39.1
10:38	2976	0.77	1.44	38.9
10:39	2945	0.85	1.26	39.1
10:40	2960	0.88	1.43	37.6
10:41	2961	0.95	1.63	37.3
10:42	2984	0.83	1.63	38.4
10:43	2942	0.73	1.44	39.7
10:44	2888	0.59	1.16	40.0
10:45	2961	0.52	0.88	39.9
10:46	2921	0.55	0.78	40.6



表2：平成6年12月14日（午前）のSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>の濃度変化

(3)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
10:47	2942	0.53	0.75	40.6
10:48	2924	0.52	0.78	39.8
10:49	2942	0.54	0.85	40.2
10:50	2981	0.55	0.89	39.8
10:51	2978	0.54	0.90	40.3
10:52	2931	0.53	0.86	41.0
10:53	2961	0.47	0.75	40.5
10:54	2936	0.50	0.72	41.3
10:55	2936	0.49	0.71	40.5
10:56	2963	0.46	0.69	41.0
10:57	2955	0.43	0.70	41.1
10:58	2954	0.44	0.66	40.7
10:59	2930	0.46	0.64	40.4
11:00	2937	0.44	0.66	40.8
11:01	2214	0.45	0.67	41.0
11:02	1311	0.46	0.67	40.8
11:03	1352	0.47	0.69	41.4
11:04	1430	0.45	0.71	40.4
11:05	1407	0.47	0.69	40.2
11:06	1406	0.47	0.68	40.3
11:07	1361	0.42	0.67	40.7
11:08	1394	0.45	0.64	40.5
11:09	1436	0.47	0.64	40.4
11:10	1421	0.44	0.68	41.7
11:11	1418	0.49	0.78	41.6
11:12	1491	0.49	0.82	40.7
11:13	1400	0.50	0.85	40.1
11:14	1373	0.50	0.87	40.3
11:15	1455	0.53	0.81	40.2
11:16	1419	0.49	0.80	39.8
11:17	1397	0.47	0.84	40.0
11:18	1419	0.46	0.87	40.3
11:19	1407	0.46	0.82	40.0
11:20	1442	0.48	0.78	41.1
11:21	1413	0.51	0.79	40.9
11:22	1412	0.72	1.00	38.8
11:23	1406	0.83	1.46	38.6
11:24	1391	0.93	1.79	39.0
11:25	1394	0.93	1.93	38.8
11:26	1389	0.94	1.93	38.9
11:27	1407	0.87	1.84	39.2
11:28	1385	0.79	1.62	39.6
11:29	1422	0.75	1.39	39.3
11:30	1424	0.90	1.81	38.4
11:31	1437	1.12	3.04	38.7
11:32	1427	0.97	3.84	39.0
11:33	1406	1.36	3.85	38.7
11:34	1412	2.49	3.45	39.6
11:35	1724	3.02	2.68	40.4
11:36	3113	3.85	2.00	41.5
11:37	4364	3.11	1.62	42.5
11:38	4272	1.25	1.41	42.7
11:39	4259	0.75	1.03	44.5

表 2 : 平成 6 年 1 2 月 1 4 日 (午前) のSO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>の濃度変化

(4)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
11:40	4299	0.75	0.86	43.0
11:41	4239	0.59	0.86	43.1
11:42	4256	0.63	0.53	40.7
11:43	4278	0.67	0.06	40.4

