

はじめに

技術専門委員会では施設管理で使用する計測機器に係る統一的な資料を作成するため、計測機器の基本的な使い方から応用的な活用方法をまとめることといたしました。

今回の第3作目では、今までご紹介した計測機器以外の給排水設備や計測機器に共通する取り扱い方法(全般)、その他関連計測機器についてまとめた「計測機器の活用方法(衛生・応用編)」を発行いたしました。

内容は施設管理業務の経験が浅い方から数年程度の技術員の方など幅広い人材を対象にレベル合わせをしています。

計測機器とは何かを表した、第1章「計測機器の取り扱い方法(全般)」を設け、計測機器の基本的な原理や最低限の知識を理解するためにわかりやすい解説を加え、取り扱い説明書等を理解するために役立つ用語や応用的な使用方法、時勢を鑑みたコラム等を掲載していますのでご一読ください。

本書のデータ・写真につきましては計測機器メーカー各社様のホームページ等に記載されているところから引用させて頂きました。

また、当協会の委員所属会社から社内資料を提供して頂きました。ここに改めてお礼申し上げます。

本書が計測機器の活用を通じて、施設管理の技術レベルアップに役立つことを期待し、あいさついたします。

平成28年3月24日

公益社団法人 東京ビルメンテナンス協会
建築物施設保全委員会 技術専門委員会
専門委員長 伊藤 和文

本書は(公社)東京ビルメンテナンス協会のHP □東京協会からのお知らせ (<http://www.tokyo-bm.or.jp/index.html>) より下記に記載してあるパスワードを入力することでPDFファイルにてダウンロードできますので、ご活用下さい。

パスワード

tbm.gijyutu.keisoku.o

目 次

第 1 章 計測機器の取り扱い方法（全般）	1
-----------------------------	---

第 2 章 計測機器

2-1 濁度（比色）水質計	8
2-2 残留塩素測定器	12
2-3 界面検知器	16
2-4 テストポンプ（漏水探知機）	20
2-5 ノギス	23
<コラム> ねじ	26

第 3 章 応用編

3-1 放射能と放射線	29
3-2 増圧直結給水ポンプ	35
3-3 配管ロボット（配管内検査）	47

<コラム>

1 ビルメン現場での「ドローン」の活用	50
2 ディスポーザー	56
3 加湿とインフルエンザ（希望加湿量を満たすために）	61

第1章 計測機器の取り扱い方法（全般）

建築設備の運転・保守に使用する計測機器は個々に電気編、空調編、とシリーズで解説してきました。今回は衛生・応用編として完結します。計測機器を取り扱う上で基本的な最低限の知識がなければ正確な測定、結果の数値について論じることは困難と推察します。

ここでは、日常範囲で知っているようで知らない事項や数値の取り扱いについて、Q&A方式で簡潔にまとめてみました。

1-1 Q：測定誤差とは？

A：【測定誤差 error of measurement】

測定の目的は測定量の真の値を求めることですが、得られる測定値にはいくらかの誤差が含まれることは避けられません。このように測定に際して測定値に入り込む誤差を測定誤差と呼び、測定値から真の値を引いた値と一般的に定義されています。

測定における誤差とは、現実的に同一の物を何度か測定したらそのつど測定値が違った、また、人が替わって測定したり、測定器を変えたら測定値が違った等、身近に経験しているでしょう。このように測定誤差は測定に必ずつきまといます。

以下は普段知っているようで不明な事項を基本的な言葉の解説を含めてまとめてみました。

1-2 Q：測定と計測の違いは？

A：一般に測定と計測はほぼ同義語として通用していますが、測定は大きさや長さを測る場合をいい、大きさや長さ以外のものを測る場合には「計測」といわれています。

同様に、「測定機」と「測定器」の使い分けも気になるところです。定義の厳密な区分はないようですが、一般的に分けると、モータなどの駆動部を搭載した大型の装置を測定機と呼び、それ以外を測定器とする場合が多いようです。

1-3 Q：直接測定と間接測定とは？

A：測定方法には大別して、直接測定と間接測定があります。

- ・直接測定とはスケール、ノギス等によって被測定物の長さや高さを直接読み取る方法で、長さそのものを直接知ることができます。しかし、個人差による測定誤差が生じやすく測定に時間がかかるなどの短所があります。
- ・間接測定とは、被測定物とブロックゲージ等との高さの寸法差をダイヤルゲージ等によって測定して部品の高さ等を知る方法で、「比較測定」ともいいます。（ブロックゲージ、高さ基準器、ダイヤルゲージ等）

1-4 Q：測定値の取り扱いは？

A：測定や計測において必ず10cm、AC100V、10A等といった測定値が出ます。同じ数字であっても数学で扱う数字とは性質が異なります。

例えば、長さXの鉄棒をスケールで測定したとき、測定値が15.3mの場合とすると、このときの鉄棒の長さは

「 $15.25\text{m} \leq X < 15.35\text{m}$ 」の範囲にあることを意味します。

ここで、もし測定値を15.30mとした場合には

「 $15.295\text{m} \leq X < 15.305\text{m}$ 」の範囲にあるということを意味します。

このように15.3と15.30といった数字を有効数字といい、有効数字が何桁であるかによって、その数字の表す意味が異なります。

物理量を表す数字には大切な意味が含まれているので、測定値を記入するときには有効数字が何桁までかを常に明確にしておくことが大事です。

ちなみに、15.30mは15.3mとは異なり、0.01m（1cm）単位まで測定したことを意味しています。その結果、15.30mの0は、測定値では重要な意味を持つ数字です。

1-5 Q： この電圧計は0.5級だ。これはいったい何を意味するの？

A： メーターの目盛面の端にCLASS 0.5やCLASS 1.0などの表記があります。
電圧計・電流計等指針式のメーターでは、フルスケールに対して誤差を規定しています。

日本工業規格（JIS）では、電圧計、電流計及び電力系に関して最大目盛に対する誤差の限界をパーセントで表し、以下の5階級に分けています。

【表1-1】

階級	用途	誤差
CLASS 0.2 (0.2級)	標準用、精密実験室に置かれて移動しないもの	$\pm 0.2[\%]$
CLASS 0.5 (0.5級)	精密測定用、一般携帯計器	$\pm 0.5[\%]$
CLASS 1.0 (1.0級)	小型携帯用計器、大型の配電盤計器	$\pm 1.0[\%]$
CLASS 1.5 (1.5級)	普通級、工業の通常測定用、パネル用計器	$\pm 1.5[\%]$
CLASS 2.5 (2.5級)	一般配電盤用、小型パネル計器	$\pm 2.5[\%]$

例えば、1.0級の100Vの電圧計なら、等分目盛の場合、最大目盛100Vの $\pm 1.0\%$ すなわち $\pm 1V$ の誤差が、摩擦などのため全目盛範囲で許されています。あくまでも、測定器の誤差であり、目視による誤差は含まれていません。

では、デジタルマルチメーター（DMM）の精度はどのように表現されているのでしょうか？ なお「アナログメーター」は説明済みです。「電気編」を参照してください。DMMの取扱説明書を見ると確度、感度、分解能、ノイズ、精度等の言葉で表記されています。紙面の関係で省略しますが、読者の皆さままで調べてみてください。

1-6 Q： 電気関係における測定器の種類は？

A： 測定器にはいろいろな形式が使用され、主に可動コイル形、可動鉄片形、誘導形が使用されます。ここでは、アナログテスターの目盛面の端に表示している記号についてまとめてみました。このような取り扱いにより適正な測定ができます。

測定器の種類の表

形式	記号	回路
可動コイル形		直流
可動鉄片形		交流
誘導形		交流
振動片形		交流
整流形		交流
電流力計形		直流 交流
熱電形		直流 交流
静電形		直流 交流

【図1-1】

【図1-2】

測定器の姿勢の表

測定器の置き方	記号
垂直	
水平	
傾斜(60°)	

例えば、目盛面の端に〇〇〇とあれば測定器の種類は可動コイル形で、使用する回路は直流回路、置き方は水平に置いて使用します。

なお、盤面バックにある鏡は指針の目盛を正確に読むための仕掛けで、映った指針と実際の指針がピタリと重なる位置で目盛を読み取ります。

1-7 Q：測定による誤差の不思議について？

A： 測定誤差は測定において必ずつきまとうもので、その原因を整理してみるといろいろあります。

過去に、こんな経験があると思います。

- 電圧を何度か測定したら1回1回測定値が異なった。
- 何人かで同じ物を測定したらそれぞれ測定値が異なった。
- 測定器を変えたら測定値が異なった。

異なった原因は一つでなく、いろいろなことが重なり生じているようです。原因を分かりやすく整理してみると以下の表のようになります。

【表1-2】

誤差の種別	原因	例
測定器の固有誤差	測定器の構造上または取り扱いにより起こる	目盛の不同、摩擦、測定圧の変化、ねじピッチの不同
測定者の個人誤差	測定者のくせ、熟練程度により起こる	目盛の読み取りのくせ、取り扱い方法のくせ
外部条件による誤差	特に室温、採光による影響	温度変化、照明方法
偶然誤差	種々の条件が重なり合って原因が分からぬ場合が多い	外囲状況の微変動、測定者の心理的影響

1-8 Q：測定誤差を防ぐ方法としてはどのようなことをするとよいですか？

A： 測定器の選択、校正及び取り扱い等多方面に検討した方法を挙げてみます。測定者の個人誤差を取り除く工夫を常に行う。つまり、作業の標準化と測定者の教育等、測定器の固有誤差については定期的な校正・メンテナンスと適切な取り扱い等が大切です。

1-9 Q：測定器はどれを使用すればよいですか？

A： 被測定物を測定するときにはいろいろ考えて適切な測定器を選択する必要があります。選択として、求める精度、形状や用途、材質や特性、環境と目的等を考慮する必要があります。例えば、1mm単位の精度ならスケールや巻尺、0.1mm単位の精度ならノギス、0.01mm（10μm）単位ならマイクロメーターとなります。

1-10 Q：測定器の取り扱い知識として、他に何かありますか？

A： 測定器個々の取り扱いについては詳細に説明しています。この章では測定器の取り扱い全般について解説してきました。個々の計測機器における数値等の規定や測定結果の良し、悪しの判断について再読してください。

※なお、以下のような単位についての決まり事を知っていると良いエンジニアになれます。

知識 1 単位がどのような決まりや表記をしているのかをまとめてみました。

- 国際単位系（略称、SIまたはSI単位）について

身近に使用している単位m、kg、V、A等の意味合いと単位記号について理解して、表記や内容を把握してください。

SIは7つの基本単位（表1-3）と所定の量の定義に従って、この基本単位から作られるSI組立単位を構成要素とする集合と、20個のSI接頭語及びそれによって作られる10の整数乗倍の大きさを意味する倍量及び分量単位によって構成されています。

【表1-3】SI基本単位

量	単位の名称	単位記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

【表1-4】固有の名称とその独自の記号によるSI組立単位（22個）

量	単位の名称	単位記号	基本単位による表現
平面角	ラジアン	rad	$\text{m} \cdot \text{m}^{-1} = 1$
立体角	ステラジアン	sr	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} = 1$
周波数	ヘルツ	Hz	s^{-1}
力	ニュートン	N	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
圧力、応力	パスカル	Pa	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
工率、放射束	ワット	W	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
電荷、電気量	クーロン	C	$\text{s} \cdot \text{A}$
電位差(電圧)、起電力	ボルト	V	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
静電容量	ファラド	F	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
電気抵抗	オーム	Ω	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$
コンダクタンス	ジーメンズ	S	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^3 \cdot \text{A}^2$
磁束	ウェーバ	Wb	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
磁束密度	テスラ	T	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
インダクタンス	ヘンリー	H	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
セルシウス温度	セルシウス度	$^{\circ}\text{C}$	K
光束	ルーメン	lm	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{cd} = \text{cd} \cdot \text{sr}$
照度	ルクス	lx	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-4} \cdot \text{cd} = \text{m}^{-2} \cdot \text{cd}$
(放射性核種の)放射能	ベクレル	Bq	s^{-1}
吸収線量・カーマ	グレイ	Gy	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} (= \text{J/kg})$
(各種の)線量当量	シーベルト	Sv	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} (= \text{J/kg})$
酵素活性	カタール	kat	$\text{s}^{-1} \cdot \text{mol}$

上記の基本単位及び組立単位は全てSI単位です。その単位で表された数値の大きさを実用的な量として理解するために便利のようにSIでは、10の整数乗倍の大きさの倍量・分量単位を作るための20個のSI接頭語を与えています。（表1-5）

（表1-4）の量（22個）のうち、日常業務でよく出てくる10個程度は覚えておきたいものです。

【表1-5】SI接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10^{24}	ヨタ	Y	10^{-1}	デシ	d
10^{21}	ゼタ	Z	10^{-2}	センチ	c
10^{18}	エクサ	E	10^{-3}	ミリ	m
10^{15}	ペタ	P	10^{-6}	マイクロ	μ
10^{12}	テラ	T	10^{-9}	ナノ	n
10^9	ギガ	G	10^{-12}	ピコ	p
10^6	メガ	M	10^{-15}	フェムト	f
10^3	キロ	k	10^{-18}	アト	a
10^2	ヘクト	h	10^{-21}	zepto	z
10^1	デカ	da	10^{-24}	ヨクト	y

・覚えておきたい接頭語：

テラ、ギガ、メガ、キロ、ヘクト、デカ、デシ、センチ、ミリ、マイクロ、ナノ

・注意：

接頭語は大部分が小文字ですが、左列のメガ（M）からヨタ（Y）までは大文字表記です。

【表1-6】 SI接頭語（参考に漢数字表記と十進数表記と語源を表にしました）

数	接頭語	記号	漢数字表記(命数法)	十進数表記	語源
10^{24}	ヨタ (yotta)	Y	一 穰	1 000 000 000 000 000 000 000 000	イタリア語「8」
10^{21}	ゼタ (zetta)	Z	十 垓	1 000 000 000 000 000 000 000	イタリア語「7」
10^{18}	エクサ (exa)	E	百 京	1 000 000 000 000 000 000	ギリシャ語「6」
10^{15}	ペタ (peta)	P	千 兆	1 000 000 000 000 000	ギリシャ語「5」
10^{12}	テラ (tera)	T	一 兆	1 000 000 000 000	ギリシャ語「怪物」
10^9	ギガ (giga)	G	十 億	1 000 000 000	ギリシャ語「巨人」
10^6	メガ (mega)	M	百 万	1 000 000	ギリシャ語「大きい」
10^3	キロ (kilo)	k	千	1 000	ギリシャ語「1000」
10^2	ヘクト (hecto)	h	百	100	ギリシャ語「100」
10^1	デカ (deca, deka)	da	十	10	ギリシャ語「10」
10^0	N/A	N/A	一	1	N/A
10^{-1}	デシ (deci)	d	一分	0.1	ラテン語「0.1 (10)」
10^{-2}	センチ (centi)	c	一 厘	0.01	ラテン語「100」
10^{-3}	ミリ (milli)	m	一 毛	0.001	ラテン語「1000」
10^{-6}	マイクロ (micro)	μ	一 微	0.000 001	ギリシャ語「小さい」
10^{-9}	ナノ (nano)	n	一 塵	0.000 000 001	ギリシャ語「小人」
10^{-12}	ピコ (pico)	p	一 漠	0.000 000 000 001	イタリア語「小さい」
10^{-15}	フェムト (femto)	f	一 須臾	0.000 000 000 000 001	デンマーク語・ノルウェー語「15」
10^{-18}	アト (atto)	a	一 刹那	0.000 000 000 000 000 001	デンマーク語・ノルウェー語「18」
10^{-21}	zepto	z	一 滴 浄	0.000 000 000 000 000 000 001	ギリシャ語「7」
10^{-24}	ヨクト (yocto)	y	一 溟 衆 寂 静	0.000 000 000 000 000 000 000 001	ギリシャ語「8」

【表1-7】SIと併用されるがSIに属さない単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min = 60 s
時	h	1 h = 60 min = 3600 s
日	d	1 d = 24 h = 86 400 s
度	°	1° = (π/180) rad
分	'	1' = (1/60)° = (π/10 800) rad
秒	"	1" = (1/60)' = (π/648 000) rad
リットル	L, l	1 L = 10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t = 10 ³ kg
ネーパ	Np	1 Np = 1
ベル	B	1 B = (1/2) ln 10(Np)

- SIでは一つの量に対して一つの単位だけを採用することを原則としていますが、社会通念、歴史的観点から今後もSIと併用される特別な10個の単位を提示しています。

知識 2 ガスメーター、水道メーター、電力メーター等取引に使用する計器は計量法で規定されています。有効期限に注意しましょう。

- 計量法からの計量単位について

数値でその大きさを表すことができる事象や現象がありますが、計量法ではこうしたものを「物象の状態の量」と呼んでいます。

計量法では熟度の高いものを法律で72量（法第2条第1項第1号）、熟度の低いものは政令で17量（計量単位令第1条）を定めています。

【表1-8】

7 2 量	長さ、質量、時間、電流、温度、物質量、光度、角度、立体角、面積、体積、角速度、角加速度、速さ、加速度、周波数、回転速度、波数、密度、力、力のモーメント、圧力、応力、粘度、動粘度、仕事、工率、質量流量、流量、熱量、熱伝導率、比熱容量、エントロピー、電気量、電界の強さ、電圧、起電力、静電容量、磁界の強さ、起磁力、磁束密度、磁束、インダクタンス、電気抵抗、電気のコンドクタンス、インピーダンス、電力、無効電力、皮相電力、電力量、無効電力量、皮相電力量、電磁波の減衰量、電磁波の電力密度、放射強度、光束、輝度、照度、音響パワー、音圧レベル、振動加速度レベル、濃度、中性子放出率、放射能、吸収線量、吸収線量率、カーマ、カーマ率、照射線量、照射線量率、線量当量、線量当量率
1 7 量	織度、比重、引張強さ、圧縮強さ、硬さ、衝撃値、粒度、耐火度、力率、屈折度、湿度、粒子フルエンス、粒子フルエンス率、エネルギーフルエンス、エネルギーフルエンス率、放射能面密度、放射能濃度

