

BC対策 (アンモニア・硫化水素)
(サリン・炭素菌)
生物・化学テロ・事故時

オゾンガス・オゾン水 除染マニュアル



株式会社タムラテコ

INDEX 目次

- P02 生物・化学テロ・事故時 (アンモニア・硫化水素)
(サリン・炭素菌) 除染について
- P03 なぜオゾンを除染剤として採用するのか？
- P04 オゾン(O₃)ガスシステム
機器操作方法とCT値の説明
- P05 除染基本シミュレーション
オゾンガス BC対策除染フロー 室内編
- P06 除染基本シミュレーション
オゾンガスBC対策除染フロー 資機材・人編
- P07 オゾンガス C対策除染シミュレーション
- P08 オゾン水の除染効果資料
- P09 オゾン水の除染効果資料
- P10 非常時 液相オゾン(オゾン水)の除染システム
- P11 生物・化学物質のオゾン除染広域出動イメージ
- P12 BC災害発生時 オゾンガス・オゾン水除染システム
- P13 関連商品
- P14 関連商品

生物・化学テロ・事故時 (アンモニア・硫化水素) 除染について (サリン・炭素菌)

1 目的

公共施設・公共交通機関を狙ったテロ、平時において薬物の流出事故や事件など救急隊が急行する現場において速やかな除染を行う必要が生じた場合に取扱資格、錬度を必要とせず、現場への持ち出しから化学物質・生物の除染まで行う。尚、テロ・事件事故・災害時には地方自治体・自衛隊・警察などと協力して行う。

2 オゾン (O₃) ガスの特性

性質	<ul style="list-style-type: none"> ・殺菌力は酸化分解力が強く、塩素の7倍である ・短時間で酸素や水に戻るため、二次公害の恐れなし
機能	<ul style="list-style-type: none"> ・除菌、脱臭及びウィルスの不活性化 ・自然環境や生物への影響がほとんどない活用方法 ・空気中の浮遊菌や染みついた臭いを分解除去 ・使用場所に合った濃度のオゾンガスが施設内の隅々まで行き渡る
用途	<ul style="list-style-type: none"> ・施設建物、救急車両、機材、人体の除染
実績	<ul style="list-style-type: none"> ・老健施設、食品工場など

3 他の殺菌方法との比較

除染区分	除染方式	利点	欠点
物理的 (除去)	水・石鹼	<ul style="list-style-type: none"> ・低コスト ・生物化学剤とともに除染可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃液の回収が必要 (2次汚染の可能性あり) ・精密機器への適用不可
	吸着・拭き取り	<ul style="list-style-type: none"> ・簡便で低コスト 	<ul style="list-style-type: none"> ・完全な除染が困難 (拭き残し等) ・精密機器への適用やや難
	風乾・熱風	<ul style="list-style-type: none"> ・簡便で低コスト 	<ul style="list-style-type: none"> ・化学剤に対して一定の効果はあるが生物剤には不適 ・精密機器への適用やや難
化学的 (分解)	除染剤	<ul style="list-style-type: none"> ・生物化学剤とともに除染可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・精密機器への適用が不可能 ・備蓄調達が困難 ・散布ロスが多い
	ガス	<ul style="list-style-type: none"> ・生物化学剤とともに除染可能 ・精密器材への適用可 	<ul style="list-style-type: none"> ・濃度を維持するため一定の処置が必要 (解放空間での適用不可)

項目	酸化エチレン	二酸化塩素	ホルムアルデヒド	過酸化水素	オゾン
除染性 (芽胞菌に対する性能)	○	○	○	○	○
除染性 (化学剤に対する性能)	△	○	○	○	○
器材への影響	○	×	○	○	○
人体への影響	△	△	×	△	△
安全化処理 (処理時間)	×	○	×	○	○
発がん性	△ (疑いあり)	×	×	×	○

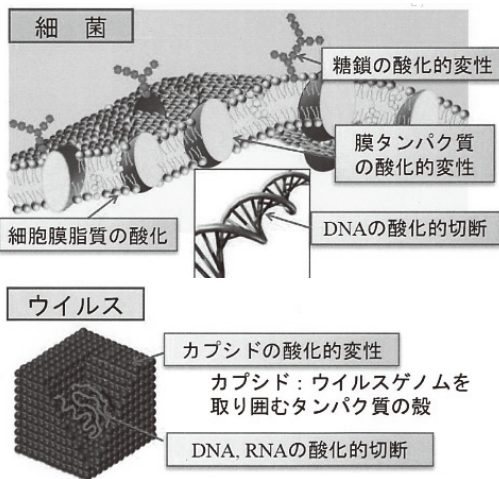
なぜオゾンを除染剤として採用するのか？

1 オゾンが生物・化学物質に対して効果がある理由

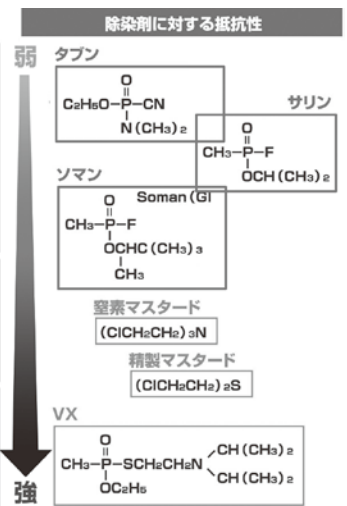
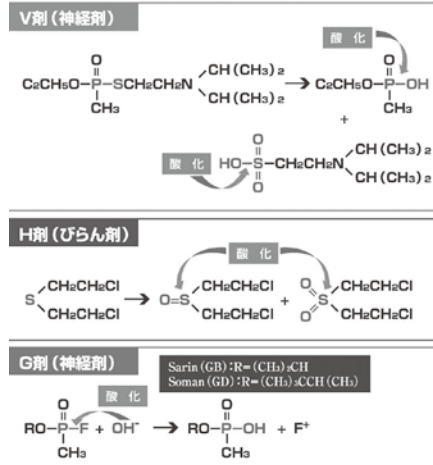
オゾンはその強力な酸化力により、細胞膜やカプシド等の防御壁を酸化変性させることで除染する。また、化学剤に関しては、同様の酸化作用による化学反応によって無害化される。以下に参考資料として各対象へのオゾンの酸化分解メカニズムを記載する。

