

パーオキシアセチルナイトレートの健康影響に関する  
疫学研究知見及び人志願者実験知見のとりまとめ結果（案）

我が国では、光化学オキシダントを「オゾン、パーオキシアセチルナイトレートその他の光化学反応により生成される酸化性物質（中性ヨウ化カリウム溶液からヨウ素を遊離するものに限り、二酸化窒素を除く。）」と定義し環境基準を設定している一方、多くの諸外国では、光化学オキシダントではなく、オゾンの評価対象物質とした環境基準が設定されている。

我が国において従来の光化学オキシダントの定義を維持した環境基準を設定することが適切か否かの議論をする前提として、オゾンとオゾン以外の光化学オキシダント成分の健康影響に関する科学的知見を別々に検討・評価することが適切であると判断される（第2回光化学オキシダント健康影響評価検討会（令和4年5月17日開催）資料3「光化学オキシダントの健康リスクに関する定量評価について（案）」）。

従って、本資料では、光化学オキシダントに含まれるオゾン以外の物質として、パーオキシアセチルナイトレート（Peroxyacetyl nitrate（PAN、 $\text{CH}_3\text{-C}(\text{O})\text{O}_2\text{NO}_2$ ））の健康影響に関する疫学分野、人志願者実験分野の知見を整理した。

1. パーオキシアセチルナイトレートの健康影響について疫学研究、人志願者実験において調査されている影響評価指標

第2回光化学オキシダント健康影響評価検討会において示した収集・整理方法（第2回光化学オキシダント健康影響評価検討会資料2-1）に基づいて収集・整理した科学的知見（第2回光化学オキシダント健康影響評価検討会資料2-2）のうち、疫学分野においてパーオキシアセチルナイトレート（PAN）の健康影響を調査した研究は1報であり、呼吸器系への影響と目の刺激等の自覚症状を調査した研究であった。

表1 PANの短期曝露による健康影響に係る疫学における主な影響の指標と知見数

影響	呼吸器系への影響、目の刺激等の自覚症状
曝露指標	日単位濃度指標値（当日の日最高1時間値）
影響指標	毎日の呼吸器症状、胸部不快感、目の刺激、全般的気分についての自己申告、毎週の呼吸機能
知見数*	1報（0報）

\*（）外は収集したすべての知見数、（）内は信頼できる科学的知見として抽出された知見数

第2回光化学オキシダント健康影響評価検討会において示した収集・整理方法（第2回光化学オキシダント健康影響評価検討会資料2-1）に基づいて収集・整理した科学的知見（第2回光化学オキシダント健康影響評価検討会資料2-2）のうち、人志願者実験分野において、PANの健康影響を調査した研究は、いずれも短期の曝露による影響を調査した研究であり、呼吸器系への影響を調査した研究と目の刺激性反応を調査した研究があった（表2）。

35 呼吸器系への影響については、マウスピースや曝露チャンバー等による吸入曝露により酸素摂取量、最  
 36 大有酸素運動能力、FVC、FEV<sub>1.0</sub>等を評価した知見が得られており、曝露の指標としては、曝露時間、曝  
 37 露濃度、分時換気量の組み合わせで主に表され、知見の数は11報得られた。

38 目の刺激性反応については、ゴーグルや曝露チャンバー等による目への曝露により目の刺激や目の疲  
 39 れの自覚症状について評価した知見が得られており、曝露の指標としては、曝露時間、曝露濃度の組み合  
 40 わせで表され、知見の数は7報得られた。

41

42 表2 PANの短期曝露による健康影響に係る人志願者実験知見における主な影響の指標と知見数

影響	呼吸器系への影響	目の刺激性反応
曝露指標	曝露時間（数分～数時間の単回曝露又は反復曝露）×曝露濃度×分時換気量の組み合わせ	曝露時間（数分～数時間の単回曝露又は反復曝露）×曝露濃度
影響指標	酸素摂取量、最大有酸素運動能力、FVC、FEV <sub>1.0</sub> 等の各種指標のレベルや変化率ないし清浄空気曝露時からの変化量等	目の刺激や目の疲れの自覚症状のレベルや報告人数
知見数*	11報（11報）	7報（7報）

43 \*（）外は収集したすべての知見数、（）内は信頼できる科学的知見として抽出された知見数

44

45 以上の知見のうち、第2回光化学オキシダント健康影響評価検討会資料3「光化学オキシダントの健康  
 46 リスクに関する定量評価について（案）」において示した考え方にに基づき抽出した信頼できる科学的知見  
 47 の内容を以下に研究分野ごとにとりまとめた。