「計量」とは、計量法でこれら「物象の状態の量」を量ることと定義付けています。ここで「物象の状態の量」を量るためには、何らかの基準が必要となってきますが、「計量単位」が与えられ、かつ、「計量単位」の内容を確定するためにその「定義」がなされる必要があります。

計量法では、前述の72の物象の状態の量に対応する「計量単位」を「法定計量単位」としてSI単位を基に定めています。

SIにおける基本単位である、長さ、質量、時間、電流、温度、物質質量、光度の7種については以下の表に定められています。

【表1-9】計量法におけるSI基本単位の定義

物象の状態の量	計量単位	定義
長さ	メートル	真空中で1秒間の299,792,458分の1の時間に光が進む行程の長さ
質量	キログラム	国際キログラム原器の質量
時間	秒	セシウム133の原子の基底状態の2つの超微細準位の間の遷移に対応する放射の周期の9,192,631,770倍に等しい時間
電流	アンペア	真空中に1メートルの間隔で平行におかれた無限に小さい円形の断面を有する無限に長い2本の直線状導体のそれぞれを流れ、これらの導体の1メートルにつき千万分の2ニュートンの力を及ぼし合う直流の電流又はこれで定義したアンペアで表した瞬間値の2乗の1周期平均の平方根が1である交流の電流
温度	ケルビン	水の3重点の熱力学温度の273.16分の1（ケルビンで表される温度は熱力学温度とし、セルシウス度又は度で表される温度はセルシウス温度（ケルビンで表した熱力学温度の値から273.15を減じたもの）とする。）
	セルシウス度又は度	
物質質量	モル	0.012キログラムの炭素12の中に存在する原子の数と等しい数の要素粒子または要素粒子の集合体（組成が明確にされたものに限る。）で構成された系の物質質量
光度	カンデラ	放射強度683分の1ワット毎ステラジアンで540兆ヘルツの単光色を放射する光源のその放射の方向における光度（540兆ヘルツの単光色と異なる光については、通商産業省令で定める。）

適正な計量を確保するために、取引または証明における正確な計量を義務付け、計量事業者制度、自主的な計量管理の推進のための適正計量管理事業所制度、計量士制度などが計量法に規定されています。

ここでの「取引」とは、「有償であると無償であるとを問わず、物または役務の給付を目的とする業務上の行為」（法第2条第2項）をいい、例えば、牛肉100gを500円で売買するなどの行為です。

出典

- ・ユアサテクノ(株)Webサイト
- ・初めて受ける第二種電気工事士HP
- ・計量標準総合センターHP
- ・その他計測機器メーカーHP等

第2章 計測機器

2-1 濁度（比色）水質計

（1）概 要

濁度（比色）水質計は、受水槽清掃完了時に水の濁度（汚れ）を測定する計器です。水道局から配水された水をいったん貯水槽へ貯め置く場合、貯水槽から各蛇口までは建物の所有者が管理しなければなりません。

1) 濁度基準 水質基準値 (mg/l) 2度

「濁度」「色度」とは、その名のとおり「濁り具合」「色のつき具合」です。この度数は基準となる物質1mgを1Lの濁りや色のない水に溶かしたときの「濁り」、「色相」を1度と規定しています。水道水が濁る原因は、浄水施設、給排水系統に何らかの欠陥を生じている場合もあり、汚染との関連が高いことになります。

2) 濁度を測定する様々な方法

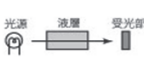
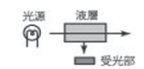
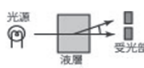
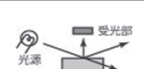
- ① 視覚濁度 試料の濁りを肉眼によって標準液と比較して求めます。
- ② 透過光濁度 試料を通過した透過光の強度を測定し、標準液を用いて作成した検量線から求めます。
- ③ 散乱光濁度 試料水中の粒子によって散乱した光の強度を測定し、標準液を用いて作成した検量線から求めます。
- ④ 積分球濁度 試料水中の粒子による散乱光の強度と透過光の強度との比を求め、標準液を用いて作成した検量線から求めます。

濁度の定義及びその単位は、JIS K 0101「工業用水試験方法」で定められています。また、上記4種類の濁度の連続測定に使用されている濁度計は、JIS K 0801「濁度自動計測器」では透過光散乱光方式と表面散乱光方式のみが採用されています。

「上水試験方法」では、連続計測機器として透過光方式、散乱光方式、積分球光電光度方式に加えて透過光散乱光方式が採用されています。

しかし、連続測定用濁度計として広く市販されているのは、透過光散乱光方式と表面散乱光方式の2種類です。

各方式について、基本構成図と主な長所・短所を下表に示しま【表2-1】

測定方式	基本構成図	測定範囲	長所	短所
透過光方式		最小: 0—2度 最大: 0—10,000度	高濁度の測定が可能	・窓の汚れの影響を受ける ・試料の色、気泡の影響を受ける
散乱光方式		最小: 0—0.2度 最大: 0—50度		・窓の汚れの影響を受ける ・試料の色、気泡の影響を受ける
透過光散乱光方式		最小: 0—0.2度 最大: 0—2,000度	試料の色の影響が少ない 極低濁度の測定が可能	・窓の汚れの影響を受ける ・試料の気泡の影響を受ける
表面散乱光方式		最小: 0—2度 最大: 0—2,000度	窓の汚れの問題がない 同一液槽で広範囲な測定が可能	・試料の色、気泡の影響を受ける ・応答がややにぶい

(2) 取り扱い方法

メーカーと機種の一例



【図2-1】
東亜ディーケーケー(株) ポータブル濁度計 2100Q



【図2-2】
(株)共立理化学研究所 WA-PT-4DG

仕 様 (株)共立理化学研究所 WA-PT-4DG

製品名	デジタル濁色度計
型式	WA-PT-4DG
検定	[濁度] ポリスチレン標準液による
	[色度] 塩化白金酸コバルト標準液による
測定範囲	[濁度] 0.0 ～ 20.0 度 (表示分解能 0.1 度)
	[色度] 0.0 ～ 50.0 度 (表示分解能 0.5 度)
測定波長	[濁度] 870 nm
	[色度] 390 nm
測定方式	透過光測定法
繰り返し精度	±1%F.S. (周囲温度:25℃)
検水量	10 mL
使用周囲温度	－5℃ ～ ＋40℃ 湿度90%Rh以下
測定水温条件	＋5℃ ～ ＋30℃ (結露状態を除く)

【表2-2】測定器の仕様

測定方法 (株)共立理化学研究所 WA-PT-4DG 資料による)

測定する際に必ずゼロ点調整を行います。

- ・ゼロ点調整用の専用水を使用し、校正を行います。(水道水などは使用不可)

- ① 電源を入れる。
- ② ゼロ調整を行う。
- ③ 検水を装置セル内へ入れる。(目盛まで必要な量を入れる)
- ④ 測定ボタンを押下すると、計測値が表示される。

【図2-3】



(3) 測定単位

- ・濁度：度
- ・色度：度

(4) 校正方法

校正については、装置本体の機能にて実施します。付属品として市販されている標準液を使用します。

1) ゼロ点校正

- ① 濁度計にゼロ濁度標準液を通水する。
- ② 指示値が十分に安定するまで通水した後、ゼロ点を合わせる。
- ③ ゼロ濁度標準液は、下表に従ってください。

【表2-3】

測定範囲	ゼロ濁度標準液
0～2度未満	水道水を0.2 μ mのフィルタで濾過した水。
0～2度以上	水道水を1 μ mのフィルタで濾過した水。

2) スパン校正

濁度計に下表の濁度標準液を通水するか、濁度計に付属されているチェックプレートを使用してスパンを校正します。

【表2-4】

標準液の種類	準拠する規格など
カオリン	JIS K0101「工業用水試験方法」
	日本水道協会「上水試験方法」
ポリスチレン(PSL)	平成15年厚生労働省告示第261号
	日本水道協会「上水試験方法」
ホルマジン	JIS K0101「工業用水試験方法」
	JIS K0801「濁度自動計測器」

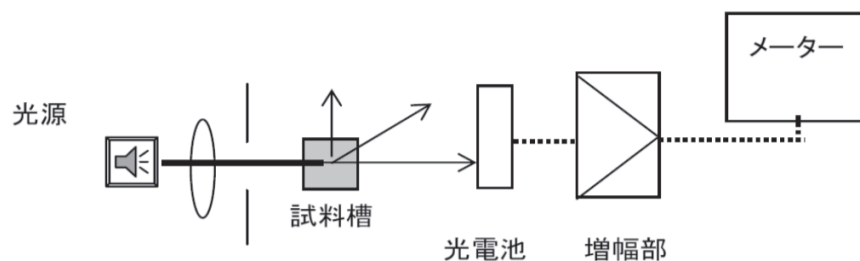
計測機器メーカーにより標準液の使用方法を明記しています、必ず記載内容に準拠し行ってください。

(5) 原 理

1) 透過光方式

濁った水の層に一定の強さの光を入射すると、濁りの粒子に反射または散乱し透過量が減少します。これは水槽の厚さと濁り粒子の密度（濁度）に比例します、この吸光度を測定し、あらかじめ同じようにして操作した検量線から濃度を求めます。

【図2-4】

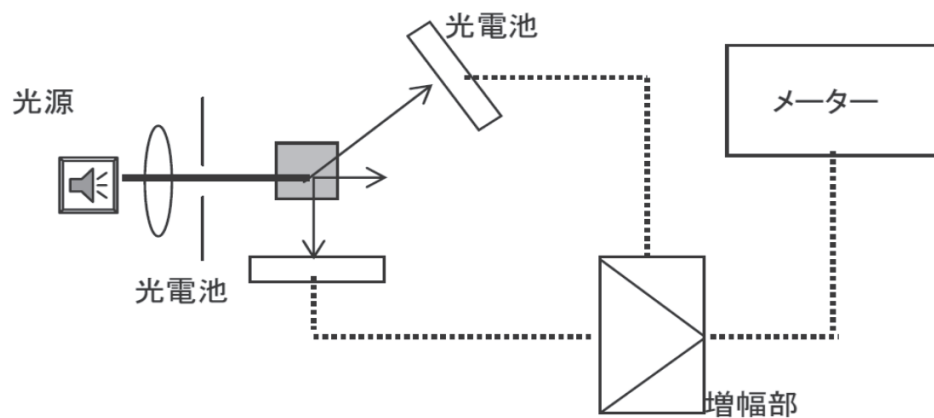


2) 散乱光方式

溶液中の微粒子による散乱光の強さを660nm付近で測定して、標準溶液の散乱光の強さと比較測定して、目的成分の濃度を求めます。

標準溶液の散乱光を得るため、直角方向で測定します。

【図2-5】



(6) 主なメーカー

- 東亜ディーケーケー株式会社
- 株式会社共立理化学研究所
- 横河電機株式会社

2-2 残留塩素測定器

(1) 概 要

1) 残留塩素とは

上下水道や各種用水では生息する微生物や菌類などを死滅させるための殺菌・消毒のために塩素滅菌処理を行います。従って公共水道が供給する水道水には、塩素が残留しています。水道法では残存する塩素を「残留塩素」と呼んでこの下限を規定しています。残留塩素には、遊離残留塩素と結合残留塩素があります。

遊離残留塩素は、即効性がある消毒効果が強いという特徴があり、次亜塩素酸などを指します。消毒効果が高いため、水の検査ではまず遊離残留塩素濃度を測ります。

・基準値は次のとおりです。

給水栓（蛇口）で残留塩素0.1mg/L（結合残留塩素では0.4mg/L）以上、病原生物による汚染の恐れがある場合は0.2mg/L（結合残留塩素1.5mg/L）以上保持するように塩素消毒することが義務付けられています。

2) 残留塩素の測定方法

【表2-5】

比色法	DPD（ジエチル-p-フェニレンジアミン）法
ヨウ素法	サンプル水にヨウ化カリウムを加えて着色。それを再度無色化するまでに数種の薬液を添加、加えた薬品数から濃度を測定する。
電流法	反応電流の有無から残留塩素濃度を算出。きわめて精度が高いが、設備が大規模になるため、主に研究施設で使われている。
吸光光度法	DPD試薬を加えたサンプル水に光を当て、濁度による光の吸収度合いから、残留塩素濃度を計測。

(2) 取り扱い方法

メーカーと機種の一例



【図2-6】
柴田科学(株)
残留塩素測定器 DPD法



【図2-7】
セントラル科学(株)
携帯用残留塩素計 MD100



【図2-8】
鈴研(株)
簡易型残留塩素計

・仕 様 柴田科学(株) 残留塩素測定器 DPD法

製品名	残留塩素測定器 DPD法									
型式	080540-521									
測定法	DPD法									
標準比色板	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5				
	0.6	0.8	1.0	1.3	1.5	2.0				

【表2-6】 測定器の仕様

・測定方法

水道法施行規則第17条第2項の規定に基づき厚生労働大臣が定める遊離残留塩素及び結合残留塩素の検査方法は、次の各号に掲げる事項に応じ、それぞれ当該各号に掲げるとおりとします。

遊離残留塩素 別表第1から別表第5までに定めるいずれかの方法（記載は別表第1のみ）

・別表第1

ジエチル-p-フェニレンジアミン法

1：試薬

(1) DPD試薬

N,N-ジエチル-p-フェニレンジアミン硫酸塩1.0gをメノウ乳鉢中で粉砕し、これに無水硫酸ナトリウム24gを加え、結晶粒を粉砕しない程度に混和したもの。
この試薬は、白色瓶に入れて冷暗所に保存する。

(2) リン酸二水素カリウム溶液（0.2mol/L）

リン酸二水素カリウム27.22gを無炭酸精製水に溶かして1Lとしたもの。

(3) 水酸化ナトリウム溶液（0.2mol/L）

水酸化ナトリウム8.00gを無炭酸精製水に溶かして1Lとしたもの。

(4) リン酸緩衝液（pH6.5）

リン酸二水素カリウム溶液（0.2mol/L）100ml 及び水酸化ナトリウム溶液（0.2mol/L）35.4mlを混合した後、これに1,2-シクロヘキサジアミン四酢酸（1水塩）0.13gを溶かしたもの。

(5) ヨウ化カリウム

(6) Acid Red 265標準原液

105～110℃で3～4時間乾燥させ、デシケーター中で放冷したC.I.Acid Red 265（N-p-トリルスルホニルH酸）0.329gを精製水に溶かして1Lとしたもの。

(7) Acid Red 265標準液

Acid Red 265標準原液を精製水で10倍に薄めたもの。

(8) 残留塩素標準比色列

Acid Red 265標準液及び精製水を表1に従って共栓付き比色管に採り、混合したもの、この標準比色列は、密栓して暗所に保存する。

【表1 残留塩素標準比色列】

残留塩素 (mg/L)	Acid Red 265標準液	精製水 (ml)
0.05	0.5	49.5
0.1	1.0	49.0
0.2	2.0	48.0
0.3	3.0	47.0
0.4	4.0	46.0
0.5	5.0	45.0
0.6	6.0	44.0
0.7	7.0	43.0
0.8	8.0	42.0
0.9	9.0	41.0
1.0	10.0	40.0
1.1	11.0	39.0
1.2	12.0	38.0
1.3	13.0	37.0
1.4	14.0	36.0
1.5	15.0	35.0
1.6	16.0	34.0
1.7	17.0	33.0
1.8	18.0	32.0
1.9	19.0	31.0
2.0	20.0	30.0

2： 器具

共栓付き比色管
容量50mlのもの

3： 試料の採取及び保存

試料は、精製水で洗浄したガラス瓶に採取し、直ちに試験する。

4： 試験操作

(1) 遊離残留塩素の濃度の測定

リン酸緩衝液2.5mlを共栓付き比色管に採り、これにDPD試薬0.5gを加える。
次に、検水を加えて50mlとし、混和後、呈色を残留塩素標準比色列と側面から比色して検水中の遊離残留塩素の濃度を求める。

(2) 残留塩素の濃度の測定

上記(1)で発色させた溶液にヨウ化カリウム約0.5gを加えて溶かし、約2分間静置後の呈色を残留塩素標準比色列と側面から比色して、検水中の残留塩素の濃度を求める。

(3) 結合残留塩素の濃度の測定

残留塩素の濃度と遊離残留塩素の濃度との差から検水中の結合残留塩素の濃度を算定する。

(3) 測定単位

- ・基準値：給水栓における水の遊離残留塩素の下限値は0.1ppm以上
- ・測定頻度：7日以内に1回定期

(4) 校正方法

- ・校正規定なし

(5) 原 理

1) ヨウ素滴定法

滴定剤であるチオ硫酸ナトリウム溶液をサンプルに滴下して発色するまで加えます。発色するまでに使用した滴定剤の量を濃度値に換算して残留塩素を求めます。

2) 比色DPD法

DPD指示薬（ジエチル-p-フェニレンジアミン）をサンプルに加えると塩素によって酸化され、マゼンタ色（桃～桃赤色）に発色します。この発色の程度は塩素濃度に比例します。発色の程度を比較することから、簡単な測定方法としては標準比色盤の色と、サンプルにDPD試薬を加えて発色した色とを目視で見比べて、色が一致したと思われるところで比色盤に刻まれている数値を読み取ることにより、残留塩素濃度を測定する方法です。