表3：平成6年12月14日（午後）のSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>の濃度変化

(1)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
13:08	4259			
13:09	5696	0.25	0.45	40.4
13:10	7160	0.17	0.96	44.8
13:11	8240	0.10	0.68	46.7
13:12	8451	0.06	0.42	45.8
13:13	8418	0.04	0.34	44.9
13:14	8427	0.07	0.33	45.4
13:15	8463	0.06	0.31	45.0
13:16	8432	0.06	0.30	44.4
13:17	8420	0.00	0.30	45.0
13:18	8510	0.03	0.31	44.7
13:19	8498	0.03	0.31	45.2
13:20	8468	0.04	0.30	43.3
13:21	8504	0.04	0.29	44.7
13:22	8534	0.07	0.29	43.4
13:23	8489	0.03	0.29	43.5
13:24	8492	0.09	0.30	44.1
13:25	8486	0.13	0.29	43.9
13:26	8502	0.09	0.29	43.6
13:27	8483	0.10	0.30	43.2
13:28	8523	0.12	0.30	43.8
13:29	8516	0.10	0.30	43.2
13:30	8516	0.13	0.31	42.8
13:31	8487	0.13	0.31	41.8
13:32	8495	0.15	0.31	42.3
13:33	8516	0.14	0.31	42.3
13:34	8499	0.17	0.31	42.3
13:35	8489	0.15	0.33	42.5
13:36	8510	0.16	0.34	41.4
13:37	8495	0.15	0.34	41.8
13:38	8550	0.18	0.33	42.0
13:39	8507	0.17	0.31	42.7
13:40	8519	0.17	0.31	42.0
13:41	8523	0.19	0.33	41.2
13:42	8570	0.22	0.35	42.1
13:43	8519	0.22	0.35	42.2
13:44	8541	0.20	0.34	41.4
13:45	8543	0.23	0.34	41.5
13:46	8534	0.24	0.34	41.1
13:47	8528	0.23	0.35	42.4
13:48	8495	0.30	0.35	41.1
13:49	8510	0.27	0.34	42.9
13:50	8483	0.27	0.32	41.2
13:51	8528	0.29	0.32	42.9
13:52	8570	0.28	0.32	42.5
13:53	8499	0.29	0.31	43.7
13:54	8537	0.31	0.29	42.2
13:55	8517	0.32	0.30	42.6
13:56	8523	0.33	0.31	42.3
13:57	8132	0.33	0.32	42.4
13:58	7568	0.26	0.33	40.0
13:59	6435	0.28	0.35	44.2
14:00	6603	0.27	0.35	44.1

表3：平成6年12月14日（午後）のSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>の濃度変化

(2)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
14:01	6338	0.28	0.31	45.0
14:02	5031	0.28	0.29	43.5
14:03	4323	0.34	0.41	42.2
14:04	4263	0.35	0.61	42.1
14:05	4340	0.36	0.65	41.5
14:06	4316	0.36	0.63	41.6
14:07	4359	0.34	0.66	42.2
14:08	4377	0.34	0.66	41.6
14:09	4349	0.31	0.62	41.9
14:10	4329	0.34	0.62	42.2
14:11	4353	0.38	0.64	42.7
14:12	4382	0.35	0.64	41.6
14:13	4370	0.34	0.65	41.8
14:14	4361	0.35	0.67	41.9
14:15	4374	0.33	0.66	41.2
14:16	4412	0.35	0.66	41.4
14:17	4361	0.36	0.66	41.5
14:18	4400	0.35	0.64	41.2
14:19	4389	0.34	0.61	42.0
14:20	4365	0.32	0.61	41.9
14:21	4391	0.36	0.62	41.7
14:22	4383	0.36	0.64	41.4
14:23	4374	0.35	0.66	41.4
14:24	4367	0.35	0.66	42.0
14:25	4376	0.34	0.66	41.6
14:26	4341	0.37	0.66	42.1
14:27	4364	0.38	0.65	41.9
14:28	4394	0.38	0.66	41.4
14:29	4382	0.40	0.67	41.5
14:30	4376	0.40	0.69	41.9
14:31	4407	0.36	0.72	41.8
14:32	4343	0.34	0.72	42.2
14:33	4349	0.37	0.70	41.7
14:34	3896	0.34	0.72	41.8
14:35	3111	0.37	0.73	41.1
14:36	2988	0.44	0.76	41.2
14:37	2985	0.45	0.86	42.0
14:38	2927	0.42	0.93	42.1
14:39	2958	0.40	0.90	42.6
14:40	2975	0.39	0.87	41.5
14:41	2925	0.34	0.84	41.0
14:42	2949	0.35	0.76	41.6
14:43	2919	0.36	0.74	42.2
14:44	2960	0.38	0.74	41.3
14:45	2942	0.35	0.71	41.1
14:46	2951	0.36	0.70	42.0
14:47	2997	0.38	0.69	41.4
14:48	2937	0.39	0.69	41.7
14:49	2912	0.38	0.69	41.2
14:50	2961	0.37	0.69	41.2
14:51	2903	0.38	0.69	41.5
14:52	2927	0.32	0.68	42.1
14:53	2990	0.34	0.68	41.3