48

49 2. 疫学分野

50 PANを対象とした疫学調査については、第2回光化学オキシダント健康影響評価検討会資料3「光化  
 51 学オキシダントの健康リスクに関する定量評価について（案）」において示した考え方にに基づく信頼でき  
 52 る科学的知見は得られなかった。

53

54 3. 人志願者実験分野

55 人志願者にPANを曝露し、その健康影響を調査した人志願者実験研究の概要を表3に示す。

56

57 3.1. 呼吸器系への影響

58 呼吸器系への影響を評価した研究としては、Smith(1965)、Drinkwater *et al.* (1974)、Raven *et al.* (1974a)、  
 59 Raven *et al.* (1974b)、Gliner *et al.* (1975)、Raven *et al.* (1976)、Drechsler-Parks *et al.* (1984)、Horvath *et al.* (1986)、  
 60 Drechsler-Parks *et al.* (1987a)、Drechsler-Parks *et al.* (1987c)、Drechsler-Parks *et al.* (1989)があり、これらの研  
 61 究では、0.13～0.30 ppmのPANを17分～4時間曝露し、酸素摂取量、最大有酸素運動能力、呼吸機能、  
 62 症状等について調査している。

63 Smith(1965)は、男子大学生を対象に0.3 ppm PANを17分間（途中で運動5分間）曝露した結果、運動  
 64 中の酸素摂取量の増加、運動後の回復期間中の呼気最大速度の低下がみられた。一方、Drinkwater *et al.*  
 65 (1974)、Raven *et al.* (1974a)、Raven *et al.* (1974b)は、健康な若年及び中年の非喫煙者及び喫煙者の男性を

66 対象とし、0.27 ppm PAN を約 40 分（安静 5 分、最大有酸素運動能力試験約 20 分、安静 15 分）、室温 25°C  
67 又は 35°C で曝露した結果、PAN による最大有酸素運動能力（ $\dot{V}O_2\max$ ）や運動継続時間等への影響はみら  
68 れなかった。

69 呼吸機能について、Raven *et al.* (1976) は、平均年齢 23.1 歳の健康な男性を対象とし、0.24 ppm PAN を  
70 4 時間、間欠運動条件下で曝露した結果、FVC が曝露前後で 4% 低下した。この FVC への影響は、平均年  
71 齢 47.8 歳の中年男性被験者群ではみられず、また、FEV<sub>1</sub> 等のその他呼吸機能に関する指標には影響はみ  
72 られなかった。また、Horvath *et al.* (1986) と Drechsler-Parks *et al.* (1984) は、18～36 歳の女性又は男性を対  
73 象とし、0.27 又は 0.30 ppm PAN を 2 時間、間欠運動条件下で曝露した結果、PAN 単独曝露では呼吸機能  
74 （FVC、FEV<sub>1.0</sub>、FEF<sub>25-75%</sub>等）に影響はみられなかった。

75 PAN と他の汚染物質との複合曝露影響を評価した知見としては CO、O<sub>3</sub>、NO<sub>2</sub> との複合曝露の調査事例  
76 がある。

77 PAN と CO の複合曝露については、Drinkwater *et al.* (1974)、Gliner *et al.* (1975)、Raven *et al.* (1974a)、  
78 Raven *et al.* (1974b)、Raven *et al.* (1976) が、0.24 ppm 又は 0.27 ppm PAN と 50 ppm CO を 4 時間又は約 40  
79 分間曝露した際の運動継続時間、最大有酸素運動能力や体温調節反応、呼吸機能への影響等を調査して  
80 いるが、影響の増強はみられていない。