目視で行う方法ですので、個人誤差があることや目盛の読み取りには限界があることから、精密な分析には適しませんが測定現場などで手軽にすぐに行える最も簡単な方法です。

3) DPD吸光光度法

比色DPD法の原理を吸光光度法の原理の測定器を用いてデジタル数値化して読み取る方法です。発色後の桃～桃赤色を波長510～555nm付近の吸光度で測定します。

4) 電流滴定法

残留塩素がヨウ化カリウムと反応すると、ヨウ化カリウムは酸化してヨウ素を遊離します。この遊離したヨウ素を還元剤で滴定します。残留塩素が含まれた検水中に電流滴定器の電極部を浸すと、遊離したヨウ素などの酸化性物質が含まれている場合には直流電流が流れます。

この検水に還元剤を滴定していくと、徐々に電流値の降下が見られなくなった点がこの滴定の終点であり、この滴定に要した還元剤の量から残留塩素の濃度を計算することができます。サンプルにクロラミンが存在した場合、プラスの干渉を受け、正確な遊離残留塩素の測定が困難になることがあります。その場合には電流滴定法が最適です。

一般的には、電流滴定法が遊離残留塩素と結合残留塩素の明確な分離測定ができ、測定値の信頼性も高いとされていますが、亜ヒ酸を滴定液に使用することや装置が高価で、操作が複雑なことから現場での使用には普及していません。

(6) 主なメーカー

- ・ 柴田科学株式会社
- ・ セントラル科学株式会社
- ・ 鈴研株式会社

2-3 界面検知器

(1) 概要

排水処理中の汚泥界面を目視確認することはできません。汚泥界面を測定するには、水中に測定器を投入し界面を検知する界面検知器が必要です。

1) ビルでの活用例

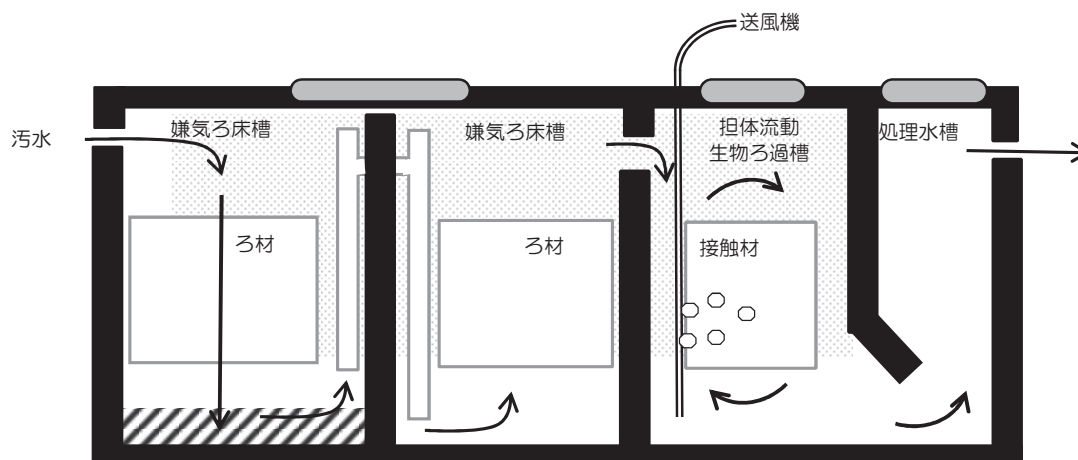
- ・沈殿槽・浄化槽などの汚泥の界面を測定し、返送量や引出量を適切に調整する。
- ・沈殿分離槽・沈砂槽などの汚泥厚やスカム厚を測定し、清掃時期を決める。
- ・汚泥の濃縮槽や貯留槽の脱離液（中間水）ゾーンを測定し、汚泥濃縮を確実に進行。
- ・ビル・工場の各種水槽・貯槽などの水位や沈殿物を測定し、漏水の有無や清掃の時期を判断する。
- ・浄化槽清掃業の許可・浄化槽保守点検業の登録に必要なスカム及び汚泥厚測定器具として使用することで有効な管理が可能である。

2) 汚泥濃度管理

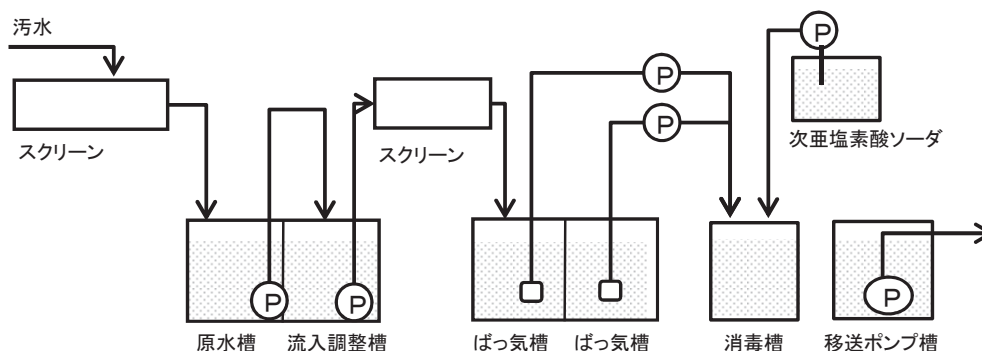
排水処理設備の管理として、MLSS（活性汚泥浮遊物濃度=汚泥濃度）が汚水処理に対し、適切な状態かを管理します。

汚泥界面は、処理槽（=沈殿槽）の堆積汚泥と上澄みとの境界を指し、界面がどのくらいの水深位置にあるのか、厚さはどれくらいか、などを管理することにより、堆積汚泥が流出（キャリーオーバー）して適正な処理ができなくならないように、汚泥の引き抜きを行う指標とします。

【図2-9】嫌気ろ床接触ばっ気方式の合併処理浄化槽の構造



【図2-10】中水処理設備の構造



(2) 取り扱い方法

- ・メーカーと機種の一例



【図2-11】
マルチ計測器(株)
CN7009 MLSS/界面計



【図2-12】
セントラル科学(株)
チェックボーイCB-O1型



【図2-13】
関西オートメーション(株)
ENV100

- ・仕様 マルチ計測器(株) CN7009 MLSS/界面計

測定範囲	MILSS 0~20000mg/l(3000mgまで表示) 水深 0~5.00m(ケーブル延長で10m) MLSSと水深(界面)を同時表示、設定した汚泥濃度で 汚泥界面を知らせる界面警報機能付き
最小分解能	MILSS10mg/l、水深0.01m
精度	±3%以内
自己診断	電池電圧、検出器異常、校正異常
ケーブル長	6m標準
電源	単4アルカリ電池×3本 オートパワーオフ
寸法・重量	75(W)×180(H)×38(D)mm 300g

【表2-7】測定器の仕様

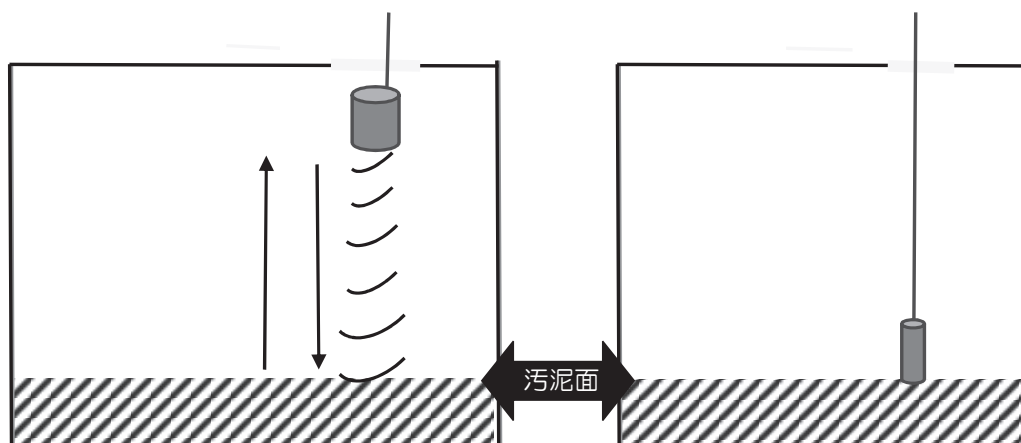
- ・測定方法

① 超音波型

センサーより発信される超音波が界面で反射し、センサーに受信されるまでの伝搬時間を汚泥面までの距離として測定する。

② 汚泥界面検知型

センサーを水槽に挿入し、センサーが応答するまで槽内に沈め、応答したときのケーブル表示にて汚泥面までの距離を計測する。



(3) 汚泥処理に必要な知識

1) MLSSとは？

MLSSとは、Mixed Liquor Suspended Solidsの略称で、活性汚泥処理におけるばっ気槽（エアレーションタンク）内の汚泥混合液の浮遊物質のことをいいます。活性汚泥処理を行う際の最も重要な指標で、単位はmg/Lです。

2) SSとは？

SSとは、Suspended Solidsの略称で、水中に浮遊している不溶解性物質をいいます。SSの測定は、水と不溶解性物質を分離して質量を測定する方式が基礎で、単位はmg/Lです。しかし、SSの量と濁度の値には一定の関係を示す場合が多く、光学法を用いた方式もSS計として利用されています。

3) MLSSとSSの違いは？

MLSSは活性汚泥処理のプロセスでのみ使われる用語です。一方、SSは広い範囲で浮遊物質を表す用語です。測定の方法は、測定水を蒸発・乾燥させてその残量を求めるもので、両者はほとんど同じです。

4) MLSS計

MLSS計は、下水処理施設や排水処理施設のばっ気槽で使われます。ばっ気槽で安定した処理を行うためには、活性汚泥濃度を常時監視する必要があります。活性汚泥菌が多すぎても少なすぎても良い処理ができず、運転に支障が生じます。活性汚泥濃度は、下水処理及び排水処理に最も重要な指標です。

(4) 校正方法

- ・法定の校正規定はありません。
- ・MLSS測定機能付きの場合は、メーカーに問い合わせを行ってください。
- ・一般的に下記の場合に校正を行います。
 - ① 検出器を交換したとき。
 - ② 検出器のプリズムアセンブリを交換したとき。
 - ③ MLSS計の測定誤差が許容値を超えたとき。
 - ④ 定期的な保守を実施した後。

1) 実液校正法（3点校正）

測定液を基準にしている計器または手分析で測定し、その値に合わせ込む方法です。MLSSの値は、測定液（汚濁混合液）の性状により異なります。そのため測定レンジの100%付近の液を採取して100%点を合わせ込みます。次に、この液を希釈して50%点の合わせ込みを行います。最後に、水道水を使って0%点を合わせ込みます。正確なMLSSの測定にはこの実液校正が必要です。

2) 簡易校正法（1点校正）

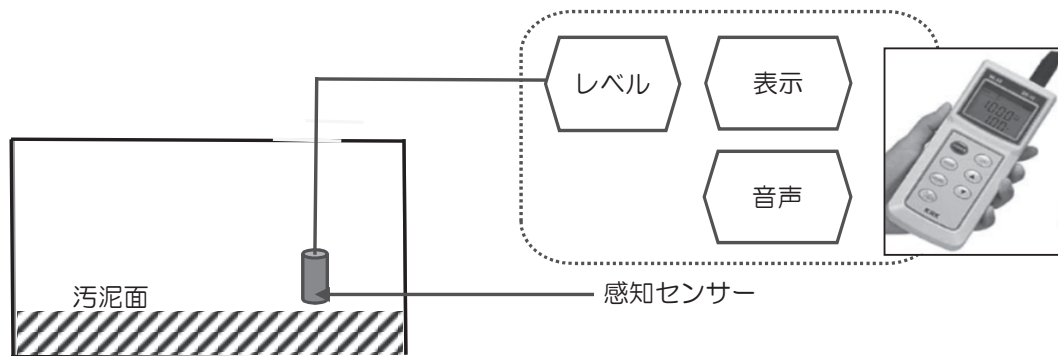
検出器に付属されている校正板を使用して、1点校正を行う方法です。実液校正を行った直後に校正板を検出器に装着し、そのときのMLSSの値を校正板に記入します。次回の校正からは、校正板に記入されている値を示すように校正します。この校正方法は容易に校正を行えるため、定期的な保守などのときに便利です。

なお、値が記入されている校正板は、他のMLSS検出器に転用することはできません。

(5) 原 理

センサーの検知素子灯で発光・受光が行われ、光が遮られたときに音を出すのが基本原理となります。

【図2-14】



(6) 主なメーカー

- マルチ計測器株式会社
- セントラル科学株式会社
- 関西オートメーション株式会社
- 横河電機株式会社

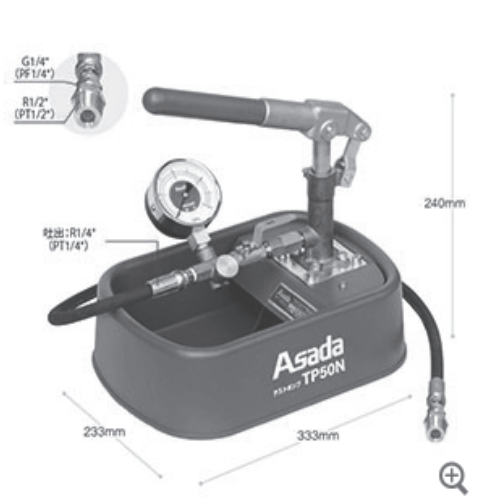
2-4 テストポンプ（漏水探知器）

（１）概 要

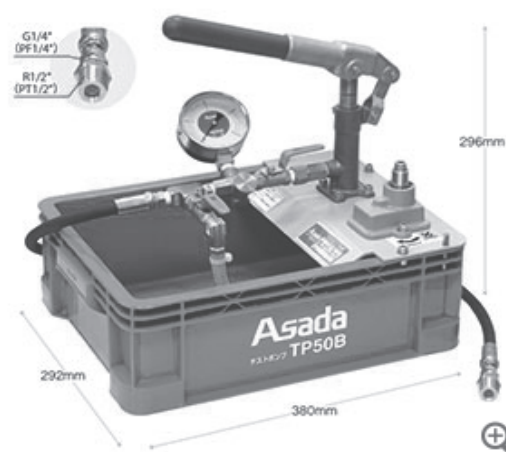
水圧により配管やバルブなどの耐圧、漏水テストに使用する計測機器です。脈動水圧や静水圧のテストが可能なものや、手動コンパクトな、主に、配管、タンク、バルブ、継手等の耐圧漏れテストに最適なものまで多様なタイプが存在します。

（２）取り扱い方法

メーカーと機種の一例

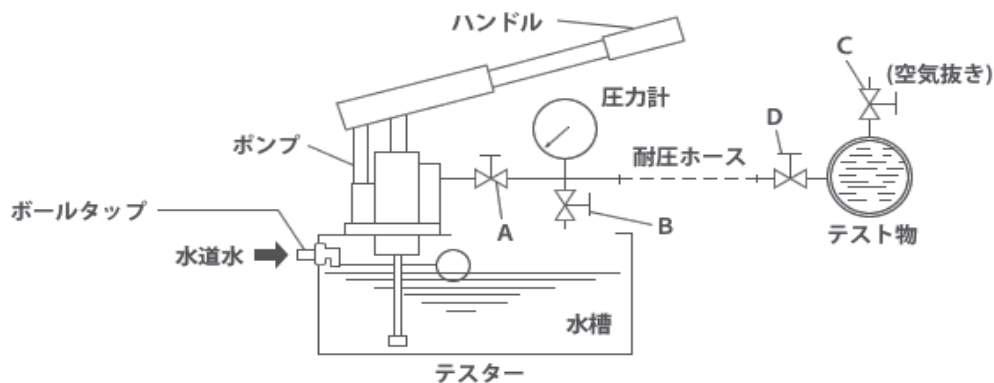


【図2-15】
アサダ(株) TP50N（手動）



【図2-16】
アサダ(株) TP50B（手動+電動）

1) TP50N（手動）を始め、一般的なテスター取り扱い方法 【図2-17】測定器の模式図



1. テスト物にバルブ C,D を取り付けてください。(C,D は付属品には含まれておりません。)
2. テスターとバルブ D をホースで接続します。
3. バルブ C よりエアを抜きながら D から本機又は水道等で満水してください。
4. テスターの水槽に水を補給しテスターのバルブ A,B を開放にしてポンプハンドルを上下に操作しバルブ B よりポンプ内のエアが抜け、水が出はじめればバルブ B をしっかり閉じてください。
5. テスト物のバルブ D を開放しテスターにて送水しバルブ C よりエアと抜け水が放出しはじめればバルブ C をしっかり閉じてください。
6. 所定の圧力に上昇したところでバルブ A をしっかり閉じてください。
圧力が降下すればテスト物に漏水があり降下しなければテストは合格です。
7. テスト後排圧はバルブ B より行ってください。
連続送水が必要な場合は水道とボールタップを接続してご使用ください。

(3) TP50B（手動+電動）の取り扱い方法

1) 使用前の準備

- ① フィルタ付きニップルを検査対象となる配管へ接続します。
- ② 本機の高圧ホースをフィルタ付きニップルに接続します。
- ③ 本機のタンクへ清水（水道水）を注いでください。