当資料は、以下の資料から引用し、関係各所での検証を行っている。
 防衛省技術開発本部 相澤和也 「見えない敵を倒す新装備CBRNバスター」
 東京工業大学・元准教授・工学博士 渡辺文雄
 アメリカ合衆国Centers for Disease Control and Prevention最新ガイドライン

細菌・ウイルス酸化分解メカニズム



化学物質酸化分解メカニズム



2 各種毒ガスへのオゾンガス分解メカニズム

下記の毒ガスの中から、(a) V剤 (b) H剤 (c) G剤 (d) VX (e) タブン とオゾンの反応の可否を検討する。各物質の構造式または分子式は以下の様にそれぞれが窒素N、リンP、硫黄Sを含む。最初は、農薬の殺虫剤、殺鼠剤等として製造されたが

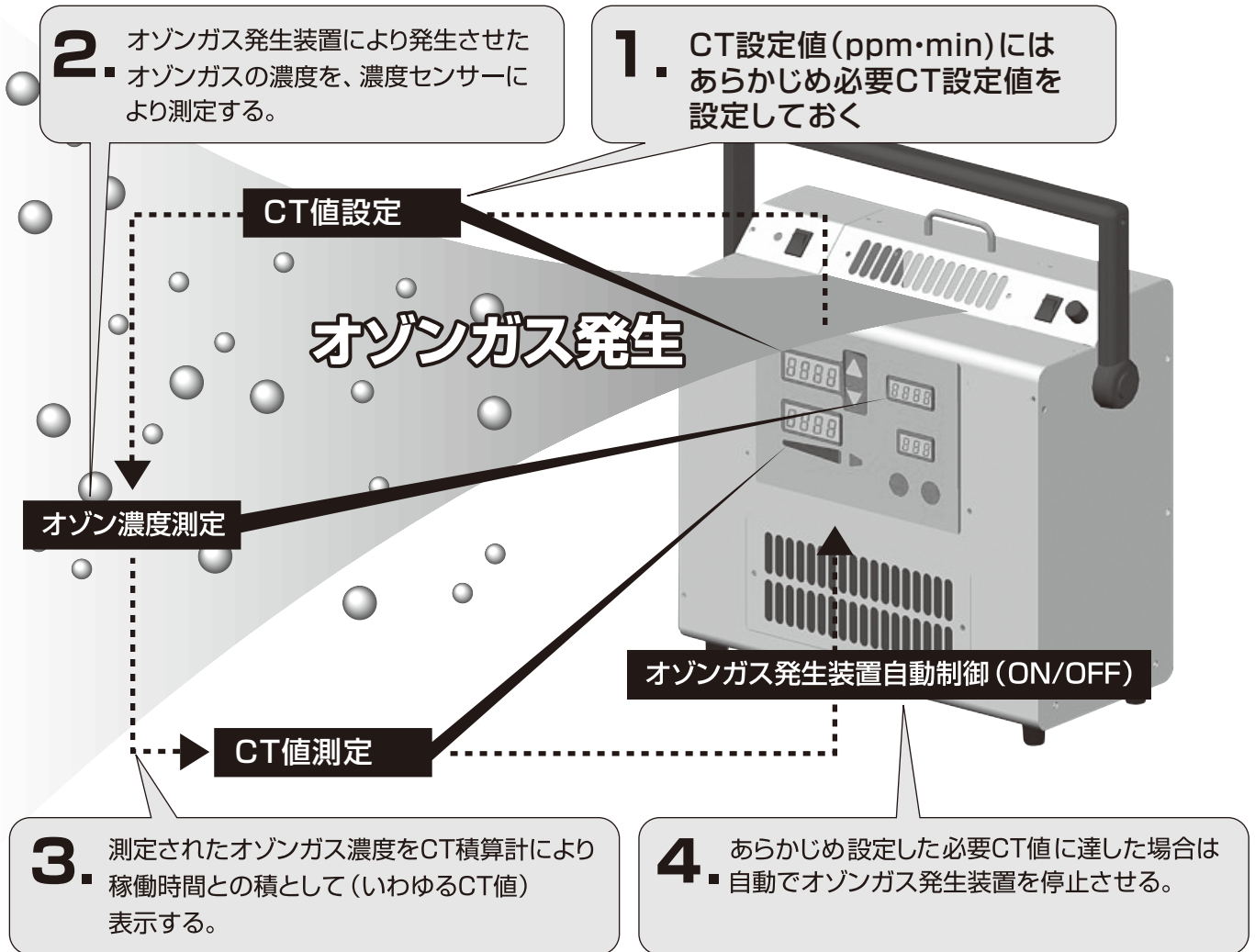
効果が強すぎたり、残留性が高かったりしたので、後に化学兵器に使用された。

【1】神経剤	G剤=サリン、ソマン、タブン V剤=VX
【2】糜爛剤	マスタード(H剤)、ルイサイト
【3】窒息剤	ホスゲン、塩素
【4】血液剤	青酸、塩化シアン

(a) V剤	(d) 参照
(b) H剤	マスタード別名イペリット 分子式 C ₄ H ₈ Cl ₂ S 構造式 CH ₂ Cl CH ₂ S CH ₂ CH ₂ Cl
(c) G剤	サリン(GB) CH ₃ -P(=O)(-F)(-OCH(CH ₃) ₂) ₂ ソマン(GD) CH ₃ -P(=O)(-F)(-CH(CH ₃)C(CH ₃) ₂) ₂ タブン(GA) (CH ₃) ₂ N-P(=O)(-CN)(-OC ₂ H ₅)
(d) VX	CH ₃ -P(=O)(-SCH ₂ CH ₂ N[CH(CH ₃) ₂] ₂)(-OC ₂ H ₅)
(e) タブン	(c) 参照

上記の物質とオゾンは反応して、分子中の各元素は最終的に以下の状態に酸化される。
 H=H₂O C=CO₂ P=H₃PO₄ Cl=HCl F=HF N=HNO₃ S=H₂SO₄

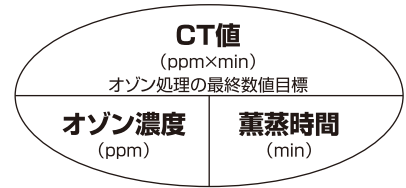
CT測定器オゾンガス濃度計・オゾン発生装置関連フローイメージ



CT値とは?