表3：平成6年12月14日（午後）のSO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>の濃度変化

(3)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
14:54	2954	0.37	0.68	42.0
14:55	3020	0.33	0.67	42.0
14:56	2984	0.35	0.67	41.5
14:57	3008	0.33	0.68	42.1
14:58	2940	0.34	0.70	41.4
14:59	2984	0.33	0.69	42.1
15:00	2963	0.36	0.67	41.6
15:01	2984	0.42	0.75	42.2
15:02	2991	0.33	0.80	41.1
15:03	2963	0.31	0.71	41.6
15:04	2997	0.31	0.65	41.1
15:05	2943	0.31	0.64	41.1
15:06	3006	0.34	0.63	41.1
15:07	2933	0.30	0.61	41.5
15:08	2417	0.31	0.62	41.2
15:09	1412	0.31	0.63	41.5
15:10	1461	0.32	0.63	41.2
15:11	1422	0.31	0.63	42.3
15:12	1484	0.28	0.63	42.9
15:13	1503	0.32	0.65	41.8
15:14	1457	0.33	0.66	42.0
15:15	1493	0.35	0.68	41.9
15:16	1481	0.32	0.68	42.4
15:17	1509	0.33	0.68	40.8
15:18	1455	0.33	0.70	41.1
15:19	1442	0.37	0.75	41.6
15:20	1488	0.34	0.76	41.9
15:21	1463	0.32	0.72	41.5
15:22	1455	0.28	0.70	42.3
15:23	1490	0.28	0.68	41.4
15:24	1449	0.33	0.70	41.1
15:25	1527	0.32	0.70	41.2
15:26	1478	0.36	0.68	41.6
15:27	1457	0.33	0.69	41.6
15:28	1488	0.34	0.69	42.4
15:29	1449	0.35	0.69	42.0
15:30	1479	0.34	0.71	42.2
15:31	1500	0.34	0.73	42.0
15:32	1509	0.36	0.84	40.7
15:33	1445	0.32	0.85	41.9
15:34	1488	0.36	0.75	41.5
15:35	1478	0.36	0.77	42.1
15:36	1494	0.34	0.79	41.6
15:37	1503	0.38	0.79	41.9
15:38	1515	0.44	0.86	42.2
15:39	1496	0.43	0.94	42.1
15:40	1454	0.44	0.99	42.1
15:41	1437	0.49	1.07	41.9
15:42	1511	0.48	1.09	42.3
15:43	2456	0.53	1.20	41.6
15:44	3327	0.49	1.31	42.2
15:45	3351	0.49	1.27	42.0
15:46	3368	0.51	1.21	42.2

表 3：平成 6 年 1 2 月 1 4 日（午後）のSO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>の濃度変化

(4)

TIME	高度/feet	SO <sub>2</sub> /ppb	NO <sub>x</sub> /ppb	O <sub>3</sub> /ppb
15:47	3357	0.51	1.19	42.7
15:48	3351	0.51	1.23	42.7
15:49	3339	0.51	1.21	43.1
15:50	3353	0.59	1.22	42.7
15:51	3320	0.69	1.27	42.7
15:52	3326	0.95	1.38	41.9
15:53	3320	0.97	1.78	41.2
15:54	3320	0.80	2.31	26.7