2) 使用方法（ギヤポンプで送水する）

- ① ボールバルブAを閉じ、ボールバルブBを開いてください。
- ② 使用する充電ドリルなどのチャックに六角ビットをセットしてください。
- ③ 充電ドリルなどのチャックにセットされた六角ビットをギヤポンプの駆動軸へ差し込んでください。
- ④ 手でハンドルをしっかりと持ち、充電ドリルのトリガーを引いてください。
送水が開始されます。
- ⑤ 検査対象の配管が満水になるか、ギヤポンプの能力で送水ができなくなったら、ボールバルブBを閉じてください。

3) 使用方法（手動ポンプで送水、加圧する）

- ① ギヤポンプで送水した後は、手動ポンプにて空気抜き、加圧を行います。
- ② ボールバルブBを閉じ、ボールバルブAを開いてください。
- ③ エアー抜きバルブを開いてください。
- ④ ハンドルを上下させ、エアー抜きバルブからポンプ内の空気を排出してください。
- ⑤ ポンプ内の空気が排出したらエアー抜きバルブを閉じ、ハンドルを上下させて検査対象の配管へ送水して検査対象の配管内の空気を排出してください。
- ⑥ 検査対象の配管内の空気が排出されたら、検査対象の配管のバルブ、蛇口等を全て閉じます。
- ⑦ ハンドルを上下させて加圧させます。
- ⑧ 圧力が試験圧力に達したところでボールバルブAを閉じます。圧力の降下が無ければ、検査対象の配管に漏れはありません。

4) 作業の終了・保管

- ① タンク内に貯まっている清水（水道水）を捨ててください。
- ② ボールバルブAを開き、ボールバルブBを閉じてください。
- ③ ハンドルを数回上下させて、手動ポンプ内の水を排出させてください。
- ④ ボールバルブAを閉じ、ボールバルブBを開いてください。
- ⑤ ギヤポンプを10秒程度作動させてギヤポンプ内の水を排出させてください。
- ⑥ 高温多湿にならない場所へ保管してください。

(4) 仕様

品名		テストポンプTP50B
コード番号		TP50B
圧力	手動	4.0MPa
	電動	0.2MPa
吐出水量	手動	16mL/回
	電動	*3.5L/min
大きさ(L×W×H)		380×292×296mm
質量		5.5kg
タンク容量		10.5L
標準付属品		フィルタ付ニップル(TP740) 六角ビット(TP751) 取扱説明書(TP738)

*ギヤポンプを約1100min⁻¹で回転させたときの水量
【表2-8】測定器の仕様

（５）測定単位

圧力：Mpa
水量：mL

（６）校正方法

校正については法律で義務付けられていませんが、品質確保のためには「圧力計」単体の校正を推奨します。

圧力計検査成績表、検査証明書、基準器検査成績書、及びトレーサビリティを確認してください。

１）保守管理

※一般的な事項です。

安全と確度の維持のために１年に１回以上は校正・点検を推奨します。

２）保守点検

- ・スイッチ類、表示部、ボディーの確認（損傷はありませんか？）
- ・ポンプ吸引動作確認（ポンプ動作音は正常で異常音はしませんか？）

３）校正点検

校正・点検は製造元か販売店にて受付けています。

４）部品交換

（７）原 理

被検査対象部位における圧力変化（降下）を検知することで、耐圧、漏水箇所を特定します。

・注意事項等

- ① 圧力低下の確認は、極力検査対象の配管に本機の圧力計とは、別の圧力計（市販品）を直接接続して試験を行うようにしてください。
- ② 本機の圧力計で圧力の低下を確認すると、気温などの変化によって圧力が変化し、正確な試験が行われない可能性があります。
- ③ 正確な試験を実施するために、検査対象の配管へ圧力計（市販品）、バルブ（市販品）を接続してください。

（８）応用編（耐圧基準）

配管の漏れがないかということを確認する意味の他にも、水道法に依拠する、耐圧に関する基準を厚生労働省令として、新たに基準省令を定め、個々の給水管及び給水用具が満たすべき性能及びその定量的な判断基準及び給水装置工事が適正に施工された給水装置であるか否かの判断基準が明確化されています。

・基準省令の概要

基準省令の各技術的細目について

１）耐圧に関する基準（基準省令第１条）

令第４条第１項第４号の「水圧に対し十分な耐力を有するものであること」及び「水が漏れるおそれがないものであること」についての技術的細目を次のように定めたこと。

２）給水装置（最終の止水機構の流出側〔貯湯湯沸器及び貯湯湯沸器の下流側等〕に設置されている給水用具を除く）は、厚生労働大臣が定める耐圧に関する試験により１.75メガパスカルの静水圧を１分間加えたとき、水漏れ、変形、破損その他の異常を生じないこと。

（９）主なメーカー

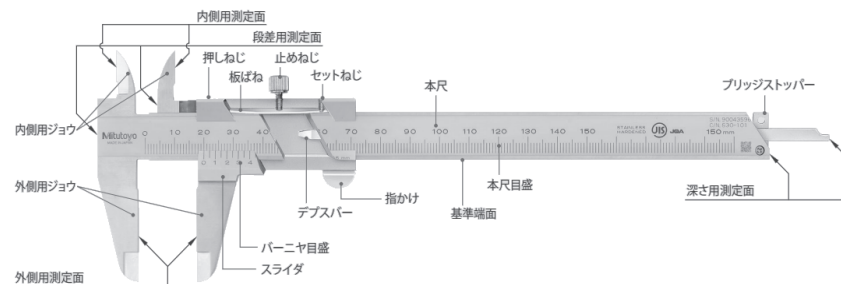
- ・アサダ株式会社
- ・株式会社キヨーワ
- ・株式会社寺田ポンプ製作所

2-5 ノギス

(1) 概 要

ノギスとは、手で持って器具をスライドさせることにより品物の外側・内側・深さ等の測定ができる測定器です。精度として、バーニヤ目盛を活用することにより最小読み取り値は0.05mm、または0.02mmのものがあります。さらに精度の高い製品としてダイヤルノギス、デジタルノギスがあります。

【図2-18】 各部名称



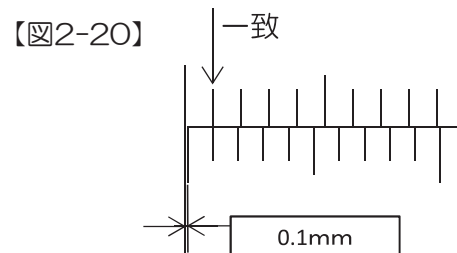
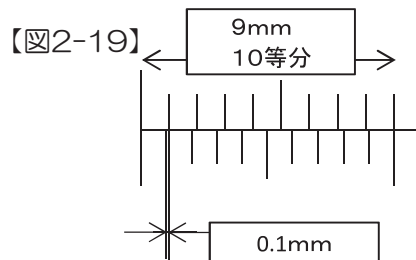
(2) 取り扱い方法

1) バーニヤ目盛の読み取り

ノギスは、歯車やネジなど機械的拡大機構なしで1mmより小さい単位を読み取ることができるバーニヤ目盛を持っています。バーニヤ目盛は本尺目盛と組み合わせて使われ、本尺の(n-1)目盛に対しスライダには同じ幅をn等分しています。例としてn=10の場合は以下ようになります。

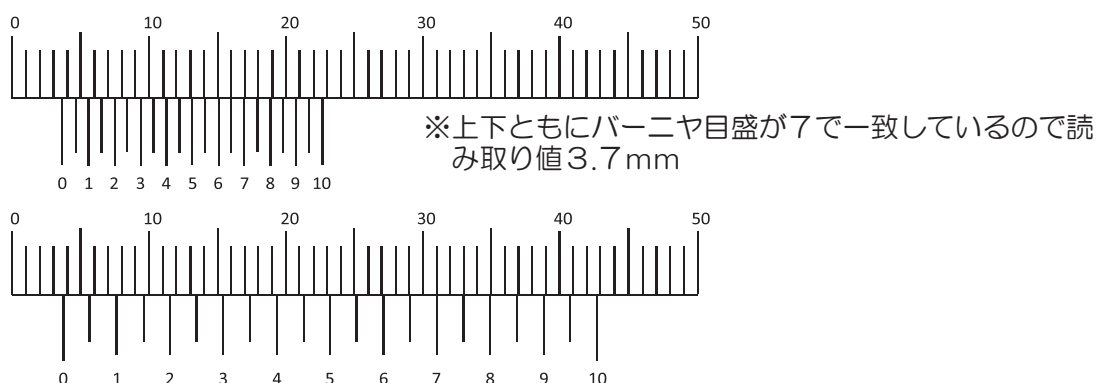
本尺の(n-1)=9目盛(9mm)を、スライダでn等分つまり10等分したバーニヤ目盛は以下ようになります。

このとき、図2-19のように1目盛の間隔の差は0.1mmとなり、図2-20のようにスライダが0.1mm右方向に動いた場合、本尺の2本目の目盛が一致し、0.1mm単位を読むことができます。



初期のノギスでは、本尺の19目盛を20等分して0.05mm単位を読んでいたが、狭い範囲の中で一致した線を探す煩わしさがああり、1970年代より本尺の39目盛を20等分したロングバーニヤ目盛が一般的に使われています。

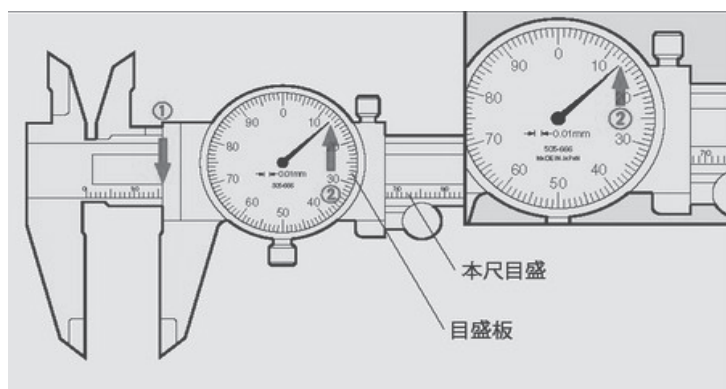
【図2-21】



2) ダイアルノギスの読み取り

【図2-22】

- ① 本尺目盛読み取り
16mm
 - ② 目盛板の読み取り
0.13mm
- $16 + 0.13 = 16.13\text{mm}$



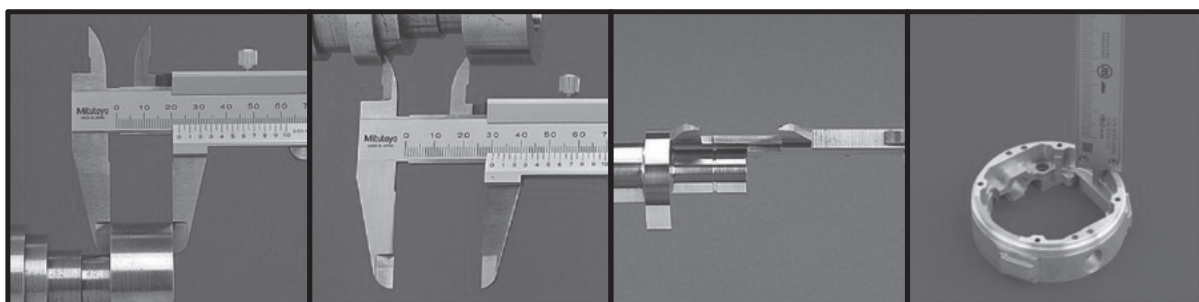
【図2-23】

外側測定

内側測定

段差測定

深さ測定



(3) 測定単位

1) 読み取り値

【表2-9】

種別	最小読み取り値	器差
ノギス	0.05~0.02mm	0.03~0.05mm
ダイヤルノギス	0.02~0.01mm	0.02~0.03mm
デジタルノギス	0.01mm	0.01~0.03mm

※150mmタイプ（長くなれば器差は大きくなる）

2) 誤差

物体は温度の変化によって体積が変わることから、長さもまた変化します。これは測定の対象物と計測機器の両方にいえることです。温度と物体の長さの変化は「熱膨張係数」で表すことができます。材質の種類によって熱膨張係数は異なります。なお、JISは長さを測定する際の標準温度を20℃、湿度50%と決めています。

【表2-10】主な熱膨張係数（単位： $\times 10^{-6}/\text{K}$ ）

ダイヤモンド	1	ガラス	8~10
鉄	11.8	金	14.2
銅	16.6	コンクリート	12~13
アルミニウム	23.1	PET樹脂	70

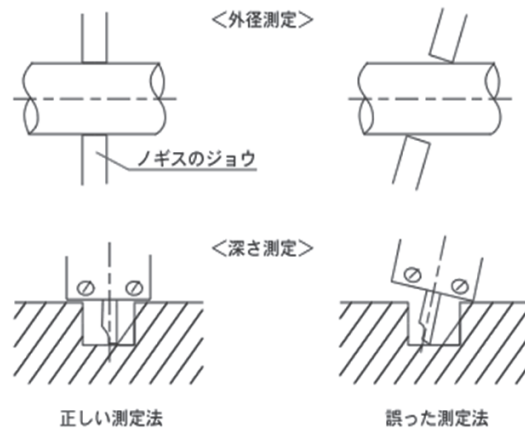
他の機器と同様に、ノギス等の計測機器もまた使い続けることで歯車などの部品が摩耗したり、測定面がすり減ったりします。これによって、本来発揮できる精度を維持できなくなる恐れがあります。

計測機器が持つ精度のことを「器差」といいます。器差は測定値のばらつきに影響を及ぼすことから、定期点検（定期校正）を通じて不具合の有無を確認することが欠かせません。

(4) 校正方法（測定時の注意点）

- ① 測定前に「ノギスの基点が一致しているか？」を確認して、ゼロ値の精度を確かめる。
- ② 測定物をはさむ箇所（ノギスのジョウやくちばしの部分）は、できるだけ本尺に近い箇所で測定を行う。（「アップの原理」に対する精度向上のため）
- ③ ノギスの測定箇所（ジョウ、くちばし、デプスバー）の測定面は、測定対象物に正しく接触させること。
- ④ 測定力は、強すぎず／弱すぎず、できるだけ一定の力で測定します。
- ⑤ 目盛の読み取りは直角方向からむ。
- ⑥ 使用後は、汚れをふき取り、湿気や温度変化の少ない場所に、変形させないように保管します。

【図2-24】



※アップの原理は、寸法を測定する際の精度に関わる原理です。また、計測機器を設計する上で重要な指針となります。その原理とは、「測定精度を高めるためには、測定対象物と測定器具の目盛を測定方向の同一線上に配置しなければならない」というものです。

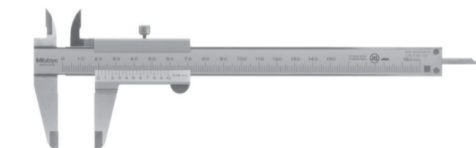
実際の測定器具に当てはめると、外側マイクロメーターの場合、目盛と測定の位置が同一線上にあるのに対して、ノギスは目盛と測定位置が離れていることが分かります。つまり、外側マイクロメーターはアップの原理に従っているのに対して、ノギスは原理に従っていません。そのため、測定の精度は外側マイクロメーターの方が高いといえます。

(5) 主なメーカー

- ・株式会社ミットヨ
- ・新潟精機株式会社
- ・株式会社エー・アンド・デイ
- ・シンワ測定株式会社

(株)ミットヨ M型標準ノギス N15 530-101

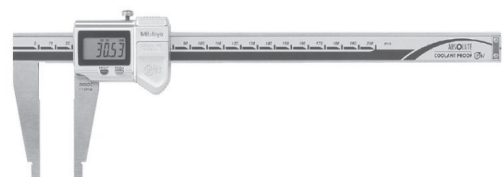
新潟精機(株) デジタルノギス DS-150



(株)ミットヨ ダイヤルノギス D15TN



(株)ミットヨ C形ノギス CDC-PPMX/C



<コラム> ねじ

(1) ねじの生い立ち

日本では、種子島へ漂着したポルトガル人が携帯していた火縄銃からコピーした銃底をふさぐ**ねじ**が最初であったといわれています。当時の**ねじ**は刻印したおねじとめねじが対になっていて、刻印が合わない**ねじ**同士は、使用することができませんでした。

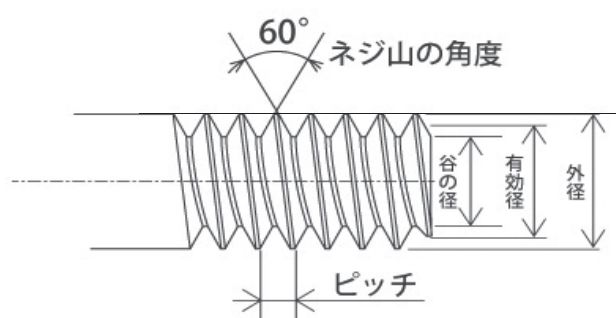
1800年代 最初のねじ切り旋盤を作ったモーズレイの弟子のイギリスのサー・ジョセフ・ウィットウォース準男爵が互換性のある**ねじ**を検討し、ウィットウォースねじ形式を1841年に発表、普及を行いイギリスから世界に広まりました。フランスは法律によりメートル法を採用して1894年にSFねじ規格（メートルネジ）を制定しました。これをスイス、ドイツがならい、1940年にはその他のヨーロッパ各国・ソ連の同意を得て、ISAメートルねじ制定に至りました。そして、アメリカ イギリス、カナダは1948年ユニファイねじに関する協定を行いました。1947年に設立したISO（国際標準化機構）は1957年ISA（メートルネジ）とユニファイを採用しました。

日本では1965年にJIS（日本工業規格）が一斉に大改正され現在では一般ねじはISOメートルねじ、航空機等はユニファイを使うように決められ、ウィットねじは一部の管ねじ等に使用されています。