CT値とは、殺菌・不活性効果を示す指標として国際的に認められているものでガス濃度との積(濃度ppm×時間min)を表しています。
 殺菌・不活性効果は菌・ウイルスの濃度と曝露されている時間により決まるので、CT値が高いほどその効果は増加し、低ければその効果は低下します。

効果の可視化が可能



濃度(ppm)×時間(min) = CT値(ppm×min)

CT値の必要性については、オゾンは無色かつ不安定な分子のため安全に活用するには、正確なオゾン濃度と時間で管理することにより効果の実証と管理が客観的に行うことができます。

■オゾンガス除染目安

【各種ウイルス・細菌の目安】

大腸菌・黄色ブドウ球菌(MRSA)・緑膿菌・インフルエンザウイルス・ペスト・野兔病菌・
 コクシジオイデス真菌・エボラ・天然痘ウイルス等

90%以上除染目安CT値	25
99%以上除染目安CT値	50
99.9%以上除染目安CT値	60

(注)除染室内環境湿度は60%以上が望ましい。

【芽胞菌(炭疽菌)の目安】

90%以上除染目安CT値	100
99%以上除染目安CT値	150
99.9%以上除染目安CT値	200

(注)除染室内環境湿度は80%以上が望ましい。

※CT値目安は昭和薬科大学、京都大学(日本オゾン協会)、サンユー書房、北里大学、財)日本食品分析センター
 アメリカ合衆国ガイドラインCDC(東京医療保険大学の)CT値実験テストによる

【化学物質の目安】

硫化水素ガス90%以上除染目安CT値	30
硫化水素ガス99%以上除染目安CT値	60
塩素ガス90%以上除染目安CT値	30
塩素ガス99%以上除染目安CT値	60
アンモニア系90%以上除染目安CT値	75
アンモニア系99%以上除染目安CT値	150