N-S

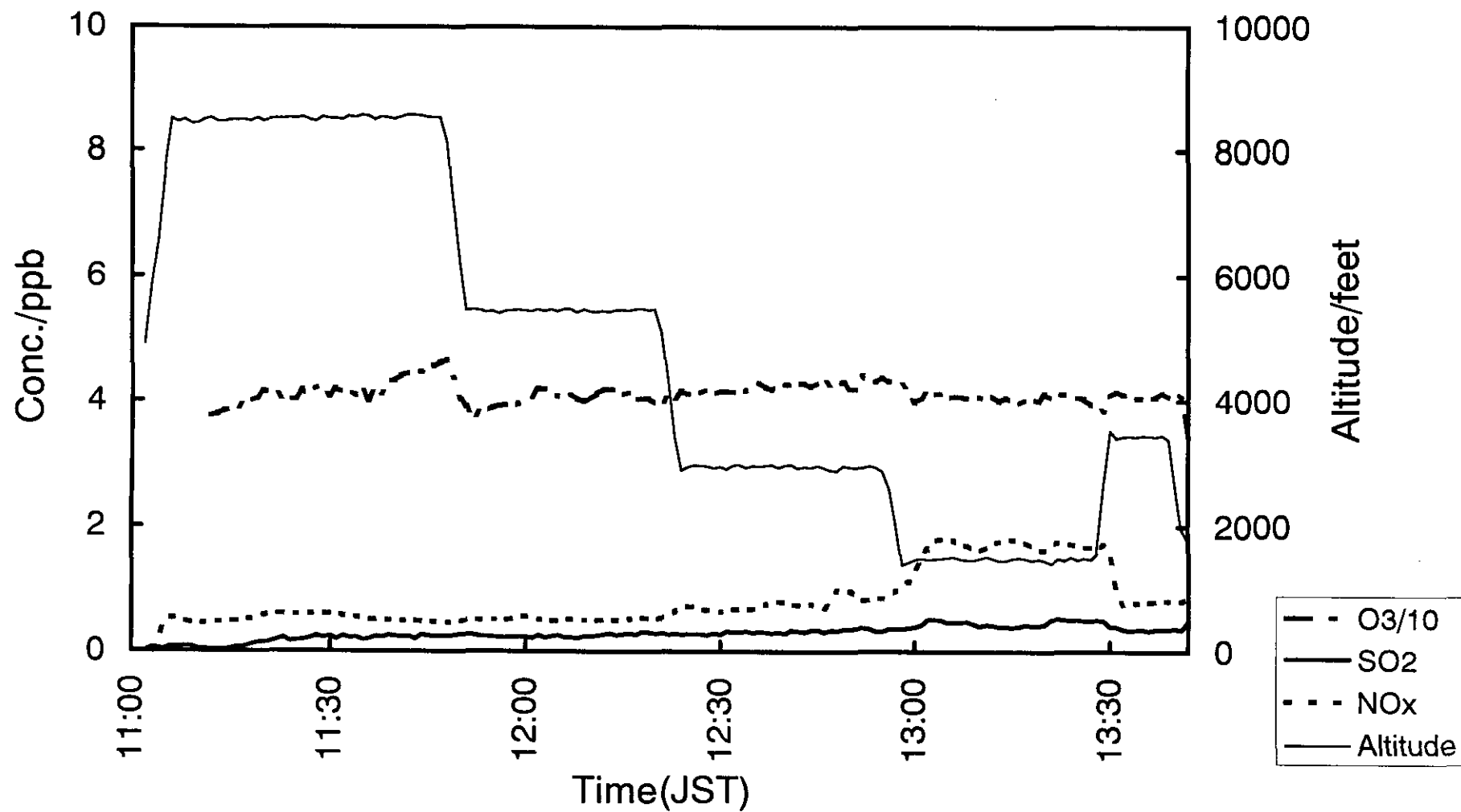


図1：平成6年12月12日のSO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>の濃度変化