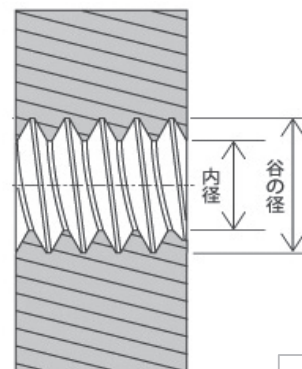
(2) 概要／ねじの構造

1) 基本

- おねじの場合、山の径を外径 谷の径を谷径 （ねじの呼び：ねじの外径のこと）
- めねじの場合、内側の径を内径 谷の径を谷径
- 隣り合う山の中心間距離をピッチ（pitch）ピッチが1.5mmの場合P=1.5となります。
- ねじの谷の幅がねじ山の幅に等しくなるような仮想的な円筒の直径を有効径といいます。
- ねじを一回転させて軸方向に進む距離を[リード]といいます。



おねじ



めねじ

2) ISOねじ（メートルねじ）

- 山の角度が60度で、ピッチの距離でサイズを表します。

3) ユニファイねじ

- ねじ山の角度が60度で、1インチ（25.4mm）の中の山数でサイズを表します。



4) ウィットねじ（吋目）

- ねじ山の角度が55度で山数で表します。



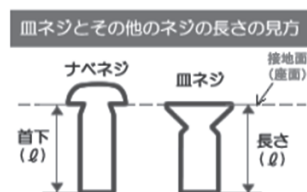
(3) ねじの判定方法

1) 頭の形状確認

名称	ナベねじ	名称	皿ねじ	名称	丸皿ねじ
形状		形状		形状	
最も多く使用される代表的なねじ。上面の角に丸みを持たせた形状をしています。		頭は上面が平らで座面が円錐形の形状。他のねじとは違い頭を含む全長が長くなります。		皿の上面に丸みが付いた形状。皿より深いのでドライバーがかみ合います。	

名称	トラスねじ	名称	バインドねじ	名称	小頭皿ねじ
形状		形状		形状	
球体を切り取ったような形状。頭部が大きいので接地面(座面)が多く緩み止め効果があります。		台形で丸みが特徴。ナベ頭に比べ1.1～1.2倍と頭が大きく、接地面(座面)の陥没を防ぎます。		窓枠のサッシなどに使われることから「サッシねじ」とも呼ばれます。径が小さいので、狭い溝のようなところでも使うことができます。	

名称	アブセットねじ	名称	丸・平ねじ
形状		形状	
冷間圧造によって六角や四角に頭を成形したもので、普通は頭部上面にへこみがあります。		現在はほとんど流通しておらず入手することは大変困難です。	



- ※ この他座金付きのねじやねじの先端にタッピングが施されたものがあるので注意してください。
- ※ 材質や表面処理について注意してください。

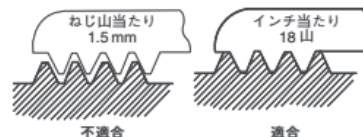
2) ねじの外形・種類の確認

- ノギスを使用して、おねじの頂点間の呼び外径サイズを測定します。
- ねじ外径識別表から大まかに識別します。
- 頭外径・厚さを測定します。

※テーパねじなどは、最初のねじ山と最後のねじ山で外径が異なるので別段の判定方法が必要です。

3) ピッチの確認

- ・ピッチゲージにてピッチを確認します。



4) 上記1)、2)、3) でねじに必要な情報は概ね揃い発注することができます。

※どうしても判からない場合は業者に判定を依頼してください。

参考：ネジクル安心のねじ計測サービス

https://www.tsurugacorp.co.jp/shopping/user_data/side_exist.php?disp=nejisize

(4) ねじの不具合対応

1) ねじの錆び付き 対応策

錆び付いた**ねじ**が回らず10分で完了するはずの作業が1時間かかるなど、錆び付いた**ねじ**のトラブルは作業時間や危険性の増大を招きます。しかしながら下記の方法を知っていればトラブルを速やかに解消することができます。

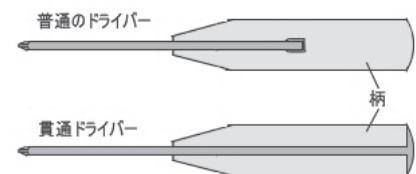
① ねじ溝をなめないために

プラスドライバーを用いるときにはドライバーを**ねじ**に押しつけるのが重要なポイントです。ドライバーに加える力の配分はベースとなる材料により異なりますが、押しつけ力6～7に対して回転力4～3というのが一般的です。なぜならプラスドライバーの弱点であるカムアウト現象（刃先と**ねじ**の溝の間に回転力を与えると**ねじ**溝から刃先が浮き上がる）が生じると**ねじ**溝が壊れてしまうからです。

② たたく（貫通式ドライバー）

めねじとおねじの螺旋は、ねじを締め付けることで互いに摩擦力と張力が高まり緩みにくくなります。この緊張状態を解くために、ドライバーを通じて軸方向に衝撃を加えます。

通常力でダメな場合は、**ねじ**溝に対して刃先を垂直にしっかり差し込み、鉄ハンマーでグリップ後端をガツン！とたたきます。このとき、何度もコンコンたたきより、ある程度勢い良くたたいた方が効果的ですが、ベースとなるものを壊さないように気を付けてください。



③ 油を注す

通常一般的にKURE CRC556を**ねじ**に注してから回すと錆び付いた**ねじ**が回りやすくなる。そんな経験をお持ちだと思います。潤滑剤は少し時間をかけて浸透していくので、吹き付けてすぐよりも数秒から数十秒経ってからのほうが外しやすくなります。逆に時間が経ってしまうと、つつある錆びなどが途中でまた固まってしまう、外れにくくなってしまいます。一度吹き付け流して外れない場合は、数十秒置きに何回にも分けて大量に吹き付けると、内部の錆びなどを洗い流すように除去できるので外れやすくなります。

・さらに回しやすい潤滑剤として

ユニコン強力ねじ緩めスプレー・RP-Cラスペネなどがあります。また冷却する潤滑剤として、ラストブリザードがテレビで紹介されており通常の潤滑剤を使用してもビクともしなかったナットが回るなど紹介されています。

④ バーナーであぶる

潤滑剤で外れない場合は、**ねじ**の変形などを確認した上でバーナーであぶると外れる場合があります。多くの物は温めると膨張します。**ねじ**も温めると一度膨張して、その後元に戻るため**ねじ**と**ねじ**穴に隙間ができます。（ゆでたまごをできてすぐ冷やすと皮がむけやすくなるのもこの原理）この後、軽くハンマーでたたいたり、潤滑剤を使うことでほとんどの**ねじ**は外れます。

⑤ どうしても回らない**ねじ**は（**ねじ**溝がなめてしまったら・・・）

ネジザウルスやロッキングプライヤーなどで**ねじ**の頭をつかんで回すことのできる工具有ります。**ねじ**の頭に傷が付いたりすることにより替えの**ねじ**が必要になる場合があるで注の意が必要です。

VESSELのメガドラインパクタやANEXのミニインパクトドライバーは、ハンマー等でたたくと逆方向に回る力が掛かる構造となっていて、ハンマーでたたきだけで押す力と回転力を同時に加えることができる工具有っており回らない**ねじ**に有効な工具です。

ナットの場合は、ナットブレーカーというものがあります。このどうしても緩めることができないナットを緩めるのではなく、かち割って外してしまおうというものです。その使い方は、ナットの中心にクサビ状の刃の中心を合わせ、本体の後部に付いている締め込みボルトをレンチを使って、どんどん締め上げていくだけです。

第3章 応用編

3-1 放射能と放射線

東日本大震災は、2011年（平成23年）3月11日（金）に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴って発生した津波、及びその後の余震により引き起こされた大規模地震災害です。この地震によって、**福島第一原子力発電所事故**が発生しました。

この震災により“原子力は安全”神話は崩壊しました。その後、国の対応やTV、マスコミ等で読者諸兄は様々な情報を収集して今日に至っていることと思われます。

専門用語が多く、ニュースの内容が深く理解できない方のために作成しました。なるべく平易な解説と図等を取り入れ、「なるほどそうか」という内容で執筆しました。

放射能と放射線等の知識、原子力発電等の知見のある方も今一度頭の整理をしていただければと思います。

（1）放射能と放射線は違います。

放射線を出すものを**放射性物質**といいます。放射性物質は放射線を出しながら壊れていきます。この放射線を出す能力を**放射能**といいます。放射能の強さは、時間とともに弱くなっていき、放射能の強さが半分になるまでの時間を**半減期**といいます。

※例えば放射性物質を線香花火とすると...

- **放射能**：線香花火が火花を出す能力
- **放射線**：線香花火の火花
- **半減期**：火花の量が半分になるまでの時間
- **放射能の強さ**：火花の強さ（ベクレル）
- **人体への影響**：火花が当たったときの熱さ（線量当量：シーベルト）



※まずはこの基本的な用語の意味を理解しましょう。

（2）放射線とは、

- 放射線とは高い運動エネルギーを持って流れる物質粒子（イオン、電子、中性子、陽子、中間子などの粒子放射線）と高エネルギーの電磁波（ガンマ線、エックス線のことで電磁放射線）の総称です。
- 放射線の中で電離を起こすエネルギーの高いものを電離放射線、そうでないものを非電離放射線というふうに分けることもありますが、一般に「放射線」とだけ言うと、エネルギーの高い電磁放射線（電離放射線）の方を指していることが多いようです。
- 電離放射線にはアルファ線、ベータ線、ガンマ線、エックス線、中性子線、陽子線、陽電子線、重イオン線などが含まれます。
- 非電離放射線には、電子レンジで使われている極超短波、携帯電話やPHSで用いられている電波、赤外線、可視光線などがあります。なお、紫外線は電離放射線と非電離放射線の境界に位置すると考えられています。
- 周波数の高い紫外線は電離作用があり、生体破壊作用があります。（日焼け）

次項は、放射線の中でも、アルファ線、ベータ線、ガンマ線、エックス線、中性子線等について述べます。その他の放射線については割愛しますので、読者の皆さんで研究してください。

(3) 放射線の種類と透過力

放射線は物を突き抜ける能力を持っていますが、これを止めることもできます。この性質は放射線の種類によって異なります。

① アルファ線（ α 線）

- ・アルファ線とはアルファ粒子の流れで、高い運動エネルギーを持つヘリウム4の原子核で陽子2個と中性子2個からなります。
- ・放射線の中でも重い粒子で、空気中では数センチメートルしか飛ぶことができず、わずかに紙1枚でも遮ることができます。

② ベータ線（ β 線）

- ・ベータ粒子の実体は電子または陽電子です。ベータ粒子の流れを、ベータ線と呼びます。一般に「ベータ線」という場合は、負電荷を持った電子の流れを指します。
- ・ベータ線は透過力が弱く、アルミニウム板などの薄金属板で止めることができます。

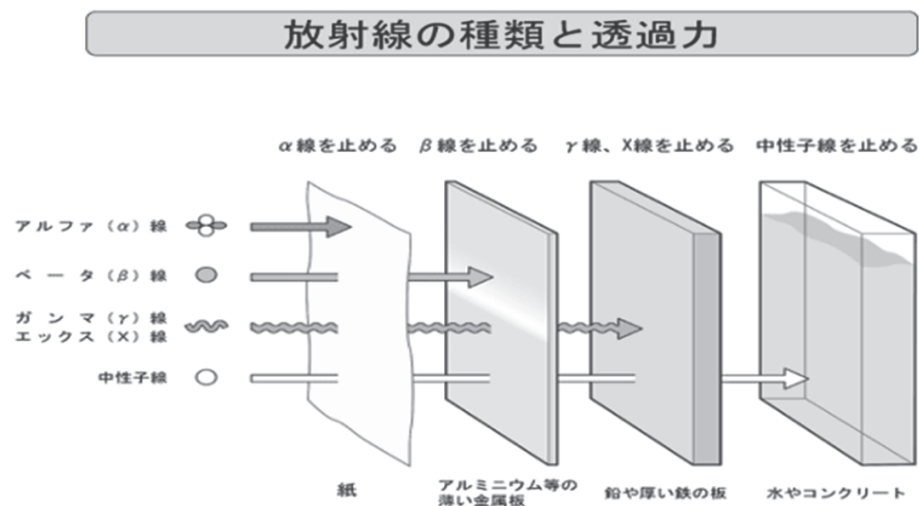
③ ガンマ線（ γ 線）やエックス線（X線）

- ・ガンマ線の実体は、波長がおよそ 10 pm（ピコメートル）よりも短い電磁波です。
- ・エックス線は、波長が1pm - 10nm（ナノメートル）程度の電磁波のことをいいます。
- ・電磁波なので透過力は強い方ですが、鉛や厚い鉄板で止まります。

④ 中性子線（Neutron beam）

- ・中性子線とは中性子の粒子線のことです。
- ・中性子線は鉛や鉄も突き抜けてしましますが、水やコンクリートで止まります。

【図3-1】



放射線の種類と透過能力図

- ・上からそれぞれアルファ線、ベータ線、ガンマ線、中性子線の透過能力を示します。
- ・アルファ線は紙1枚程度で遮蔽できます。
- ・ベータ線は厚さ数ミリのアルミニウム板で防ぐことができます。
- ・ガンマ線は透過力が強く、コンクリートであれば50cm、鉛であっても10cmの厚みが必要です。
- ・中性子線は最も透過力が強く、水やコンクリートの厚い壁に含まれる水素原子によって初めて遮断できます。

（４）放射線の健康への影響

放射線が私たちの健康にどのような影響を及ぼすかは、どのような種類の放射線がどのくらいの量、どの部位に、どのように作用したかによって異なります。同じ量の放射線を被ばくしてもエックス線とアルファ線ではその生物に与える影響（生物学的効果比〔RBE〕、下記参照）が異なり、アルファ線はエックス線の20倍の害を与えます。その影響を考慮した放射線の量は等価線量といい、単位はシーベルト（Sv）で表されます。また、同じ量の放射線を浴びても、組織によってその障害の受け方が変わります。例えば生殖腺や骨髄などは細胞の分裂が盛んで、放射能の影響を皮膚などよりも20倍も受けやすいと考えられています。

このように組織の感受性を考慮した係数（組織加重係数）を等価線量にかけた放射線の量を実効線量といい、やはりシーベルトで表します。シーベルトという単位は日常生活ではこれまであまりなじみがありませんでしたが、1999年9月に茨城県東海村で起きたJCO 事故のときにマスコミを騒がせたり、最近では、医療被ばくの問題などから耳慣れた言葉になりました。

シーベルトがどのくらいの放射線量を表すのか想像するには、自然放射線からの被ばく線量や放射線障害の程度等と関連させて覚えてしまうと、見当がつきやすくなります。

ここでは、命に関わる放射線被ばくの影響から説明します。

① 生物学的効果比（RBE）

放射線の影響は線量のみではなく放射線の種類とエネルギーに依存します。それは、その放射線が生体を構成する物質にどのような影響を与えるかによって決まる。例えば同じ1Gy（グレイ）の線量であっても、エックス線と中性子線では生物に与える影響は異なる。その影響を考慮して種類の異なる放射線の生物学的効果（危険率）を一つのスケールにするために用いられるのが生物学的効果比（Relative Biological Effectiveness：RBE）です。

② 高線量放射線による影響

全身に一度に高線量を被ばくした場合はその障害は早期に始まりますので急性障害といわれます。図3-2は放射線量と、急性障害の関係を表しています。

人間の場合一度に6～7Sv以上の放射線を全身に浴びると99%以上の人死亡しますが、その死亡原因や死亡するまでの時間は被ばくした線量によって異なります（図3-2）。

100Sv以上の大量の放射線を一度に全身に浴びると、短時間で方向感覚、平衡感覚の失調や運動失調などの中枢神経の異常が現れ、ショックに陥って2日から3日以内に死亡します。それよりも少ない線量では、胃腸死という転帰をとります。JCO 被災者の被ばく線量は16～20 Svと計算されています。血性の下痢に加えて、皮膚が完全に剥げてしまったため、体表面から体液が漏出し、貧血、脱水症状となり毎日大量の輸血や補液が行われ、皮膚移植、骨髄移植が試みられましたが効果なく亡くなりました。10Sv 前後の被ばくでは、骨髄死の転帰をとります。これは骨髄で作られる血小板や赤血球、白血球等が減少し、出血、貧血、感染症などが起こるためです。被ばくした人の約50 %が死亡する線量は4Svくらいといわれています。生殖器に約5Sv 被ばくすると永久不妊症になります。

0.25Sv（250mSv）では、白血球が一時的に減少しますが後に回復するとされています。250mSvの被ばくであれば急性の臨床症状は現れないということで、これを「しきい値」とし、国際放射線防護委員会（ICRP）でも採用されています。この数字が決められた根拠は広島、長崎の被ばく者に対する日米合同調査です。急性障害の一般的症状である、脱毛、皮膚紫斑、下痢、嘔吐、食欲不振、倦怠感、発熱などから、脱毛と紫斑だけを放射線症として定義し、他の症状を切り捨てたこと、調査範囲を爆心地から2km以内に限ったことが原因といわれています。

しかし、日本学術会議から刊行された『原子爆弾災害調査報告集』によると爆心地から3～4km離れたところで被ばくした人（DS02：2002年線量推定方式で測って数ミリシーベルト以下）でも急性障害の症状を示した人もいました。爆心地から2～2.5km地点は新しい線量評価で測ると広島では100mSv以下です。

