

# 地球温暖化物質 (亜酸化窒素) 分解装置開発のための調査研究

松浪有高\*、立花一志\*

名古屋大学工学部・工学研究科技術部

## はじめに

近年の大気中の地球温暖化ガス濃度の急激な増加は、地球上に生息するあらゆる動植物の驚異となりつつある。このため 1997 年 12 月に行われた気候変動枠組み条約第三回締結国会議 (温暖化防止京都会議 : COP3) では、温室効果ガスの排出を減らすための目標値が示された。これを受けて日本では、温室効果ガスの亜酸化窒素( $N_2O$ )、二酸化炭素( $CO_2$ )、メタン( $CH_4$ )を中心に削減する方針となったが、3 年経過した COP6 でも削減に向けての条約締結には至っていない。また、IPCC (気候変動に関する政府間パネル) の第 3 次報告書<sup>1)</sup>によれば地球温暖化は、予想を上方修正された。

$N_2O$  は、 $CO_2$  に比べて数 100 倍地球温暖化に寄与する。また 150 年程度大気中に存在し、分解されにくい非常に安定な窒素化合物であるため、フロンと同様に成層圏にまで達し、オゾン分解反応をするオゾン破壊ガスである。図 1<sup>2),3)</sup>に示すように南極の氷柱からの測定でもほぼ産業革命以後急激に増加しており、人為的発生により増加しているものと考えられている。

現在  $N_2O$  の有力な人為的発生源の一つとして考えられているのが、 $N_2O$  を麻酔剤として広く用いている医学分野からの発生である。日本での麻酔ガスは年間 1,500 トン以上生産されており、現状では未処理のまま大気中に放出されている。また麻酔装置等からの漏れにより医療従事者は、常に数十?数千 ppm 濃度の亜酸化窒素に長時間暴露されている報告もある。アメリカ麻酔学会の 1974 年の調査<sup>4)</sup>によれば、余剰麻酔ガスの慢性的な吸入はたとえ低濃度であっても、人体に様々な悪影響 (先天的異常、肝障害、腎障害、悪性腫瘍 (癌)、神経系傷害等) を与えると報告されている。そのためアメリカ職業安全衛生局 (NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health) は手術室中の亜酸化窒素濃度を 25ppm 以下にするよう勧告している。これを受けて日本麻酔学会でも室内濃度 25ppm を許容限界濃度の目安としているが、実際はモニタリングされていないため、達成されているかどうか不明のままである。

さらに、使用後の  $N_2O$  は未処理のまま高濃度で、麻酔装置から建物外へ排出されており、地球温暖化ガス削減を目指している人類にとって大きな問題であると考えられる。

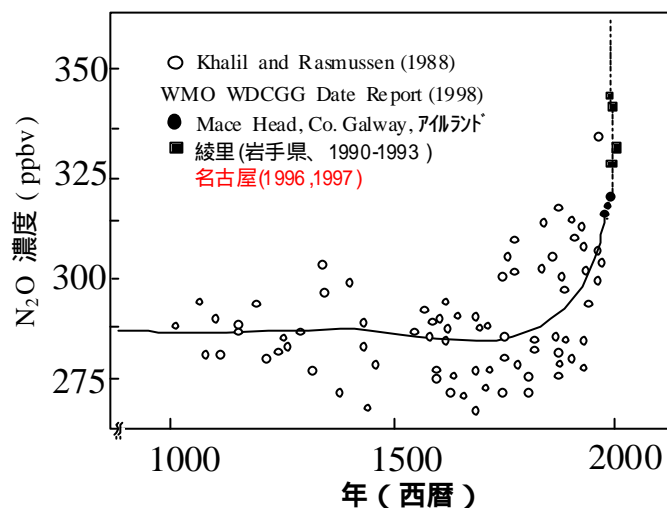


図1  $N_2O$  の大気濃度の移り変わり

\*分析 物質系

本研修では、本来規制されるべき医療現場での室内濃度及び大気へ排出されている亜酸化窒素の濃度を測定し、分解装置として開発中のダブルスパイラル型触媒反応器へのフィードバックおよび基礎特性評価、削減法を検討するための基礎調査を行うことを目的としている。