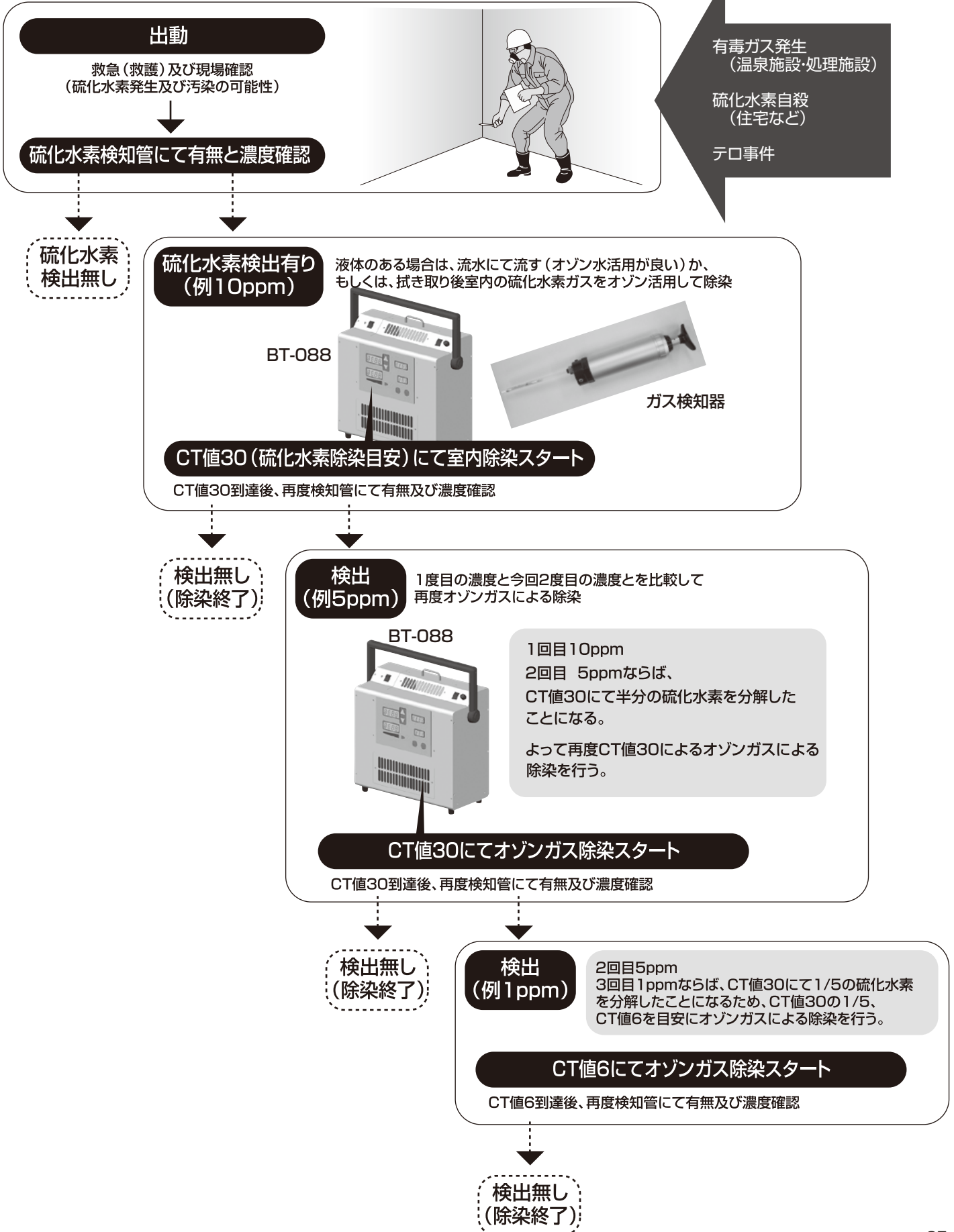
(注)除染室内環境湿度は60%以上80%以下が望ましい。

【除染CT値60処理時間目安】

密閉空間(温度60%以上、気温20℃)にてBT-082を活用した場合オゾン濃度0からのスタート	
10m ³	10分
20m ³	20分
30m ³	30分

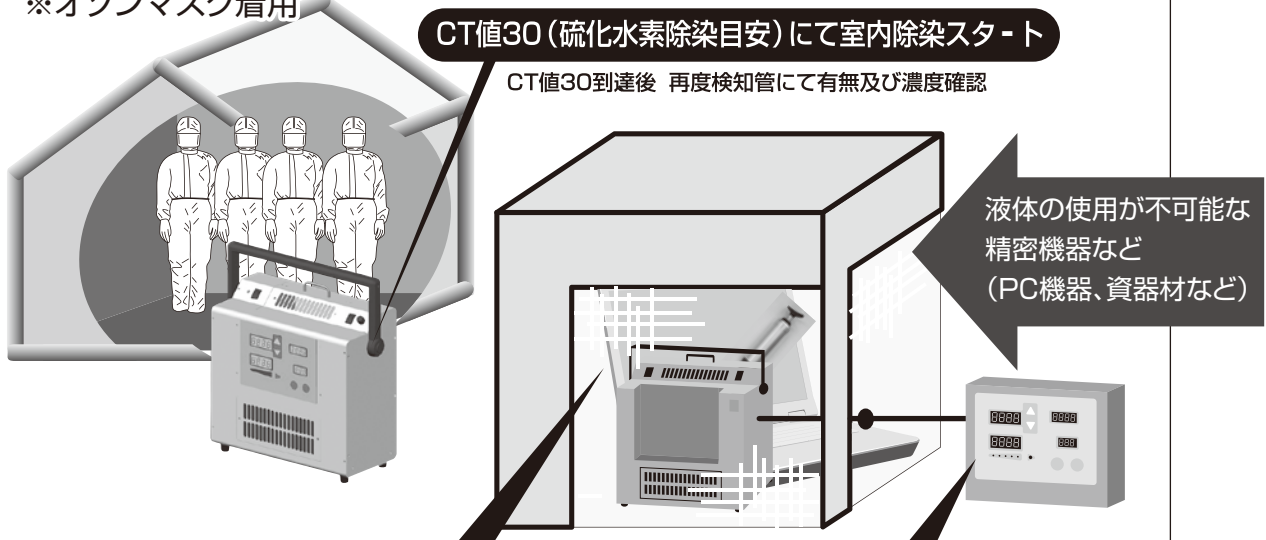
※BT-082推奨空間は30m³以内で気密性が高い空間、また、CT値60の処理時間(到達時間)は環境等(汚れ・気密性・気温・湿度)の条件により異なります。

NBC対策として、硫化水素をオゾンBT-02とCT計BT-08IIを活用して除染を行うフロー



NBC対策として、硫化水素をオゾンBT-088を活用して除染を行うフロー

現場設置テントによる隊員・資機材の除染を行う
※オゾンマスク着用



CT値30 (硫化水素除染目安)にて室内除染スタート

CT値30到達後 再度検知管にて有無及び濃度確認

液体の使用が不可能な
精密機器など
(PC機器、資器材など)

小型除染専用BOXを活用して、BT-088(オゾンガス)にて
携行品(財布・携帯電話等の水や薬品で除染不可能な物の除染を行う)
BT-088は、本体を除染BOXに入れて、操作部を取り外して除染を行う
使用した検知器やタブレットなども除染を行う。

室内除染編と同じフローを進む
機材直近にて検出を繰り返し、機材からの汚染物質の放出が検出されなくなるまで
繰り返し除染を行う(機材の場合は、CT値を高く設定し、高濃度での早期除染も可能)

検出無し
(除染終了)

補足資料:オゾンガスの精密機器への影響はない

劣化特性評価(機能確認)



各ガスともに最大濃度
最大曝露時間で実施

・テストプログラムによりPCを24時間連続稼働
(携帯電話は、テストプログラムを5回実行(非連続稼働))
・安定稼働確認と機能確認



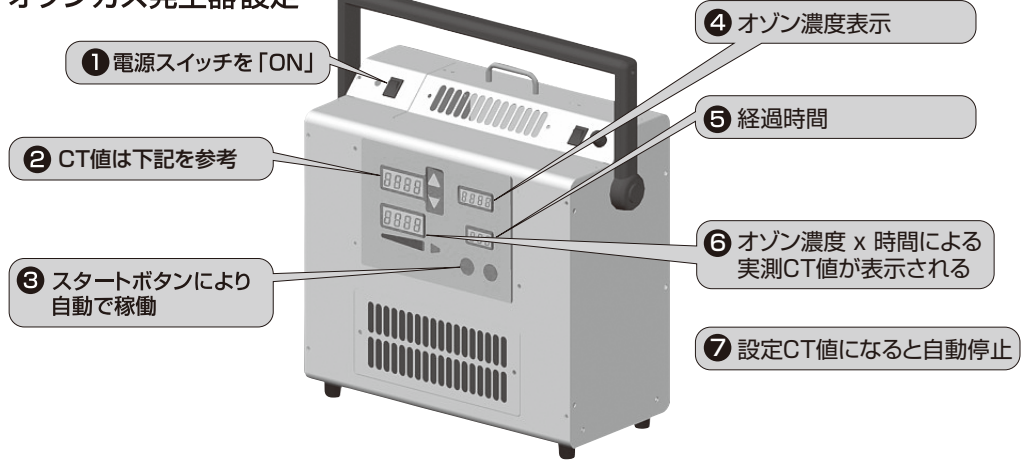
ガス	曝露時間	精密器材	機能				
			キーボード	通信	CPU	LCD	電源
オゾン	6時間	PC	○	○	○	○	○
		携帯電話	○	○	○	○	○

実験において、PC・携帯電話の全機能にエラーなし

引用: 防衛省技術開発本部 相澤和也 「見えない敵を倒す新装備CBRNバスター」

1 設定

オゾンガス発生器設定



■オゾンガス除染目安

【各種ウイルス・細菌の目安】

大腸菌・黄色ブドウ球菌(MRSA)・緑膿菌・インフルエンザウイルス・ペスト・野兔病菌・
コクシジオイデス真菌・エボラ・天然痘ウイルス等

90%以上除染目安CT値	25
99%以上除染目安CT値	50
99.9%以上除染目安CT値	60

(注)除染室内環境湿度は60%以上が望ましい。

【芽胞菌(炭疽菌)の目安】

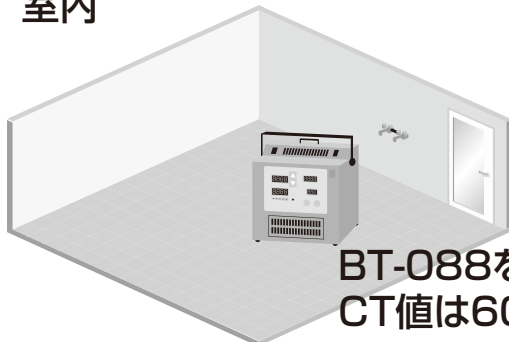
90%以上除染目安CT値	100
99%以上除染目安CT値	150
99.9%以上除染目安CT値	200