にもかかわらずこの区域の被ばく者には脱毛（6.4%）、紫斑（2.2%）、口内炎（5.1%）、嘔吐（2.6%）その他の放射線症の症状があったと報告されています。さらに最近の例では、JOC近くの住民には数ミリSvの被ばくで下痢や嘔吐など体の不調を訴えている人がいます。

急性障害の「しきい値」が250mSvという数字は妥当なのかどうか、再検討する必要があるようです。急性障害から回復し一見健康そうに見える人も、疲れやすく、普通の労働ができなくなります。「ブラブラ病」などといわれ、周囲から冷たい目で見られるという苦い経験を持つ人も多く、数年から数十年後に白血病やがんになる不安をも背負うことになります。

【図3-2】 高線量被ばくによる健康障害

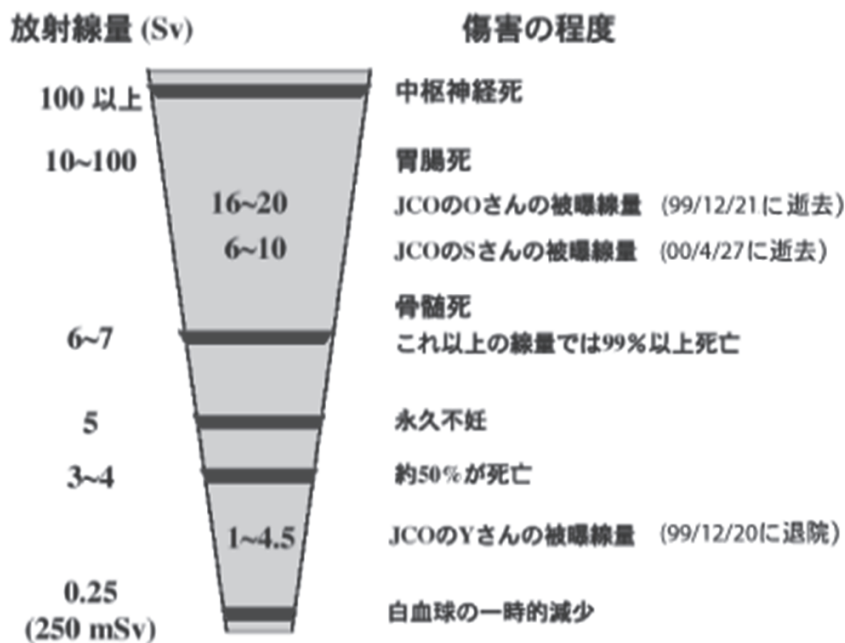


図1 高線量被ばくによる健康障害

③ 低線量放射線による影響

- ・低線量とはどのくらいの線量でしょうか。

一般的には急性障害を現さない程度の線量として250mSv以下の放射線量をいっている場合が多いようです。しかし、これは習慣的に使われているもので、使っている人によって異なった量を指している場合もあります。例えば動物に放射線をかけて発がん実験などを行っている研究者などは、50~200mSvを考えますが、環境放射線などの研究者は数mSvから数十mSvを低線量と考えます。国連科学委員会の2000年の報告書では低線量域を図3-3に示すように「細胞の核1個当たりX線或いはガンマ線の飛跡が1個通過する程度」と説明しています。それは「1mGy」に当たります。

- ・低線量の放射線ではどんな影響があるのでしょうか。

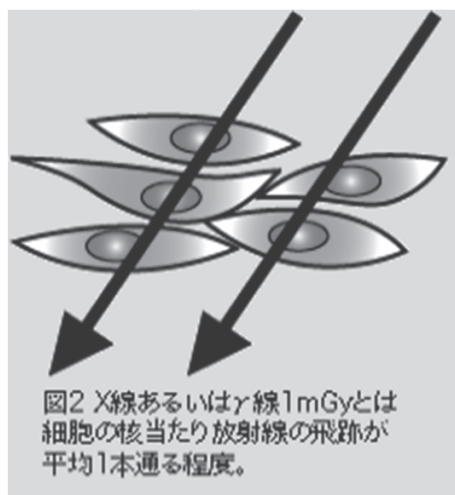
100 mSvでは、放射線に最も敏感なリンパ球の減少が見られる場合があります。これ以下の線量では、検査で検出できる症状は現れないといわれています。低線量の放射線では被ばくしたときに症状が出なくとも何年も後にがんになることがありますので、国際放射線防護委員会（ICRP）では一般公衆がこれ以上被ばくしてはいけないという限度を勧告しており、日本政府もこの値を採用しています（図3-4）。

それによると一般公衆の被ばく限度は1年間当たり1mSvです。ただし、この線量の被ばくが安全だというわけではありません。「10万人がそれぞれ1mSv被ばくすると、その中から放射線によるがん死が1~37人の割合で発生する」と計算されています。

計算の仕方によってこんなに大きな違いがありますが、ICRPでは1万人に0.5人という数字を採用しています。

放射線作業従事者の場合は被ばく限度は1年間に50mSvで、5年間の総量が100mSvを超えない量とされています。放射線作業従事者の限度を一般の人より年間50倍も高く設定しているのは、許容線量をこのくらい高くしないと経済的に「原子力産業」が成立しないからです。

【図3-3】



【図3-4】低線量被ばくによる健康被害

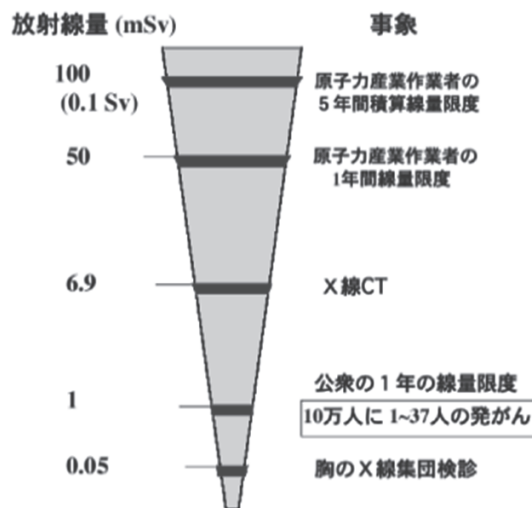


図3 低線量被ばくによる健康被害

(5) 放射能・放射線単位まとめ

① ベクレル (Bq) 表記 (1kg当たり100Bq)

- ベクレルとは、食品や土壌に含まれるセシウムなど「放射能の総量」を表す場合に用いられる単位です。1ベクレルは、「1秒間に1つの原子核が崩壊して放射線を放つ放射能の量」と定義されています。

② シーベルト (Sv) 表記 (1時間当たり1Sv)

- シーベルトとは、放射線を浴びた際の「人体への影響度合い」を表す単位です。
- モニタリングポストで計測される空間線量や、レントゲン撮影をした場合の放射線量を表す際に使われるので目にする機会も多いでしょう。人体に吸収される線量を表すグレイ (Gy) に、放射線の種類や筋肉・骨などの部位ごとに修正を加えて算出します。
- 1000倍ごとに単位が決められています。

※1シーベルト (Sv) = 1ミリシーベルト (mSv) の1000倍、
1ミリシーベルト (mSv) = 1マイクロシーベルト (μSv) の1000倍、
1マイクロシーベルト (μSv) = 1ナノシーベルト (nSv) の1000倍

③ ベクレルとシーベルトの違い

- ストーブに例えると、ストーブから放出される熱の総量を表す単位がベクレル、そこから人が実際に受ける熱量を表すのがシーベルトといえます。そもそも放射能とは放射線を発する能力のことですが、その能力を表すのがベクレル、人体が直接受ける放射線量を表すのがシーベルトなのです。

④ ベクレルとシーベルトは具体的にどういう場面で使う単位か？

- ベクレルやシーベルトはガイガーカウンターなどのモニタリングで使われる単位ですが、ベクレルは主に食品や水・土壌の中に含まれる放射能の総量を表す場合に「1kg当たり500ベクレル」のような形で使います。また、シーベルトとは、外部被ばくや内部被ばくで実際に人体が影響を受ける線量を表す単位で、「1時間当たり1ミリシーベルト」との形で用います。

⑤ キュリー (Ci) 表記 (1kg当たり100Ci)

- ・ラジウムの発見で有名なキュリー夫妻にちなんで作られた単位です。ベクレルと同じく「放射能の総量」を表す単位でしたが、ベクレルの成立を受けて使われなくなりました。

1キュリー = 3700ベクレルに相当します。

⑥ レム (rem) 表記 (1時間当たり1rem)

- ・レムとは、シーベルトの前に使われていた単位で、シーベルトと同じく「放射能の人体への影響」を表します。1シーベルト = 100レムであり、1レム = 10ミリシーベルトという計算になります。

⑦ レントゲン (R) 表記 (1時間当たり1R)

- ・レントゲンとは、放射性物質や放射線源から「空气中に照射された線量」を表します。古い単位で、1989年以降は使用されていません。

⑧ その他として、詳しい説明は割愛します。

- ・壊変毎分 (dpm) 表記 (1kg当たり100dpm)
- ・カウント毎分 (cpm) 表記 (1kg当たり100cpm)
- ・キュリー (Ci) 表記 (1kg当たり100Ci)
- ・マッヘ (M.E.) 表記 (1M.E.)
- ・線量当量 (放射線の人体への影響度)
- ・吸収線量 (放射線が物質に吸収される線量)
- ・照射線量 (放射線が空气中に照射された線量)

放射能、放射線は無味無臭で一度事故が発生すると次世代まで影響を及ぼすことになります。よく性質を理解し、安全に取り扱うことにより、私たちの生活がより豊かになることも事実です。

高線量と低線量の内容について諸説あることを踏まえた上で、あえて数値等を記載しております。諸兄において、疑問等は調査、研究してください。

この「放射能と放射線」で少しでもご理解いただければ幸いです。

出典

- ・日本原子力研究開発機構 HP
- ・原子力教育を考える会 HP
- ・とはサーチ HP
- ・ウィキペディア HP



キュリー夫人

3-2 増圧直結給水ポンプ

近年、建物の給水システムは大きな変革をしています。新築建物はいうまでもなく、リニューアル工事においても、「貯水槽水道方式」から「直結給水方式」への更新事例が多くなっています。東京都の場合、直結給水方式が普及してきた理由として次の2点が考えられます。

- ①行政上の理由
- ・「厚生労働省：ふれっしゅ水道計画 平成3年6月」による「おいしくて安全な水道水」の推進。全国自治体での取り組み、導入が進む。
 - ・上記「ふれっしゅ水道計画」を基に、東京都「東京水道経営プラン2013」による「安全でおいしい水の供給」の推進。

- ②ポンプメーカーによる機器の技術開発（増圧、省エネ・省スペース化、静音化）の進歩。

以下、直結給水方式の普及・拡大等、さらに表題の「増圧直結給水ポンプ」の仕組みや、省エネ技術、重要構成部品である逆流防止装置の維持管理のポイント等について解説します。

（１）直結給水方式の普及・拡大

建物の給水方式には、水道水をいったん貯水槽に貯留し、揚水ポンプで給水する「貯水槽水道方式」と水道水を直接給水する「直結給水方式」があります。

従来から多くの建物で採用されている貯水槽水道方式は、貯留機能があるため、病院など断水時の影響が大きい建物に適するメリットがあります。しかし、貯留槽や高架水槽等の定期的な清掃や点検など設置者による適正な管理がされていない場合には、残留塩素の消失や水質劣化など、衛生上の問題が発生するデメリットもあります。

一方、直結給水方式は、貯水槽が不要であることから、貯水槽施設、ポンプ設備等の設置スペースを他用途に有効活用できることや、設備の維持管理に掛かる費用負担の軽減を図ることができます。

また、配水圧力を有効利用することで省エネルギー化が図られ、環境負荷低減効果が得られるなどのメリットがあります。

東京都では、上記の理由から行政方針として「安全でおいしい水の供給」を掲げて直結給水方式の採用を推奨してきました。（学校フレッシュ水道事業）もその一環です。下記に、その実施状況を示します。

【表3-1】直結給水方式の実施状況 （東京都水道局資料）

・増圧直結給水方式の実施状況

単位：件

	新設	既存切替	合計
平成7年度～24年度	43,306	10,443	53,749
平成25年度	2,237	1,112	3,349
計	45,543	11,555	57,098

・特例直圧直結給水方式の実施状況

	新設	既存切替	合計
平成7年度～24年度	3,821	5,103	8,924
平成25年度	530	905	1,435
計	4,351	6,008	10,359

・3階までの例外直圧直結給水方式の実施状況

	新設	既存切替	合計
平成7年度～24年度	—	6,492	6,492
平成25年度	—	1,034	1,034
計	—	7,526	7,526

(学校フレッシュ水道事業)とは・・・東京都での実施状況
 ※小中学校の水飲栓直結給水化モデル事業(東京都)

- ・蛇口から水を飲むという日本の水道文化を次世代に引き継ぐとともに、貯水槽水道方式を変更して直結給水化を促すことを目的に、平成19年度から実施。子供たちから、冷たい水が飲めて好評との報告がなされています。

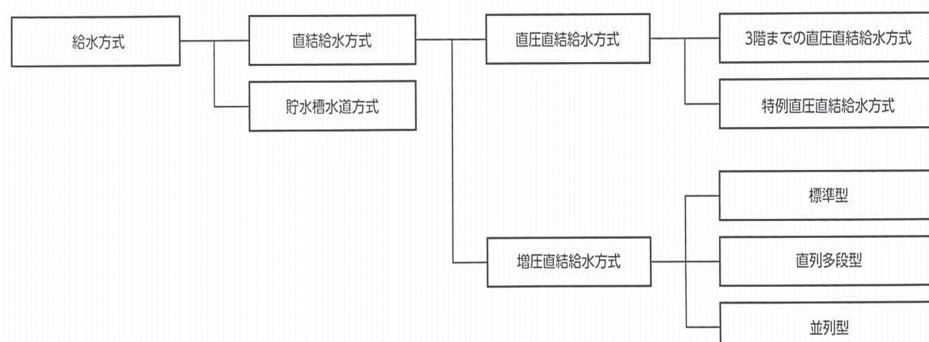
【表3-2】小中学校の水飲栓直結給水化モデル事業の実施状況

	実施校数
平成19年度	31校
平成20年度	98校
平成21年度	69校
平成22年度	78校
平成23年度	63校
平成24年度	66校
平成25年度	69校
計	474校

1) 東京都における給水方式の選択方針

東京都水道局のホームページにおいて、『建物の4階以上に給水栓を設置する場合は、「直結給水方式」または「貯水槽水道方式」を選択していただくことになります。ただし、配水管の水圧だけで直接給水する「特例直圧直結給水方式」を選択することができます』と給水方式の選択方針とその特典が記載され、直結給水方式が推奨されています。

【図3-5】東京都水道局：給水方式の分類



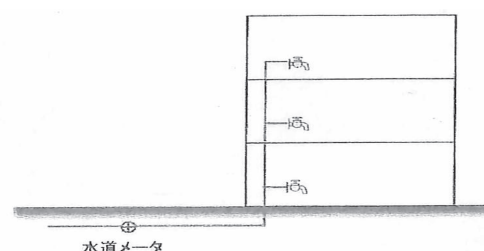
2) 直圧直結給水方式の普及・拡大経過

東京都では建築基準法の改正(昭和62年)により、木造3階建てが認められたことを契機に平成元年7月から、2階までであった直圧直結給水方式(水道の配水圧力のみで給水する方式)を3階までに拡大しました。

さらに、平成16年6月からは、現状の配水圧力で建物最上階の末端給水栓まで直圧直結給水が可能な場合に限り、特例で増圧ポンプなどの設置を留保する直圧直結給水方式(「特例直圧直結給水方式」という)を承認することとされました。

また、3階以下の建物を直圧直結給水方式へ切り替える場合に、受水タンク以下装置の改造を伴わないものは、例外的に受水タンクから先の配管などをそのまま使用する方式(「3階までの例外直圧直結給水方式」という)を承認することとしています。

平成19年1月からは、3階までの例外直圧直結給水方式を全ての口径で適用可能とし、特例直圧給水方式についても、流量計算における現地水圧の採用、適用口径の拡大、階高制限の撤廃などを実施しています。



【図3-6】直圧直結給水方式

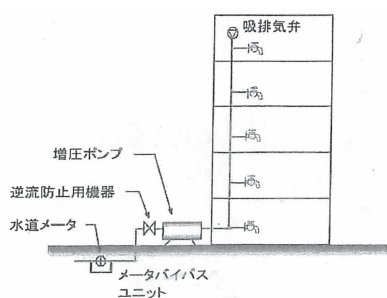
3) 増圧直結給水方式の導入

東京都では「安全でおいしい水を供給し、給水サービスのより一層の向上を図る」ことを目的に、平成7年10月から、給水管の途中に増圧ポンプ及び逆流防止用機器等を取り付けて給水する「増圧直結給水方式」の承認が開始されました。

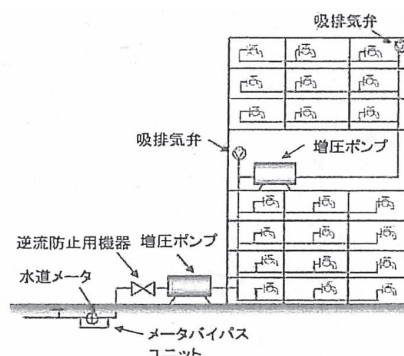
また、平成16年6月からは、適用対象範囲をそれまでのメーター口径50mmから75mm以下までに拡大されました。

さらに、平成21年2月からは、複数の増圧ポンプを直列多段または並列に設置する「増圧直結給水方式（直列多段型）」及び「増圧直結給水方式（並列型）」の承認を開始するとともに、メーター口径に係る適用制限を廃止し、これまで直結給水が採用できなかったより高層な建物、より大規模な集合住宅等でも直結給水方式が採用できるようになりました。