E-W

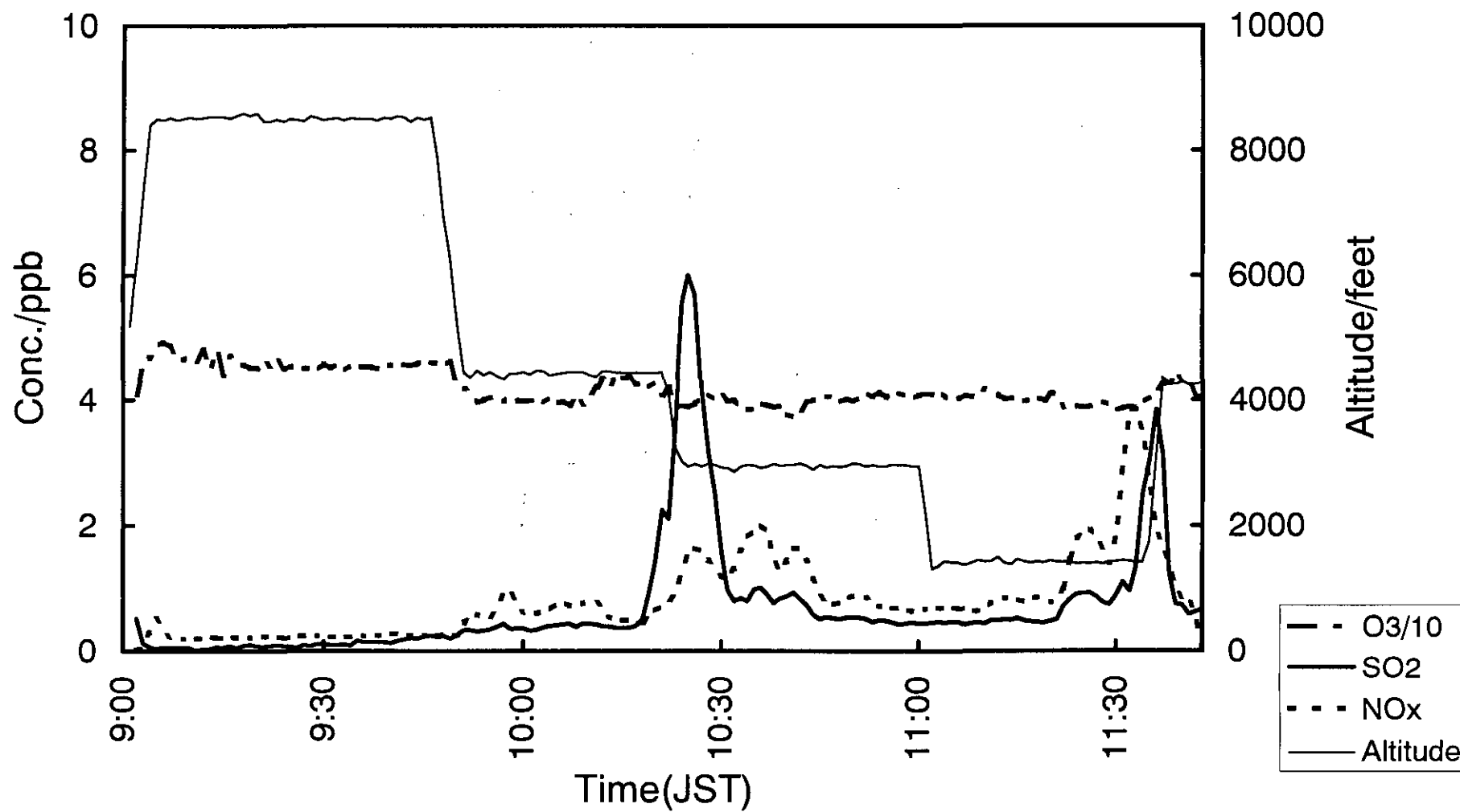


図2：平成6年12月14日（午前）のSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>の濃度変化