81 PAN と O<sub>3</sub> の複合曝露については、Drechsler-Parks *et al.* (1984)、Drechsler-Parks *et al.* (1987a)、Drechsler-  
82 Parks *et al.* (1987c)、Drechsler-Parks *et al.* (1989)、Horvath *et al.* (1986) が呼吸機能や呼吸器症状に及ぼす影響  
83 を調査しており、更に Drechsler-Parks *et al.* (1987c) と Drechsler-Parks *et al.* (1989) は PAN と O<sub>3</sub> と NO<sub>2</sub> の複  
84 合曝露の影響を調査している。Drechsler-Parks *et al.* (1984) と Horvath *et al.* (1986) は、18～36 歳の女性又は  
85 男性を対象とし、0.27～0.30 ppm PAN と 0.45～0.48 ppm O<sub>3</sub> を 2 時間、間欠運動条件下で曝露した結果、  
86 PAN と O<sub>3</sub> の複合曝露は O<sub>3</sub> 単独曝露でみられた呼吸機能への影響を増強した。一方、Drechsler-Parks *et al.*  
87 (1987a)、Drechsler-Parks *et al.* (1987c)、Drechsler-Parks *et al.* (1989) は、平均 24 歳又は 18～26 歳と 51～76  
88 歳の男女を対象に 0.30 ppm 又は 0.13 ppm PAN と 0.45 ppm O<sub>3</sub> の複合曝露を 2 時間、間欠運動条件下で実  
89 施した結果、O<sub>3</sub> 単独曝露による影響との間に差はみられなかった。Drechsler-Parks *et al.* (1987a) は、0.30  
90 ppm PAN と 0.45 ppm O<sub>3</sub> の複合曝露を 1 日 2 時間、5 日間反復曝露した結果、呼吸機能や症状について適  
91 応は生じるが不完全であり、3～7 日間の間に消失した。

92 PAN と NO<sub>2</sub> の複合曝露については Drechsler-Parks *et al.* (1987c) が調査しているが、18～26 歳と 51～76  
93 歳の男女を対象に 0.13 ppm PAN と 0.60 ppm NO<sub>2</sub> の複合曝露を 2 時間、間欠運動条件下で実施した結果、  
94 呼吸機能や心拍数等に影響はみられなかった。

95

### 96 3.2. 目の刺激性反応

97 PAN を対象とした人志願者実験研究の内、PAN による目の刺激性反応を報告した研究としては、曝露  
98 チャンバーでの曝露による研究（Drechsler-Parks *et al.*, 1984; Drechsler-Parks *et al.*, 1987c; Drechsler-Parks *et*  
99 *al.*, 1989; Gliner *et al.*, 1975; Horvath *et al.*, 1986）と、ゴーグル等により目を直接曝露した研究（Okawada *et*  
100 *al.*, 1979; Stephens *et al.*, 1961）がある。

101 曝露チャンバーで 0.13～0.3 ppm PAN を単独又は CO、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub> と複合的に 2 時間又は 4 時間曝露した  
102 研究（Drechsler-Parks *et al.*, 1984; Drechsler-Parks *et al.*, 1987c; Drechsler-Parks *et al.*, 1989; Gliner *et al.*, 1975;  
103 Horvath *et al.*, 1986）では、PAN が含まれる曝露では、目の刺激等の目の症状を報告した被験者数が増加

104 した。

105 また、Okawada *et al.* (1979)と Stephens *et al.* (1961)は、0.05～0.5 ppm の PAN を含む気体を被験者の目  
106 に曝露した結果、Okawada *et al.* (1979)は 300 秒の曝露で 0.05 ppm 以上、Stephens *et al.* (1961)は 12 分の曝  
107 露で 0.5 ppm で目への刺激がみられた。

108

表 3 パーオキシアセチルナイトレート (PAN) の人志願者実験 (曝露方法、曝露濃度順)