(注)除染室内環境湿度は80%以上が望ましい。

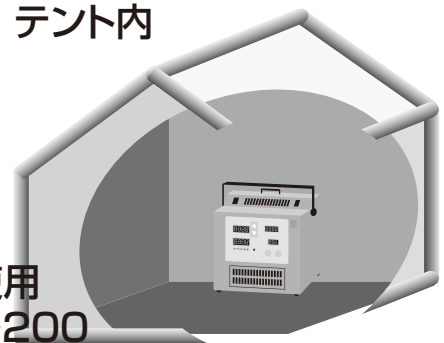
※CT値目安は昭和薬科大学、京都大学(日本オゾン協会)、サンユー書房、北里大学、財)日本食品分析センター
アメリカ合衆国ガイドラインCDC(東京医療保険大学)のCT値実験テストによる

2 人員

室内

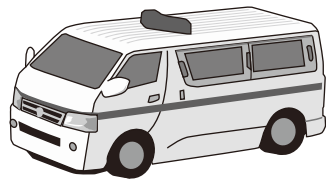


テント内



BT-088を使用
CT値は60~200

3 資器材

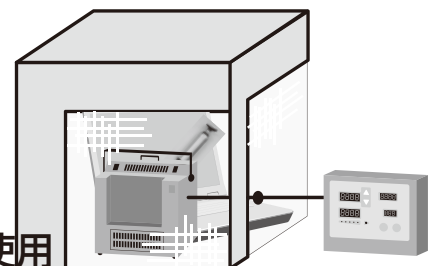


車両内



BT-088を使用
CT値は60~200

専用小型除染BOX



オゾン水の除染効果資料

主要消毒薬の有効性と用途

消毒剤の種類		一般細菌	緑膿菌	M R S A	結核菌	真菌	芽胞菌	H B V	H I V
アルコール類	消毒エタノール	○	○	○	○	○	×	○	○
	イソプロパノール	○	○	○	○	○	×	○	○
ハロゲン化合物	次亜塩素酸ナトリウム	○	○	○	△	○	△	○	○
	ヨード製剤	○	○	○	○	○	△	○	○
界面活性剤	塩化ベンゼトニウム	○	○	△	△	△	×	×	×
	塩化ベンゼルコニウム	○	○	△	△	△	×	×	×
クロルヘキシジン	グルコン酸クロルヘキシジン	○	○	○	○	△	×	×	×
フェノール類	フェノール	○	○	○	○	△	×	×	×
	クレゾール石鹼	○	○	○	○	△	×	×	×
アルデヒド類	ホルマリン	○	○	○	○	○	△	△	○
	グルタラル	○	○	○	○	○	○	○	○
オゾン水		○	○	○	○	○	○	○	○

オゾン水による除染効果

微生物の種類	水中オゾン濃度 (ppm)	微生物濃度 (個/ml)	温度 (°C)	ph	接触時間	死滅率 (%)
大腸菌	0.96	10 ⁵ cells	21	7	5秒	100
ブドウ球菌	1.08	10 ⁵ cells	21	7	5秒	100
緑膿菌	1.01	10 ⁵ cells	21	7	5秒	100
クロストリジウム	0.96	10 ⁵ cells	21	7	5秒	100
パーフルンジェンス	0.96	10 ⁵ cells	21	7	5秒	100
インフルエンザウイルス	0.96	10 ⁵⁰ EID50	21	7	5秒	100
鶏脳脊髄炎ウイルス	0.72	10 ²⁰ EID50	20	7	5秒	100
犬伝染性肝炎ウイルス	1.2	10 ¹⁵ EID50	21	7	5秒	100
犬パルボウイルス	0.96	10 ²⁵ TCID50	21	7	5秒	100
鶏コクシジウム	1.92	約3×10 ⁵ cells	20	7	30秒	100
カビ	0.3~0.5	10 ⁵ cells	20	6.5	19秒	99.9
酵母	0.3~0.5	10 ⁵ cells	20	6.5	90秒	99.9
枯草菌	0.3~0.5	10 ⁵ cells	20	6.5	30秒	99.9

※厚生労働省データより

オゾン水の除染効果資料

■オゾン水除染のメリット

- ①洗い流しながら、分解・殺菌するので、水で除染するよりは確実な効果が期待できる。
- ②オゾン水は、水と空気からできるために備蓄を必要としない。ロスもない。
- ③使用回数によるコスト等の変動がない。1回も1万回も同じである。
- ④B災害の際、活用後下水として排水ができる。
(災害の場合でも、汚染水は、水除染より分解されているので後処理のコストと時間が大幅に削減される)
- ⑤オゾン水の濃度を確認しながらCT値をもちいて確実な除染ができる。
- ⑥機械があれば現地まで持ち込み何処でも使用できる。
- ⑦対象物がわからない場合でも対処できる。

■オゾン水除染目安

物質名	CT値	1ppm (mg%/ℓ)	1.5ppm (mg%/ℓ)	2ppm (mg%/ℓ)	2.5ppm (mg%/ℓ)	4ppm (mg%/ℓ)	死滅率
炭疽菌	6~10	6~10分	4~6.6分	3~5分	2.4~4分	1.5~2.5分	99.9%
大腸菌	0.6~1	36~60秒	24~40秒	18~30秒	14~24秒	9~15秒	100%
ブドウ球菌	0.6~1	36~60秒	24~40秒	18~30秒	14~24秒	9~15秒	100%
インフルエンザウイルス	0.6~1	36~60秒	24~40秒	18~30秒	14~24秒	9~15秒	100%
ペスト菌	0.6~1	36~60秒	24~40秒	18~30秒	14~24秒	9~15秒	100%
天然痘ウイルス	0.6~1	36~60秒	24~40秒	18~30秒	14~24秒	9~15秒	100%
硫化水素	1	60秒	40秒	30秒	24秒	15秒	
VXガス	10	10分	6.6分	5分	4分	25分	
サリン	10	10分	6.6分	5分	4分	25分	