【図3-7】増圧直結給水方式



【図3-8】増圧直結給水方式（直列多段型）

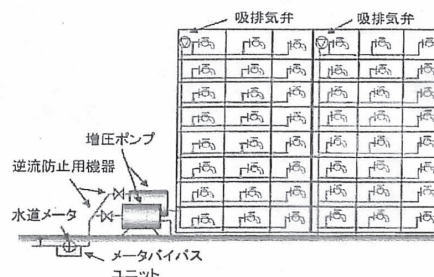


※増圧直結給水方式の主要機器構成

- ① 増圧ポンプ・制御装置等
+
- ② 逆流防止用機器

【図3-9】増圧直結給水方式（並列型）

増圧ポンプを並列に設置し、給水する方式。より大規模な集合住宅等への増圧直結給水化が可能



(2) 増圧直結給水方式のメリットとデメリット

1) メリット

- ・貯水槽を通さず直接蛇口に給水するため、常に新鮮な（おいしい）水が得られます。
- ・貯水槽の維持管理（点検・清掃）、設置スペースが不要です。
- ・配水管の圧力を利用するため、エネルギーを有効に活用できます。
- ・省エネ型ポンプ等の採用により省エネ化が図れます。
- ・集合住宅の場合、各戸メーターは水道局メーターとなるので、検針・収納業務、また検定満期（8年ごと）となったメーターの交換は全て自治体側の負担となります。
- ・建築物衛生法に基づく水質検査や残留塩素測定義務がなくなる場合があります。
- ・直列多段型では、中間階で必要な圧力を再び増圧するので、低層階の配管内圧力が貯水槽水道方式と比べて低く抑えられます。従って、高層建物でもJIS規格の呼び径圧力10Kの配管や継手類の使用が可能となり、配管設備の簡素化及び低コスト化が図れます。直列多段型の採用により約30階建て高層建物も直結給水が可能です。

2) デメリット

- ・災害時や緊急時等に断水となった場合、水が利用できなくなります。ただし、水圧によっては低層部で直圧給水が可能なこともあります。
- ・年1回以上、増圧ポンプの保守点検（後述）が「東京都給水条例」で義務付けられています。
- ・集合住宅の場合、各戸＋非常用として別に水道局メーターを取り付けるので、各戸数＋1戸分の加入金、手数料等の負担が必要です。

3) ※震災対策（給水の確保の観点から）

東京都では、平常時はもとより、震災時などにおいても可能な限り給水を確保するために「東京都水道局震災対策事業計画（平成25年度～27年度）」を定めています。応急給水施設の整備として、浄水場、給水所、応急給水槽等の給水拠点への専用給水栓設置や設備の更新、資器材などを実施しています。

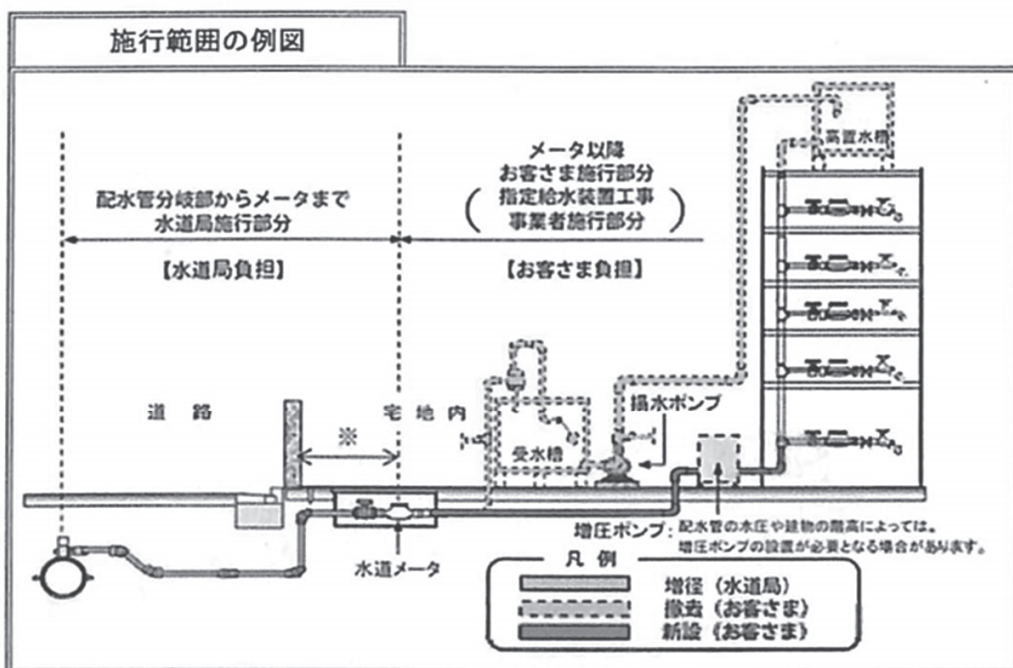
なお、震災や事故などで個別の施設が停止しても可能な限り給水できるよう、導水管の二重化を進め、バックアップ機能の強化を図っています。（詳細は東京都HP参照）

4) ※貯水槽水道方式から直結給水方式への切り替え（特典）

東京都では、直結給水化の普及・促進を図るため、切り替えに際して、道路部分からメーターまでの給水管を現状より太くしなければならない場合（増径工事という）に、工事は都水道局にて施行されます（図3-10）。

なお、既存の建物で一定の条件に適合する場合には、給水用の配管をそのまま使用して、貯水槽水道方式から増圧直結給水方式へ切り替えることができます。（東京都水道局HPより）

【図3-10】
増径工事の施行範囲



※1 直結給水方式は、最上階で水圧を確保できる場合①と、確保できない場合②に区分されます。

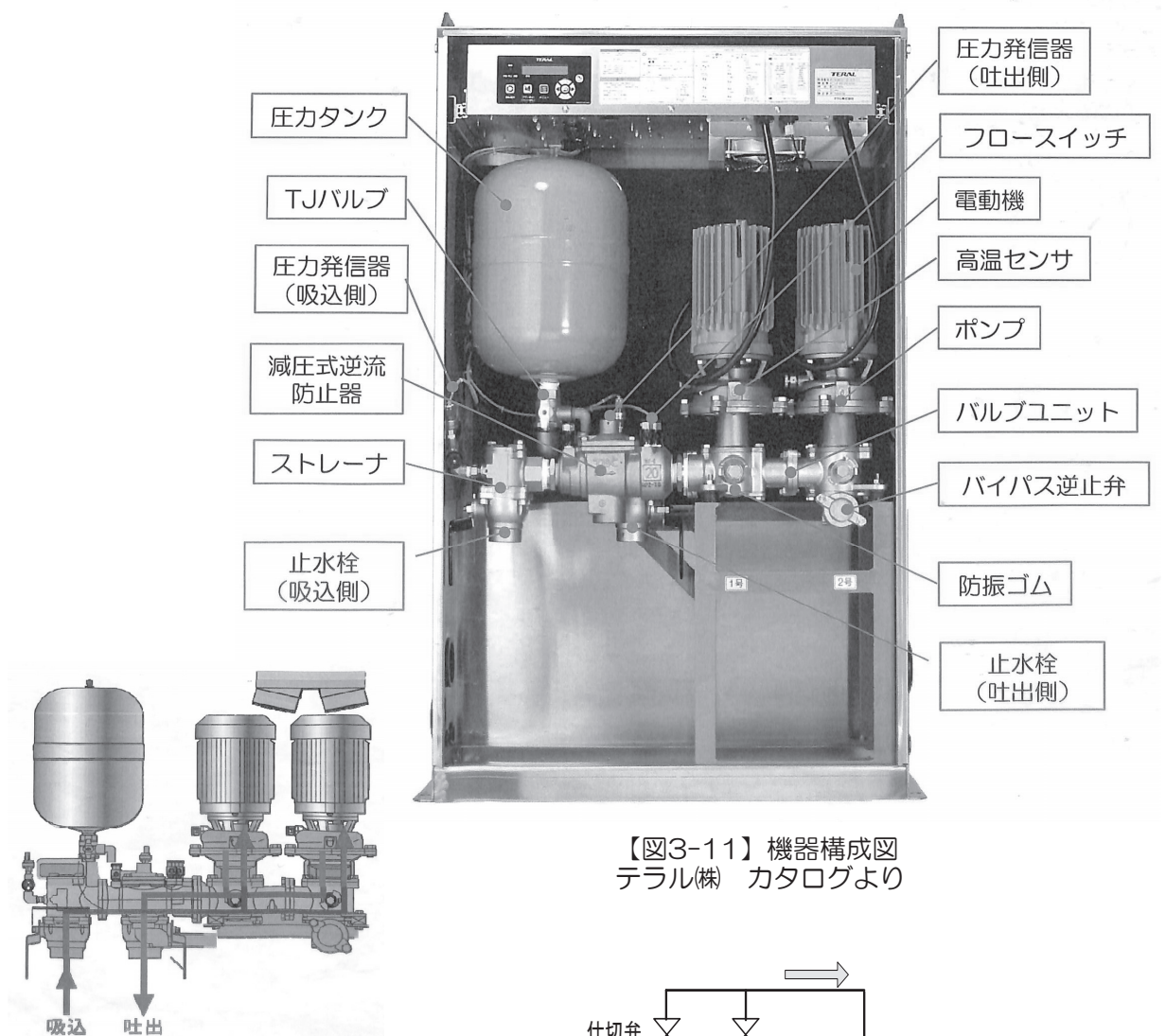
①直圧直結給水…配水管の水圧で直接給水する方式です。

②増圧直結給水…増圧ポンプにより、配水管で不足する水圧を補い、給水する方式です。

(3) 増圧直結給水装置の構成

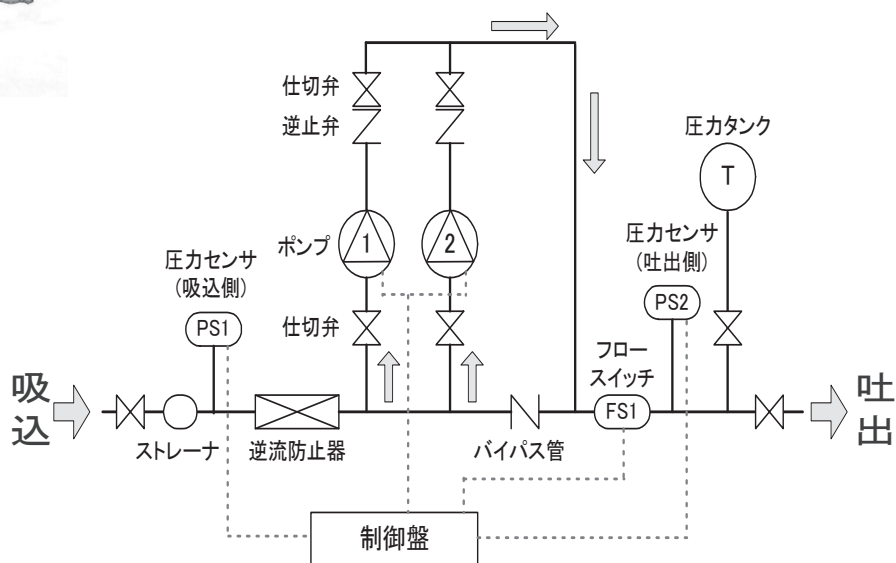
1) 機器構成と配管系統

キャビネット内に2台以上のポンプ、インバータ、圧力タンク、制御盤、圧力センサー、減圧式逆流防止装置、吸込・吐出配管、バルブ類が配置されています。



【図3-11】機器構成図
テラル(株) カタログより

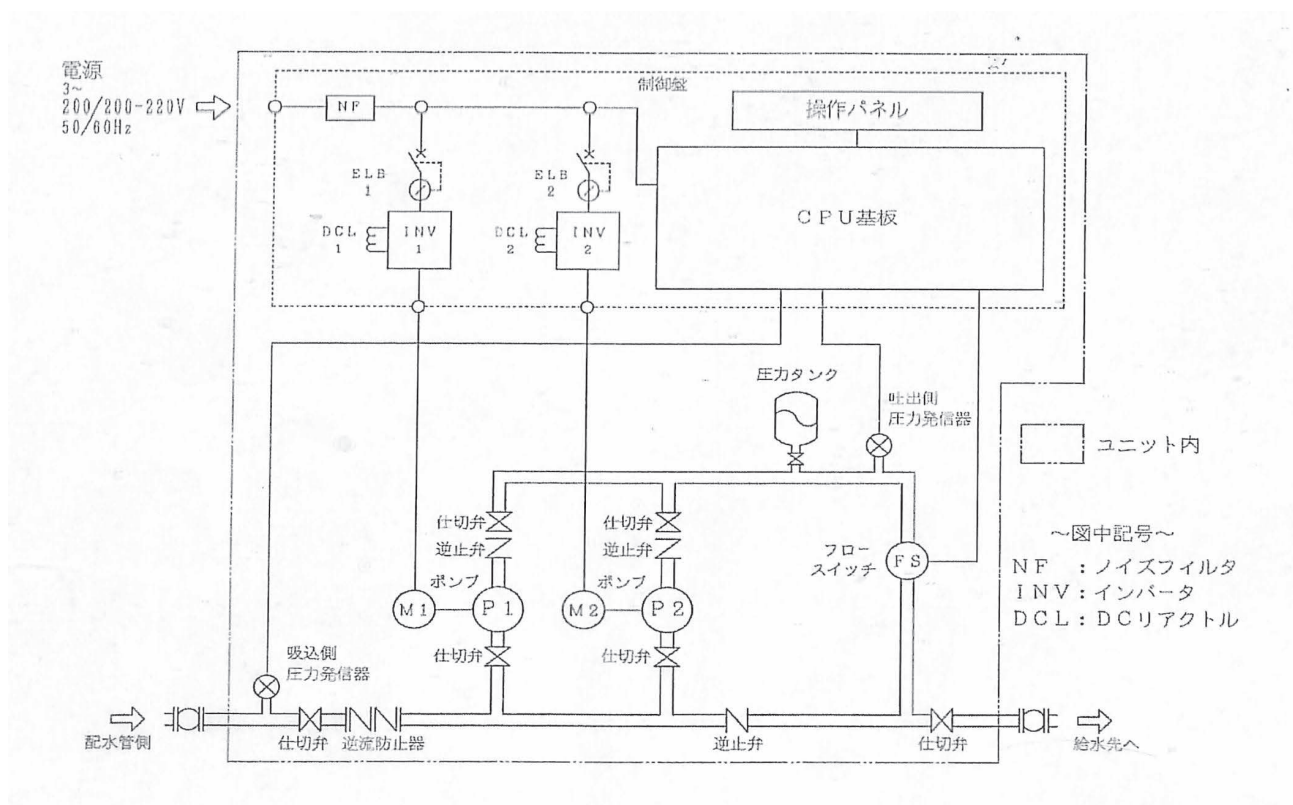
バイパス管を設け、十分な圧力がある場合には、このバイパス管を流れて、ポンプを運転させずに給水できます。



【図3-12】配管系統図

2) フロ-図

増圧直結給水装置のフロー図を示します。(テラル株資料)



【図3-13】 フロア図

- ・増圧給水ポンプは電動機をインバータ駆動しているため、高調波が発生します。高調波を抑制し、さらに力率改善を行うために、下記の対策をします。

① 高調波抑制対策

インバータへDCリアクトルを設置するか、もしくはインバータ一次側にACリアクトルを接続し、高調波を抑制します。

② 力率改善対策

インバータ駆動される電動機の端子間に、力率改善を目的に進相コンデンサを接続した場合、インバータ出力に含まれる高調波電圧のために、コンデンサに大きな高調波電流が流れ、インバータ半導体素子及び進相コンデンサの破損に至る恐れがあります。