## 1. 計測方法

$N_2O$  の計測には、図 2 に示す電子捕獲型検出器 (ECD) 付きガスクロマトグラフ (GC) を用いた。この装置

では、数十 ppbv の濃度を測定することが可能である。サンプリングポンプ (P) で吸引され、サンプル計量管である SAMPLER (容積 3ml) を充分パージする。一定時間後バルブ V1 が切り替わることにより、SAMPLER 内の大気ガスは、プレカラム (PC) に導入される。空気、 $CO_2$ 、 $N_2O$  が PC からメインカラム 1 (MC1) に移行した時間 (RT : Retention Time) で、V1 は切り替わり

流路が変更される。この時遅れた大気中の水分等が、系外から排出される。

MC1 にて空気と  $CO_2$ 、 $N_2O$  が RT の差

によって分離され、V2 バルブの切り替えによって空気は系外に排出される。最後に残った  $CO_2$ 、 $N_2O$  が、MC2 にて分離され検出器である電気捕獲検出器に導入され、検出される。

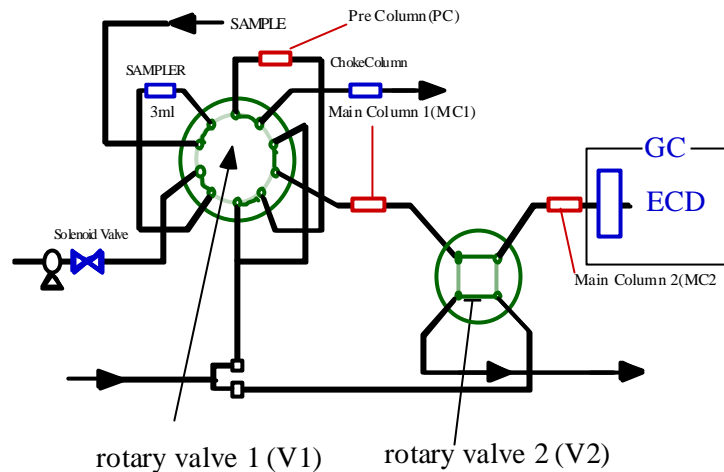


図2 ECD GCの詳細図

## 2. 結果

病院での測定結果を図 3、4 に示す。図 3 は、第二赤十字病院の手術室 (改装前) での結果である。本施設での漏れた麻酔ガスは、日本麻酔学会の許容基準値 (25ppm) を下回っていることが分かった。

第二赤十字病院 測定結果

	測定場所	$N_2O$ (PPM)濃度
1	排気ダクト 1	3.3
2	排気ダクト 2	25.5
3	手術室内	10
4	手術室内	14
5	手術室内	10
6	受付	0.5

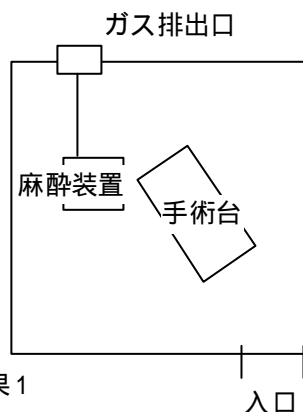


図 3 病院での測定結果 1

図 4 には、名古屋大学病院での手術中濃度変化を示す。本測定では、理研計器製ガス測定器 (Model Uras-14) を用いて測定しました。麻酔ガス ( $N_2O$ ) の供給が開始されてから数分後、 $N_2O$  濃度は手術台に設置したポイントで最大約 500ppm、麻酔科医の胸元で約 200ppm 程度まで上昇した。また麻酔科医によって  $N_2O$  供

給チューブを外し、付け直す際に手術室台で3000ppm、麻酔科医の胸元で1000ppmにまでN<sub>2</sub>O濃度は上昇した。それ以後数十ppmレベルで変動し、規制値を下まわった。