文献	被験者の特性	被験者の年齢 性別・人数	PAN (ppm)	曝露時間、運動の概要、分時換気量	PAN の調整 方法	曝露時の PAN の測定	PAN の影響に関する主な結果
マウスピース等による吸入曝露							
Raven <i>et al.</i> (1974b) Drinkwater <i>et al.</i> (1974)	健康者 喫煙者 10 人 非喫煙者 10 人	21~30 歳 男性 20 人	0 0.27	約 40 分間 一時的な運動 (安静 5 分後、93~94 m/min で毎分 1% 負荷を増し継続不可となるまで歩行 (約 20 分)、安静 15 分)  室温 25°C : ろ過空気曝露時の V O <sub>2</sub> max で平均 107.9 L/min (非喫煙者)、110.6 L/min (喫煙者) 室温 35°C : VO <sub>2</sub> max 時の平均 93.9~98.7 L/min (非喫煙者)、102.1~112.2 L/min (喫煙者)  室温 25°C、35°C 50 ppm CO との複合曝露あり	1000 ppm の PAN を希釈 (ソースタンクは 8°C 保管、赤外分光分析により定期的に濃度を確認)	電子捕獲検出器を用いるガスクロマトグラフ法 (GC-ECD) で曝露中に 2 回測定	PAN 曝露、PAN+CO 曝露は、最大有酸素運動能力 (VO <sub>2</sub> max)、運動継続時間、VO <sub>2</sub> max 時点の心肺反応 (分時換気量、呼吸交換比、心拍数等)、体温等に影響を与えなかった。
Raven <i>et al.</i> (1974a)	健康者 喫煙者 7 人 非喫煙者 9 人	40~57 歳 男性 16 人	0 0.27	約 40 分間 一時的な運動 (安静 5 分後、93 m/min で毎分 1% 負荷を増し継続不可となるまで歩行 (喫煙者平均約 15 分、非喫煙者平均約 19 分)、安静 15 分)  室温 25°C : VO <sub>2</sub> max 時の平均 93.3~100.0 L/min (非喫煙者)、81.7~90.5 L/min (喫煙者) 室温 35°C : VO <sub>2</sub> max 時の平均 92.2~98.8 L/min (非喫煙者)、73.6~82.6 L/min (喫煙者)  室温 25°C、35°C 50 ppm CO との複合曝露あり	1000 ppm の PAN を希釈	GC-ECD で曝露中に 2 回測定	PAN 曝露、PAN+CO 曝露は、最大有酸素運動能力 (VO <sub>2</sub> max)、運動継続時間、VO <sub>2</sub> max 時の心肺反応 (心拍数、一回換気量、呼吸数等)、体温等に影響を与えなかった。

文献	被験者の特性	被験者の年齢 性別・人数	PAN (ppm)	曝露時間、運動の概要、分時換気量	PAN の調整 方法	曝露時の PAN の測定	PAN の影響に関する主な結果
Smith (1965)	健康者 喫煙記載なし	平均 21 歳 男性 32 人	0 0.3	17 分間 一時的な運動 (5 分安静後、5 分間運動、7 分間回復)	記載なし	記載なし	ろ過空気曝露と比較し、PAN 曝露では運動中の酸素摂取量の増加、運動後の回復中の呼気最大速度の低下がみられた。運動中の呼吸数、呼気体積には差がみられなかった。
チャンバー曝露 (吸入及び目の曝露)							
Drechsler-Parks <i>et al.</i> (1987c) Drechsler-Parks <i>et al.</i> (1989)	健康者 非喫煙者	18~26 歳 (若年) 男性 8 人、女性 8 人  51~76 歳 (中高年) 男性 8 人、女性 8 人	0 0.13	2 時間 間欠運動 (運動 20 分、休憩 20 分) 約 25 L/min  PAN 単独の他に以下の曝露を実施 0.45 ppm O <sub>3</sub> 0.60 ppm NO <sub>2</sub> 0.13 ppm PAN+0.45 ppm O <sub>3</sub> 0.60 ppm NO <sub>2</sub> +0.45 ppm O <sub>3</sub> 0.13 ppm PAN+0.60 ppm NO <sub>2</sub> 0.13 ppm PAN+0.60 ppm NO <sub>2</sub> +0.45 ppm O <sub>3</sub>	約 1000 ppm の PAN を希釈 (ソースタックは 8°C 保管)	GC-ECD で曝露チャンバー内の空気を 10 分ごとに測定	PAN 単独曝露及び PAN+NO <sub>2</sub> 曝露は、呼吸機能 (FVC、FEV <sub>1</sub> 、FEF <sub>25-75%</sub> 等) や心拍数等に影響を与えなかった。PAN+O <sub>3</sub> 、PAN+NO <sub>2</sub> +O <sub>3</sub> の複合曝露では呼吸機能の低下は誘発されるが、O <sub>3</sub> 単独曝露による影響との差はみられず、O <sub>3</sub> 、NO <sub>2</sub> 、PAN の間の交互作用はみられなかった。 O <sub>3</sub> を含む曝露後の症状報告数は O <sub>3</sub> を含まない曝露後よりも多く、さらに、中高年者女性群を除き、O <sub>3</sub> を含む複合曝露後の方が O <sub>3</sub> 単独曝露後よりも多くの症状が報告された。目の刺激の報告数の増加は PAN、異臭、咳、息切れ、胸部圧迫感 O <sub>3</sub> が曝露に含まれることとそれぞれ関連した。目の刺激の報告は主として PAN を含む曝露後の若年者からの報告であった。
Gliner <i>et al.</i> (1975) Raven <i>et al.</i> (1976)	健康者 非喫煙者 5 人 喫煙者 5 人  健康者 非喫煙者 4 人 喫煙者 5 人	22~26 歳 (若年) 男性 10 人  45~55 歳 (中年) 男性 9 人	0 0.24	4 時間 間欠運動 (35%VO <sub>2</sub> max の運動 50 分、休憩 10 分。最後の運動 60 分) 20~30 L/min  室温 25°C、35°C 50 ppm CO との複合曝露あり	1000 ppm の PAN を希釈 (ソースタックは 8°C で保管し、実験中はグリセロール浴により同温度を維持)	GC-ECD で曝露チャンバー内の空気を、被験者のチャンバール入室前と曝露中 30 分ごとに測定	PAN 曝露、PAN+CO 曝露は、心拍数、心係数、血圧、体温等に影響を及ぼさなかった。 呼吸機能については、若年者群でのみ PAN 曝露、PAN+CO 曝露後の FVC が曝露前からそれぞれ 4%、7.3%低下した。中年者群では曝露気体による FVC の変化はみられなかった。FEV <sub>1</sub> 、FEV <sub>2</sub> 、FEV <sub>3</sub> 、FEV <sub>1</sub> /FVC、MMFR、IC、ERV 等その他呼吸機能指標については、曝露気体による差はみられなかった。 PAN 曝露、PAN+CO 曝露は、目の刺激、目の霞、目の疲れを訴える被験者がろ過空気曝露、CO 曝露よりも多く、35°Cでの PAN 曝露、PAN+CO 曝露の主観的症狀の報告はろ過空気曝露、CO 曝露よりも多かった。