※上記数値は、アメリカCDC及び厚生労働省にもとづいて算出

※生物剤(菌、ウィルスは測れないので)に対してはCT値の数値を目標にオゾン水濃度を
確認して決められた秒・分以上のオゾン水を接触させる。

※化学剤については、対象物の濃度及び環境により、CT値・除染時間がことなるためあくまで使用目安とし、カウン
ター等の計測器で確認しながら除染を行う。(VX及びサリンに関しては除染時間にクリアランスをとっています。)

HIV に対する不活性化効果 (国立予防衛生研究所・コアメディカル・田村金属製作所実績データ)

消毒剤	処理時間	HIV 抗原残存率			
		0分	15分	30分	45分
オゾン水による消毒 4ppm オゾン水 テストを目的とした高濃度 4ppm のオゾン水を発生させています。	1 秒間	0.5%未満			
その他の消毒	72 時間				30%
0.1%塩化ベンザルコニウム溶液	5 分間				10%
Ficin 調整	24 時間				30%
75%エタノール溶液	15 分間				25%

※本実験データの無断転用を禁ず

非常時 液相オゾン(オゾン水)の除染システム

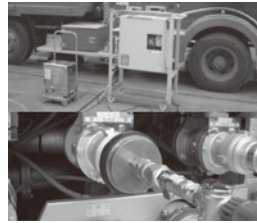
液相オゾン(オゾン水)の除染効果は気相(オゾンガス)の約10倍の効果があり
除染作業効率化が可能である。

特に、汚染源などを迅速に除染する場合・大量の人員を除染する時に使用する

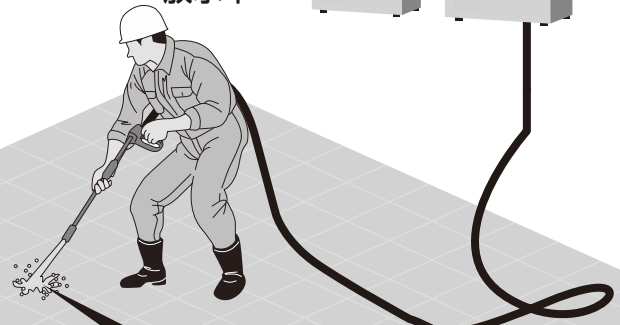
緊急除染にオゾン水除染

BT-07 & BT-07PSA

オゾン水濃度 1.5~6mg/ℓ
オゾン水量 30ℓ/min



放水車



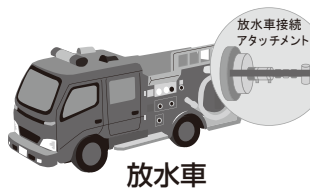
汚染源の直接除染

バイオテロにおける公共交通機関車両、駅舎、庁舎など

出動車両の除染

口蹄疫、鳥インフルエンザなど広域伝染病における作業従事物資の除染

現場における人・隊員のオゾン水除染



放水車

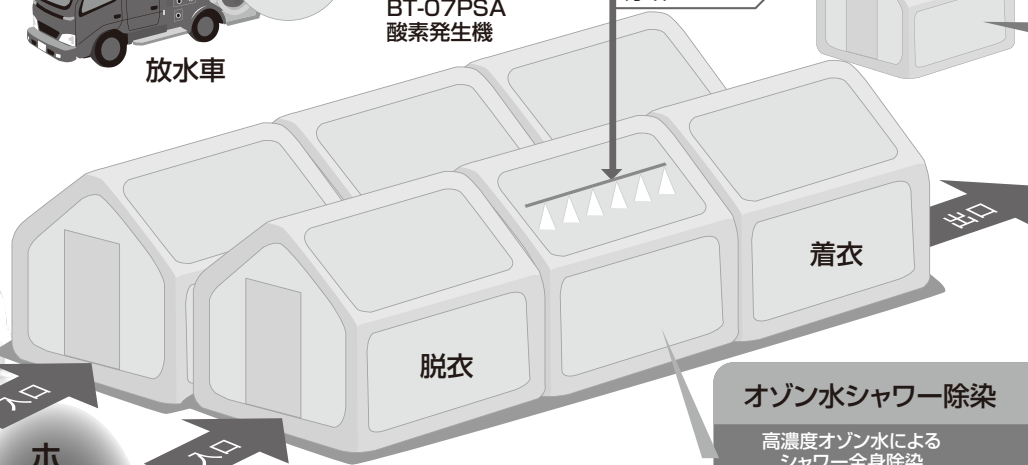
給湯器

BT-07PSA
酸素発生機

BT-07
オゾン水発生機

分岐

隊員専用オゾン水
除染テント



ホットゾーン

オゾン水シャワー除染

高濃度オゾン水による
シャワー全身除染



生物・化学物質のオゾン除染広域出動イメージ

1 広域災害において幅広く活躍するオゾン除染機器

新型インフルエンザに代表されるパンデミック(別冊資料)だけではなく、化学物質漏洩などの限定的な事故や製造技術の簡単な硫化水素による自殺やテロなど、日常における出動においてもオゾンガス除染の必要とされる場面は数多く出現します。