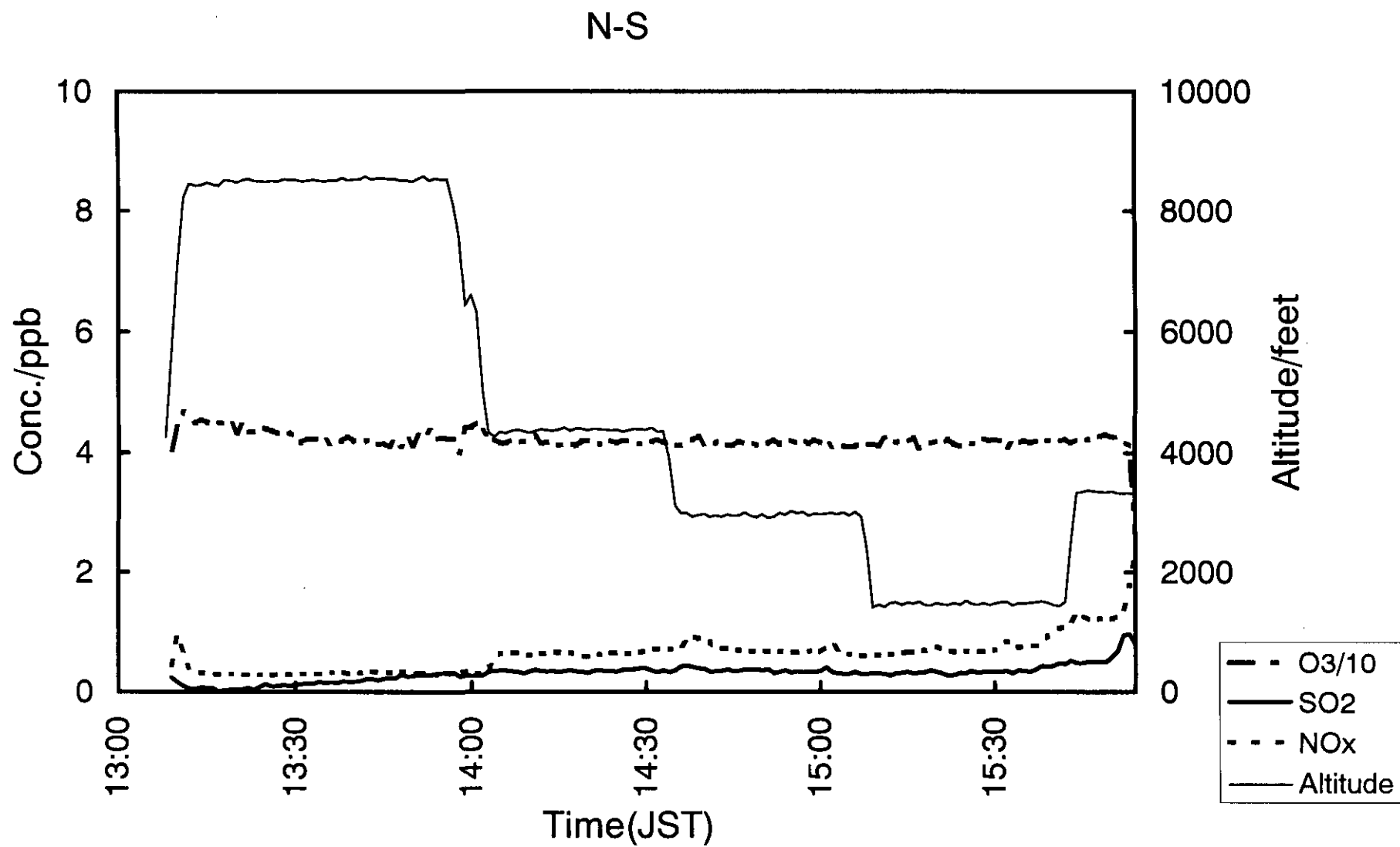


図3：平成6年12月14日（午後）のSO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>の濃度変化