文献	被験者の特性	被験者の年齢 性別・人数	PAN (ppm)	曝露時間、運動の概要、分時換気量	PAN の調整 方法	曝露時の PANの測定	PANの影響に関する主な結果
Horvath <i>et al.</i> (1986)	健康者 非喫煙者	19～36歳 女性 10人	0 0.27	2時間 間欠運動（運動 20分、休憩 15分） 25 L/min  0.48 ppm O <sub>3</sub> との複合曝露あり	約 1000 ppm の PAN を希 釈（ソースタ ンクは 8℃で 保管し、曝露 前に赤外分 光分析で分 析）	GC-ECDで曝 露チャンバ ー内の空気 を5分ごとに 測定	ろ過空気、PAN 曝露において呼吸機能への影響は みられなかった。 O <sub>3</sub> 曝露、PAN+O <sub>3</sub> 曝露により、呼吸機能（FVC、 FEV <sub>1.0</sub> 、FEV <sub>2.0</sub> 、FEV <sub>3.0</sub> 、FEF <sub>25-75%</sub> 、IC、ERV、TLC） の低下がみられ、PAN+O <sub>3</sub> 曝露の低下幅は O <sub>3</sub> 単 独曝露よりも大きかった。 曝露後の症状報告数は、ろ過空気<PAN<O <sub>3</sub> < PAN+O <sub>3</sub> であり、PAN 曝露の症状は主に目の刺激 であった。
Drechsler- Parks <i>et al.</i> (1984)	健康者 非喫煙者	18～32歳 男性 10人	0 0.30	2時間 間欠運動（運動 20分、休憩 15分） 約 27 L/min  0.45 ppm O <sub>3</sub> との複合曝露あり	約 1000 ppm の PAN を希 釈（ソースタ ンクは 8℃で 保管し、曝露 前に赤外分 光分析で分 析）	GC-ECDで曝 露チャンバ ー内の空気 を5分ごとに 測定	ろ過空気、PAN 曝露において呼吸機能への影響は みられなかった。 O <sub>3</sub> 曝露、PAN+O <sub>3</sub> 曝露により、呼吸機能（FVC、 FEV <sub>1.0</sub> 、FEV <sub>2.0</sub> 、FEV <sub>3.0</sub> 、FEF <sub>25-75%</sub> 、IC、TLC）の 低下がみられ、PAN+O <sub>3</sub> 曝露の低下幅は O <sub>3</sub> 単 独曝露よりも平均で約 10%大きかった。 曝露後の症状報告数は、ろ過空気<PAN<O <sub>3</sub> < PAN+O <sub>3</sub> であり、PAN 曝露の症状は主に目の刺激 と PAN のにおいによるものであった。
Drechsler- Parks <i>et al.</i> (1987a)	健康者 非喫煙者	平均 24歳 男性 3人、女性 5 人	0 0.30 ( O <sub>3</sub> と の 複 合 曝 露 の み)	2時間 間欠運動（運動 20分、休憩 20分） 27 L/min  0.45 ppm O <sub>3</sub> 0.30 ppm PAN+0.45 ppm O <sub>3</sub> (PAN+O <sub>3</sub> ) PAN+O <sub>3</sub> を 5 日間反復曝露後、その 3 日後と 7 日後に PAN+O <sub>3</sub> を再度曝露	約 1000 ppm の PAN を希 釈（ソースタ ンクは 8℃で 保管し、曝露 前に赤外分 光分析で分 析）	GC-ECDで曝 露チャンバ ー内の空気 を5分ごとに 測定	O <sub>3</sub> 曝露と PAN+O <sub>3</sub> 反復曝露初日の呼吸機能 （FVC、FEV <sub>1.0</sub> 、FEF <sub>25-75%</sub> ）については、同程度の 低下がみられた。PAN+O <sub>3</sub> の反復曝露による呼吸 機能の低下は曝露 2 日目において最大となり、曝 露 3 日目の低下は曝露初日と同程度であった。反 復曝露 4 日目、5 日目の FVC、FEV <sub>1.0</sub> 、FEF <sub>25-75%</sub> の低下は平均 4～12%と小さくなったものの適応 は不完全であった。適応の持続期間については、 PAN+O <sub>3</sub> 反復曝露から 3 日後の再曝露で低下がみ られたのは FVC のみだが、7 日後の再曝露では FVC、FEV <sub>1.0</sub> 、FEF <sub>25-75%</sub> の低下がみられ、PAN+O <sub>3</sub> 反復曝露に対する適応は 3～7 日の間に消失した ことが示された。曝露後の症状報告数は、PAN+ O <sub>3</sub> 曝露後が、ろ過空気曝露後、O <sub>3</sub> 単独曝露後よ りも常に多かった。症状の報告数は概ね呼吸機能 と同様に变化した。