一旦汚染された施設は、2次災害を防ぐ為に、発生源や空気だけではなく、室内各各所・部材・備品から車両にいたるまで速やかに復旧する必要がある。



東日本大震災



施設やビル地下など
思わぬ有毒ガスの発生



硫化水素自殺による
周辺への2次災害



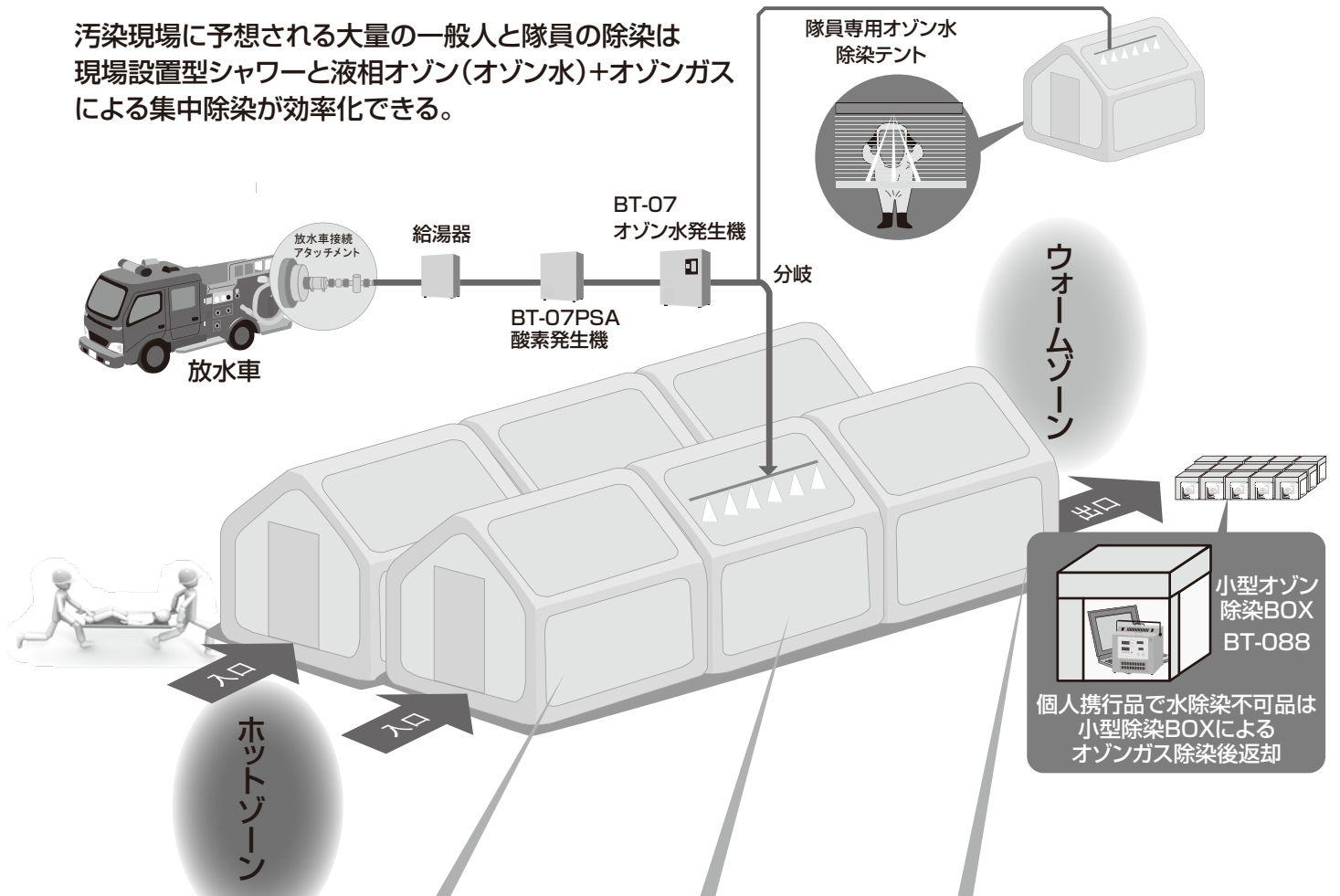
口蹄疫・鳥インフルエ
ンザによる地域除染



バイオテロ・パンデミック
時の大量人員搬送と除染

BC災害発生時 オゾンガス・オゾン水除染システム

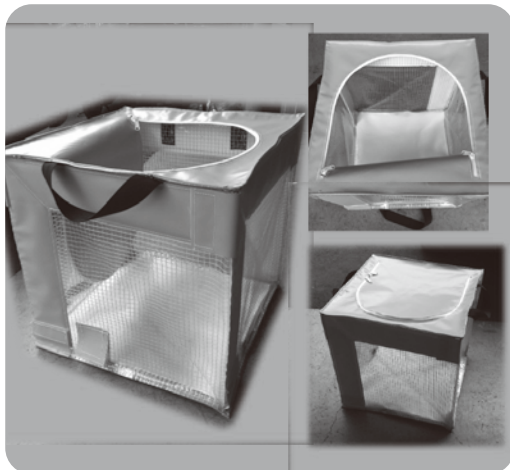
汚染現場に予想される大量の一般人と隊員の除染は現場設置型シャワーと液相オゾン(オゾン水)+オゾンガスによる集中除染が効率化できる。



STEP1 脱衣
 オゾンガスで
 脱衣所の簡易除染
 BT-03

STEP2 除染
 高濃度オゾン水による
 シャワー全身除染

STEP3 着衣
 オゾンガスで
 着衣所の簡易除染
 BT-03



オゾン除染ボックス

耐オゾン材質による小型ボックス
 小型電子機器や個人携行品を
 オゾンガスによる除染を行う

関連商品： オゾンガス



CT計一体型オゾン発生器/BT-088

軽量でコンパクトなハンディータイプ
CT計+オゾンガス発生体の一体型
オペレーションイージー(全自動)
日常～災害時まで対応 備蓄調達管理が不要
隊員・精密機器、各種資機材、室内、何にでも使用可能
汚水などの後処理が不要

外形寸法	382.5 (W) × 160 (D) × 354.6 (H) mm
質量	8kg
電源	AC100V 50/60Hz
消費電力	80W
オゾン発生量	MAX2.5g/h(無段階調整)※
風量	2.0m ³ /min
備考	CT測定器、オゾン濃度計、 自動回収機能(0.1pp検知)

特許取得製品

日本製

全行程を東大阪市にて部品調達から組み立てまで行う
大阪府 経営革新計画承認製品認定



小型オゾン発生器/BT-03

形式	TM-11MFE
外形寸法	180 (W) × 76.8 (D) × 200 (H) mm
質量	1200g
電源	AC100V 50/60Hz
消費電力	12W
オゾン発生量	5/20/30/50mg/h(4段階切替)
処理風力	弱16.7m ³ /h 強26.1m ³ /h
消臭目安	30畳



耐オゾン用マスク BT-06

特長:接顔体にシリコーンゴムを採用し、ソフトに密着します。

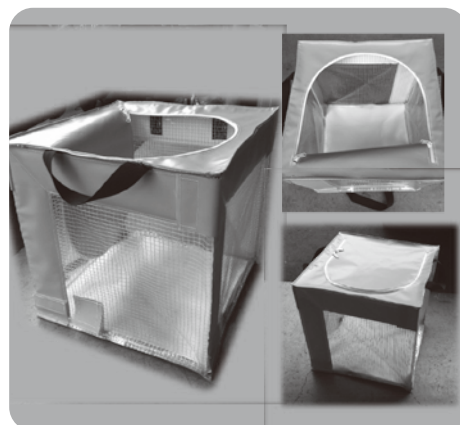
国家検定番号:TN304



BT-06/吸収缶

オゾンに対する破過時間の目安

- ① 10ppm=47時間
- ② 5ppm=94時間
- ③ 1ppm=470時間



オゾン除染ボックス

耐オゾン材質による小型ボックス
小型電子機器や個人携行品を
オゾンガスによる除染を行う

関連商品： オゾン水



UV式オゾン水濃度計標準装備 BT-07

外形寸法(mm) 521 (W) × 221 (D) × 601 (H)
質 量 25kg
消費電力 60W (AC100V)
オゾン水濃度 0.6~2.0mg/ℓ
オゾン水量 30ℓ/min