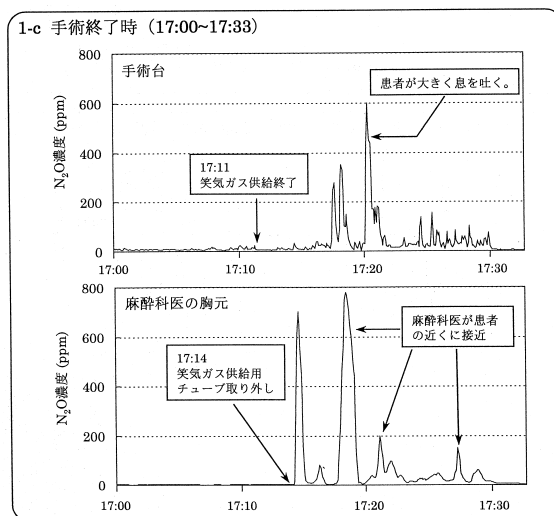
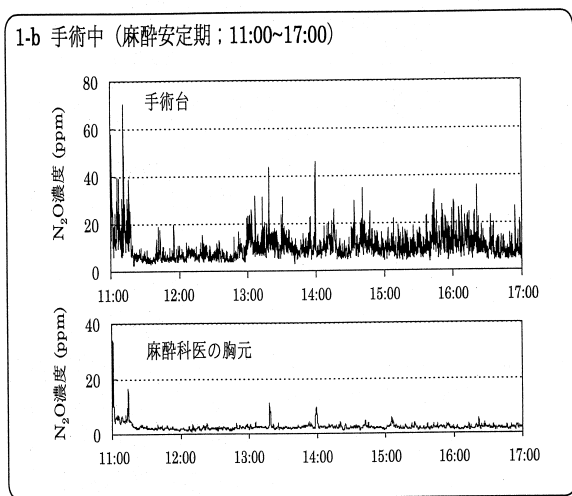
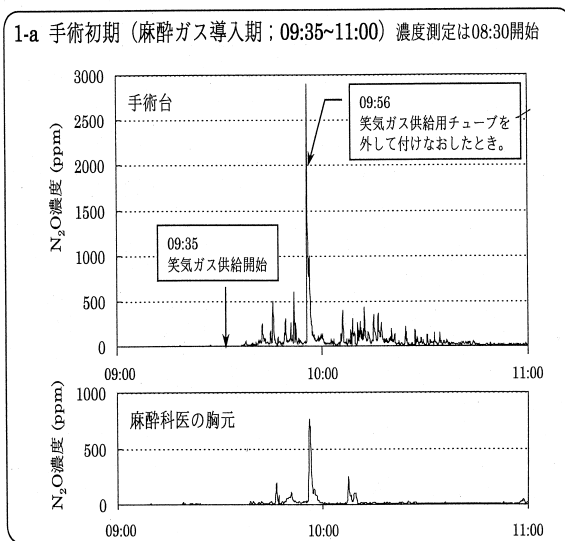
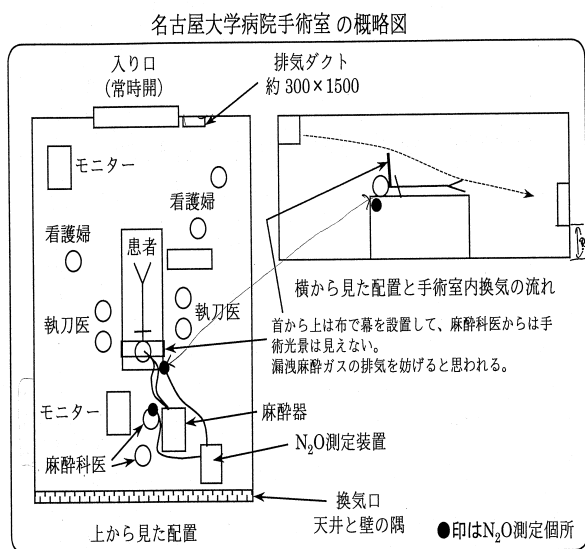


図4 病院での測定結果2

### 3. 結言

両病院において一時的に25ppmという規制値を超えることもあるが現在のところ概ね規制値以下となっている。しかし、アメリカ麻酔学会の提言では、この濃度であっても慢性吸入によって疾患を患う可能性もあることが指摘されている。このため分解装置には、数十ppmv濃度を限りなく0にする性能が要求される。

## 謝辞

本研修において 計測を承諾していただきました第 2 赤十字病院および名古屋大学病院には、ここに記してお礼申し上げます。また、本研修は名古屋大学工学部技術部および平成 13 年度科学研究費補助金奨励研究(B)の援助を受けて行われましたここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1 )IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001 (2001)
- 2 )Khalil, M.A.K., and Rasmussen, R. A.; Annals. Glacio., 10, 73 (1988)
- 3 )WMO WDGCC Report No. 18 (1998)
- 4 ) American Society of Anesthesiologists (ASA); Anesthesiology, Vol.41, No.4, Oct. (1974)