文献	被験者の特性	被験者の年齢 性別・人数	PAN (ppm)	曝露時間、運動の概要、分時換気量	PAN の調整 方法	曝露時 PAN の測定	PAN の影響に関する主な結果
ゴーグル等による目の曝露							
Okawada <i>et al.</i> (1979)	記載なし 喫煙状況記載なし	19～32 歳 10～22 人(性別記載なし)	0.05 ～3	300 秒 ガス封入バッグから 400 mL/min で 流出し、目に曝露  PAN、パーオキシベンゾイルナイト レート (PBzN)、ホルムアルデヒドを 単独または O <sub>3</sub> との混合気体として 曝露	記載なし	GC-ECD によ り測定	反応遅延時間、目の刺激性反応の程度により目の 刺激を評価した。 PAN の目の刺激の閾値は 0.05ppm 以上であった。 曝露濃度と目の刺激の程度との関係を見ると、 PAN は勾配が緩く 3 ppm で「重度 (疼痛反射)」 のレベルに到達した。
Stephens <i>et al.</i> (1961)	健康者 喫煙状況記載なし	大学生 男女 13～20 人	0 0.5～5	5～15 分 ゴーグル内に通気し目に曝露  PAN、ホルムアルデヒド、アクロレ イン、アセチルナイトレート、アセ トアルデヒド、紫外線照射反応生成 物 (オレフィン+NO、アセトアルデ ヒド+NO)、暗所反応生成物 (O <sub>3</sub> +オ レフィン) を曝露	2-ブテンと NO の光化学 反応により 生成した PAN をガス クロマトグ ラフ法によ り精製しゴ ーグル内に 通気	曝露直前に 赤外分光分 析により測 定。 紫外線照射 反応生成物 についても 赤外分光分 析で確認。	30 秒ごとに刺激の程度 (無し、中度、重度) を報 告することで目の刺激を調査した。 PAN は 2 ppm を 5 分間、1 ppm を 10～15 分間の 曝露で目への刺激性が報告され、目の刺激性の検 出閾値は 0.5 ppm の 12 分曝露付近とみられた。 NO と一部のオレフィンとの光化学反応により、 目に刺激性を有するホルムアルデヒド、アクロレ イン、PAN が生成された。アクロレインはホルム アルデヒドの 2～3 倍刺激性があり、PAN はその 中間程度であった。