酸素発生装置

BT-07PSA

【BT-07PSAを接続した場合】
外形寸法(mm) 520 (W) × 220 (D) × 600 (H)
質 量 35kg
オゾン水濃度 1.5~6mg/ℓ



オゾン水機/BT-01

外形寸法(mm) 300 (W) × 200 (D) × 350 (H)
質 量 12kg
消費電力 44W (AC100V)
オゾン水濃度 0.6~1.2mg/ℓ
オゾン水量 16.5ℓ/min
蛇口目安 3ヵ所まで
オプション キャリー(移動)セット



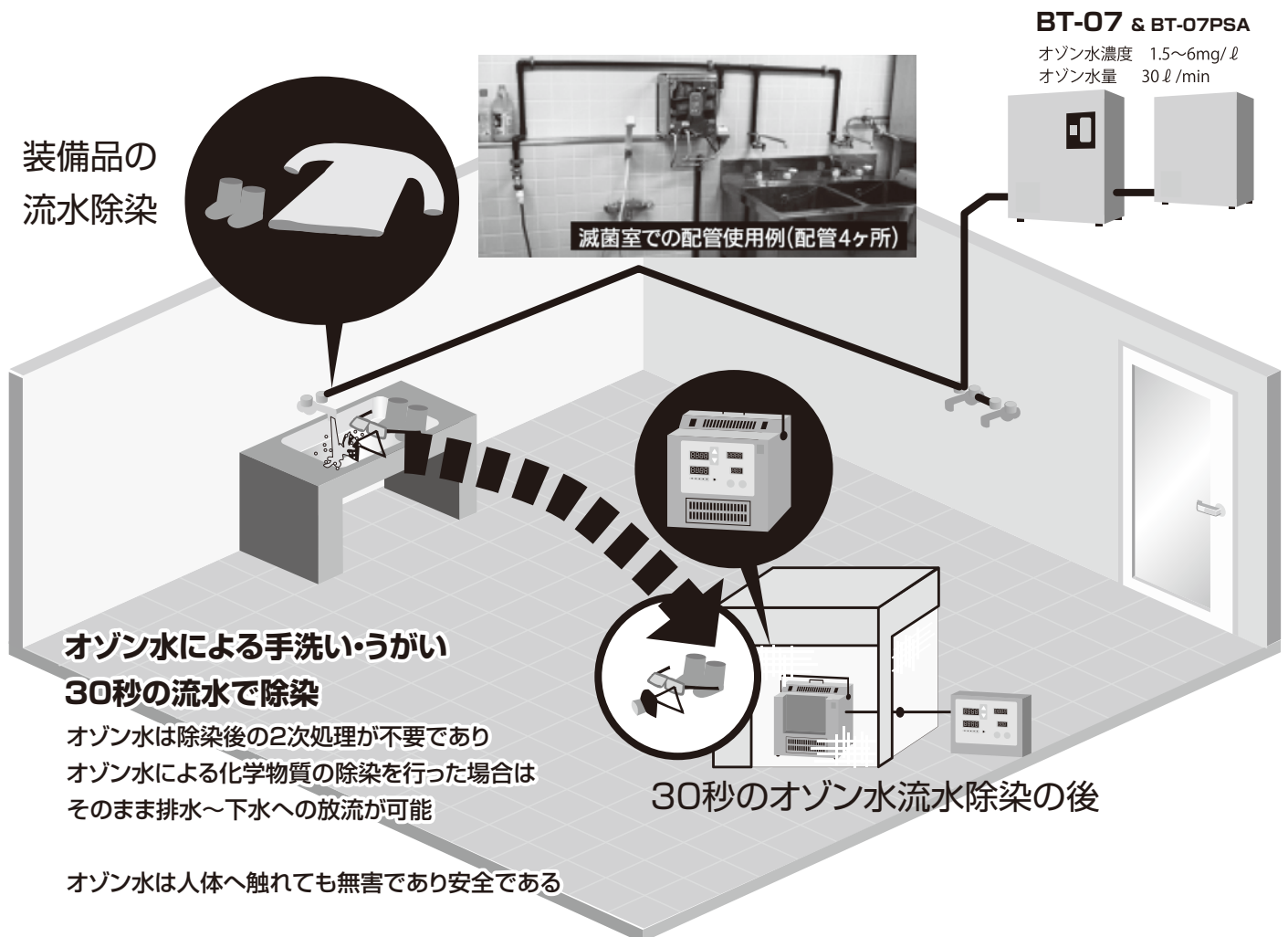
放水車接続アタッチメント



専用キャリー

通常時 液相オゾン(オゾン水)の除染システム

オゾン水は、平時においても装備品の除染に利用できる。
防護服やマスク、手袋などをオゾン水による直接除染を行い、手洗いうがいによる
隊員の健康管理にも利用可能である



気相よりも10倍優れている液相(オゾン水)の 除染メカニズム

参考例:ハロン2402の分解メカニズム

学名(ジブロモテトラフルオロエタン) 組成式 $C_2Br_2F_4$

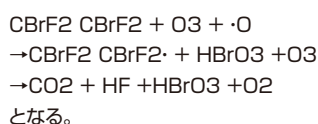
ハロン類は消火性に優れ、また人畜に安全な消火剤として各種の消火設備に利用されている。

ハロン類の別名に付けられた4桁の数字は、順に、炭素の数、フッ素の数、塩素の数、臭素の数を表す。

組成式から構造式を考えると、 $CF_3CBr_2F_2$ と $CBrF_2$ $CBrF_2$ の二つの構造異性体が有り得るが化学的性質は大差が無い。

この物質は、C-Brの結合をしているので、オゾンと湿式でも乾式でも反応する。

明確な反応式は不明だが、要約すると



参考:東京工業大学・元准教授・工学博士 渡辺文雄