その為インバータ駆動の場合には、DCまたはACリアクトルを設置して力率改善対策をします。

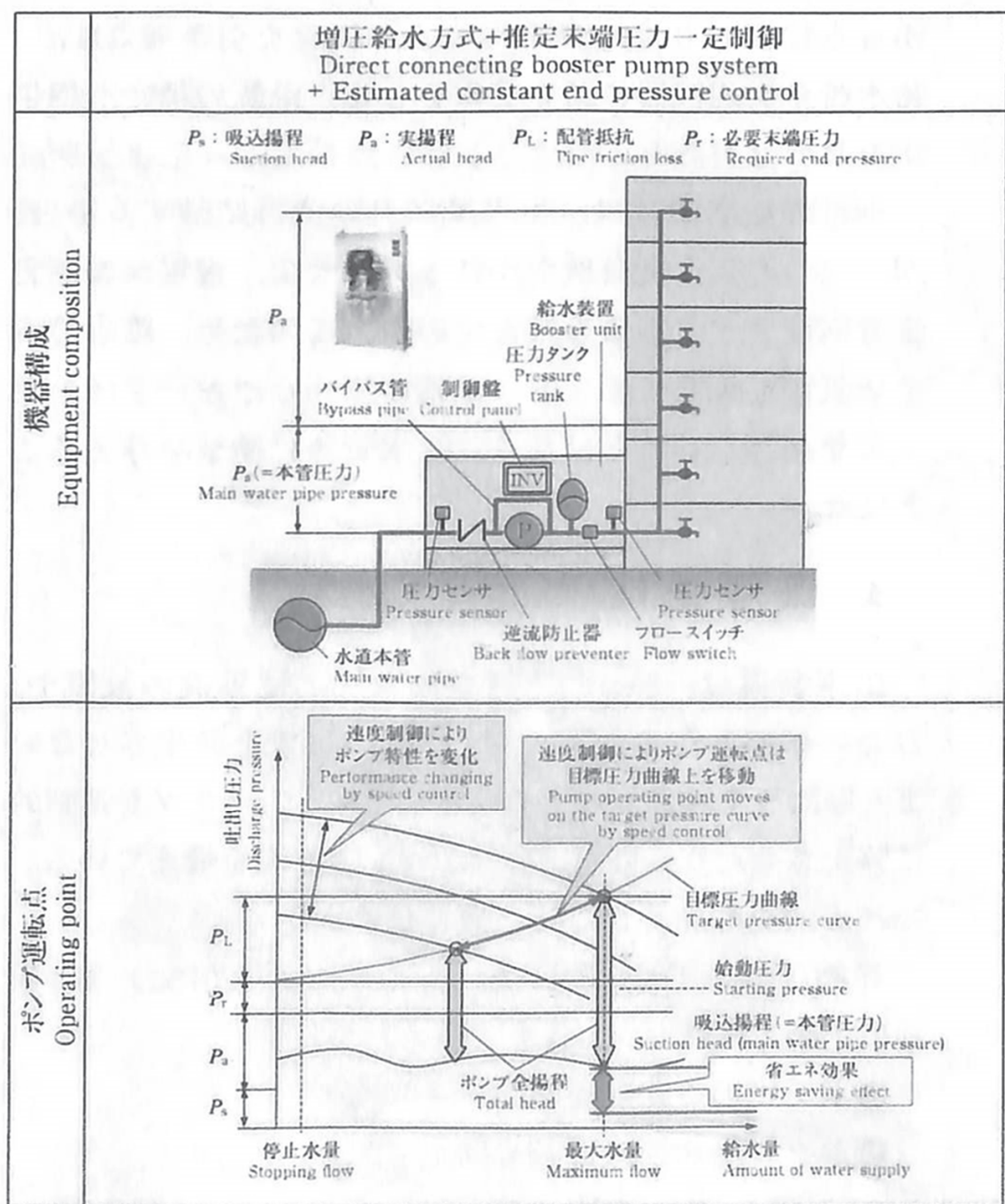
力率は85.5%以上が期待できます。

3) 運転方法：推定末端圧力一定制御

増圧給水方式における推定末端圧力一定制御とは、吸込み側の配水管圧の変動と、給水量が変化しても給水量に応じた吐出圧力値を、独自の演算処理にて決定し、末端圧力が一定になるように制御する運転方法です。（【図3-14】下図参照）

増圧給水方式は、受水槽を使用せずに水道本管と給水装置を直接接続した給水方式です。これによって水道本管圧力を無駄にすることなく利用できるため、給水装置は、末端圧力に足りない分だけ増圧すればよい。そのため、貯水槽水道方式と比較し、大幅に消費エネルギーの低減が図れます。（省エネ効果は下図参照）

構成機器は、速度制御方式の推定末端圧力一定制御に対し、本管圧力が高い場合にポンプを介さず給水するためのバイパス配管、本管への逆流を防止するための逆流防止器、ポンプ吸込み側圧力を検知する圧力センサーとなります。（下図参照）



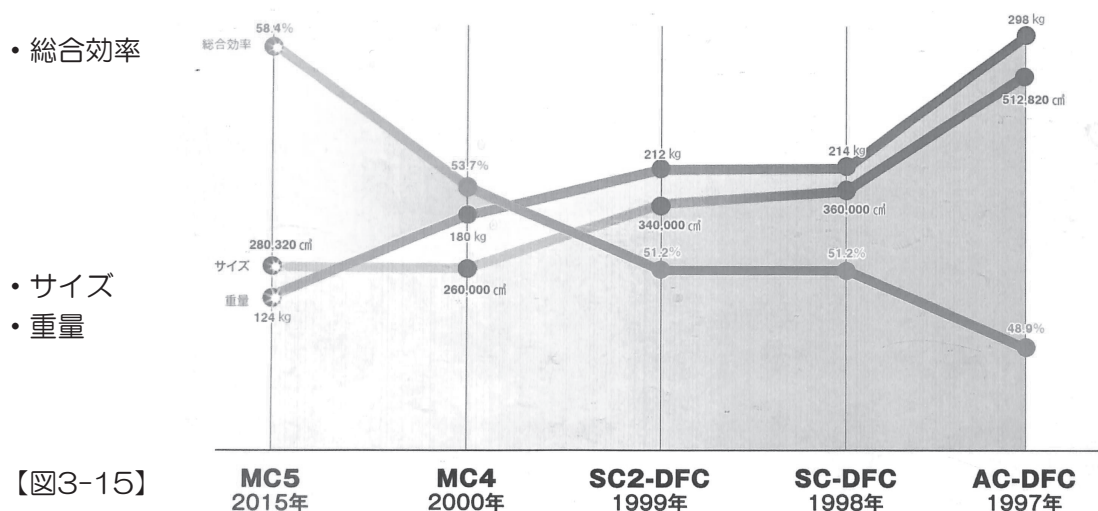
【図3-14】運転制御説明図

（エバラ時報No.249より）

(4) 増圧直結給水装置の技術向上

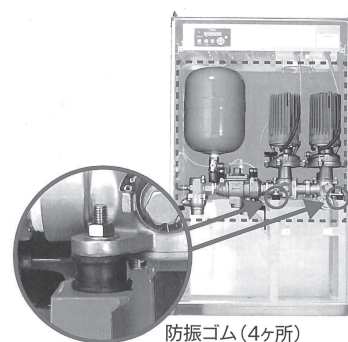
「増圧直結給水装置」の技術向上は目覚ましいものです。1991年 厚生労働省により提唱された「りふれっしゅ水道計画」により、直結増圧給水方式が推奨されてきました。これをうけ、1995年より東京都、大阪府などから順次導入が開始されました。

1997年頃より、各メーカーより需要に応じたキャビネットタイプが開発され、その後の主流となっています。その進化の過程を下図に示します。（テラル㈱資料による）



- 1) 総合効率の向上：①モーター高効率化
②ポンプ効率の向上 ⇒ 約20%のアップ（1997年比）
- 2) 省スペース化：①キャビネット化と省スペース ⇒ 約70%の減（平面寸法比）
現行MC5型：800×292mm
- 3) 静音の工夫 ①キャビネットの密閉 ⇒ 現行MC5型（40dB（A））
② // 吸音材性能アップ
③低振動化：高性能防振ゴム（右図参照）

【図3-16】



(5) 増圧直結給水設備以下の給水装置の維持管理

- 1) 管理上の責任は所有者、使用者にあります。

法根拠： 東京都給水条例第18条

水道使用者等は、善良なる管理者の注意をもって、水が汚染しまたは漏れないよう給水装置を管理し、異状があるときは、直ちに管理者に届け出なければならない。

- 2) 定期点検（1年以内に1回）の義務があります。

法根拠： 東京都給水条例施行規程第8条の2

増圧給水設備以下の給水装置の水道使用者等のうち管理責任を有する者は、当該給水設備の次に掲げる機能について、1年以内ごとに1回、定期点検を行わなければならない。

- ① 逆流防止機能
- ② 運転制御機能
- ③ 前2号に掲げるものの他、正常な運転に必要な機能（平7管規定17・追加）

下表の「増圧直結給水ポンプ点検仕様書」により点検を行います。

逆流防止用機器の点検はテストキットを用います。詳細は次項（５）を参照願います。

【表 3-3】ポンプ点検仕様書例：(株)荏原製作所資料

(直結給水ブースターポンプ)		仕様書 No. NJ-1
- 点検は下記項目及び内容で実施いたします。なお点検時に、機器の運転・停止をさせる必要があります。 - 機器の運転・停止については事前に相談させていただきます。 - 機器の運転・停止による断水が出来ない場合は、一部確認できない項目があります。		改定年月日：2013 年 11 月
●ポンプ点検		
点検項目	点検内容	
全体	外観	水漏れ、発錆、破損、塗装剥離がないか確認
	据付状態	機器固定部の緩みがないか確認
	振動・異音	異常な振動・異音がないか確認
	電圧	定格電圧の±5%以内、アンバランス 2%以内であるか測定確認
	電流	定格電流値以内であるか測定確認
	運転圧力	吐出圧力確認 流入圧力確認
ポンプ	軸封部	メカニカルシール：目に見える漏水がないか確認
	軸受	異常音がないか確認（聴覚による確認）
電動機	フレーム温度	異常な温度でないか確認（触診による確認）
	軸受	異常音がないか確認（聴覚による確認）
	絶縁抵抗	1.0MΩ 以上あるか測定確認
	回転方向	正常回転方向であるか確認
付属品	圧力タンク	規定封入圧力であるか測定確認（不足の場合は補充を実施）
	フロースイッチ	正常に動作するか確認
	圧力センサ	正常に動作するか確認
	圧力計 ※1	指示値や 0 点が異常な値を示さないか確認
	冷却用電磁弁 ※1	正常に動作するか確認
	逆流防止装置	テストキットを使用して異常がないことを確認
	フレキシブルパイプ ※1	亀裂、損傷、水漏れの有無確認
制御盤	防振架台 ※1	防振ゴムの位置、劣化状態の確認
	ディップスイッチ	設定が正しいか確認
	データ設定	設定値が正しいか確認
	スイッチ作動点検	切替スイッチ等が正常に作動するか確認
	表示	表示灯、リモコンが正常に表示するか確認
運転制御	配線	端子部や配線の損傷を目視確認・動力線端子部に緩みがないか確認
	始動圧力	動作確認
	停止圧力	動作確認
	小水量停止動作	正常に停止することを確認
	自動交互運転	正常に切替るか確認
	警報発報	正常に発報するか確認（模擬信号による）
	故障代替運転	正常に切替るか確認

注) ※1 付属の場合

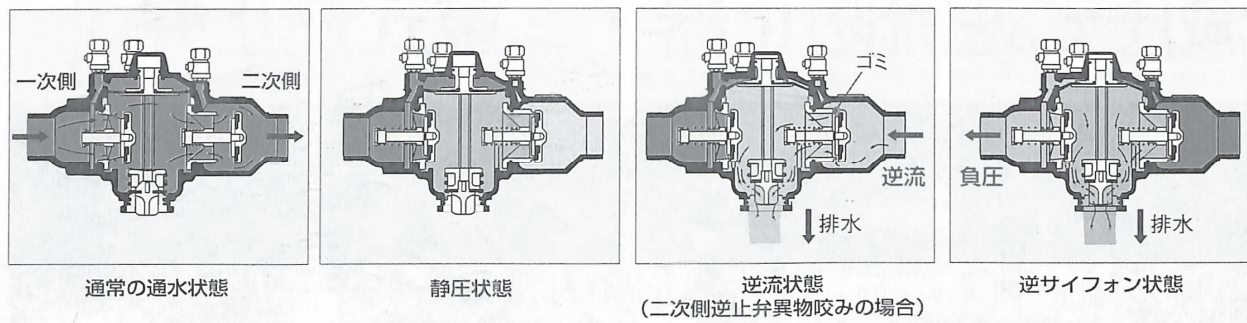
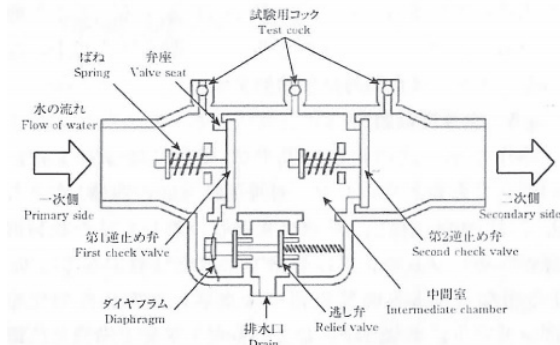
(5) 逆流防止装置

1) 作動原理

増圧直結給水方式を構成する重要な機器が、逆流防止装置です。従来の貯水槽水道方式では、吐水口空間により配水管側への逆流を防止していました。その吐水口空間に代わる逆流防止措置として、減圧式逆流防止装置が使用されます。

減圧式逆流防止器は2つの逆止弁の間にダイヤフラムにより作動する逃し弁を備えた中間室が設けられています。逆流及び逆サイフンの際、中間室の水を逃し弁から放出して空間を作ることにより管路を遮断するため、吐水口空間に匹敵するほどの信頼性の高い逆流防止装置です。

【図3-17】減圧式逆流防止装置
(株)タブチ



【図3-18】作動状態の説明：(株)タブチ資料

2) 逆流防止装置、保守点検の方法：(株)タブチ資料

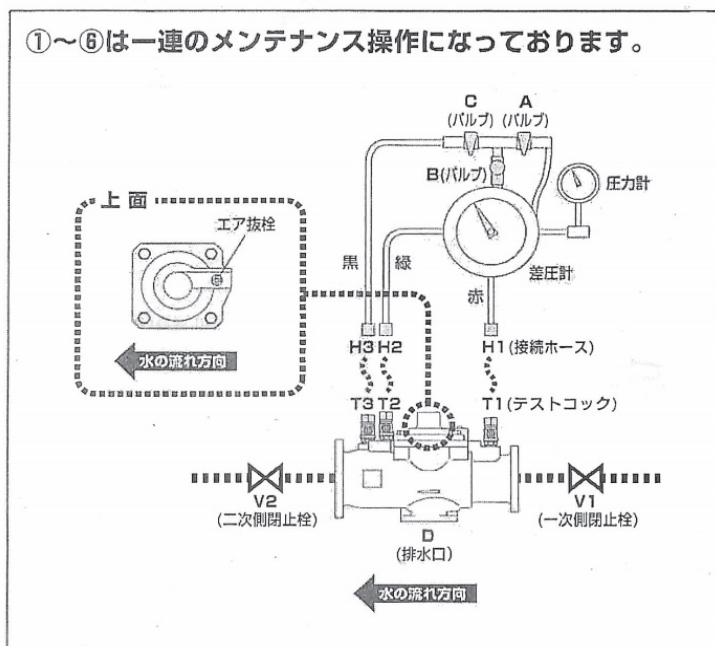
① 保守点検要項

- ・メンテナンスシート（下表①、②）の要項に従って点検を行います。

■点検準備：

① 準備	1) V2閉止栓を閉じる。 2) 差圧計接続ニップルをテストコックに取付けてください。
---------	--

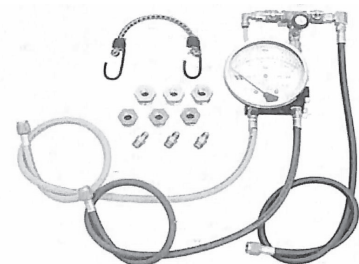
①～⑥は一連のメンテナンス操作になっております。



【表3-4】

メンテナンスシート①
(株)タブチ資料

※テストキットを使用
して点検します。



※栗本商事(株)資料

・逆流防止装置メンテナンスシート②
(株)タブチ資料

点 検	点 検 操 作 手 順	確 認 事 項	結 果	判 定 (○×)		
		記 入 事 項		設置時	点検時	
② 全 体	目 視	逃し弁からの排水の有無	排水なし 排水あり	異常なし 異常あり ●第1逆止弁 ●逃し弁 ●第2側逆止弁 の点検が必要		
③ 1次側逆止弁の性能	1) H1をT1に取り付ける。 2) H2をT2に取り付ける。 3) T2、T1の順にを開く。 4) Cバルブ、Aバルブを開く。 5) Aバルブを閉じる。 6) Bバルブを開ける。 7) Bバルブ、Cバルブを閉じる。 8) 差圧計値を記録。	一次側逆止弁の圧力降下の確認 数 値 kPa	排水なし 排水あり	異常なし 第1逆止弁の異常		
④ 逃し弁の作動	1) Aバルブをゆっくり開く。 2) Bバルブを1/4回転ゆっくり開く。 3) 差圧計値が下がり始めたらBバルブをそれ以上開かない。 4) Dから排水が確認された時の差圧計値を記録する。 5) Aバルブ、Bバルブを閉める。	逃し弁から排水された時の差圧を測定する。 数 値 kPa	14kPa以上の排水 14kPa未満での排水 差圧計値が下がらず排水しない 14kPa未満で排水無し	異常なし 逃し弁の異常 T3の閉を確認 逃し弁の異常		
⑤ 2次側逆止弁の性能	1) Bバルブを開ける。 2) Cバルブを開ける。 3) Cバルブ、Bバルブを閉じる。 4) T3にH3を取り付ける。 5) T3を開き、Aバルブ、Cバルブを開く。 6) 差圧計値の記録。 7) T1～3、A、Cバルブを閉じる。 8) H1～3を取外す。(封入圧力に注意してください)	差圧計値の安定による逆流防止性能の確認 数 値 kPa	D (排水口) からの排水無し D (排水口) からの排水有り	異常なし 第2逆止弁異常		
⑥ 点検終了通水までの手順	1) T3～1よりエアを抜く。 2) エア抜き栓よりエアを抜いた後閉める 3) V2閉止栓を開ける。					

(6) まとめ・・・維持管理のポイント

増圧直結給水装置の維持管理のポイントは、次の2点（①、②）です。

- ① 故障時の緊急対応体制を構築しておくことです。緊急時の故障信号の把握を含めた建物所有者、テナント、管理会社、メーカー等の体制整備が重要です。
- ② 特に「逆流防止装置」の定期検査及び下記の対策が重要です。
 - ・増圧直結給水装置における最重要ポイントは、「逆流防止装置が正常に作動できる」事です。都条例により1年以内に1回の定期点検（前述）が義務付けられています。
 - ・減圧式逆流防止装置の異常な外部排水を自動検知装置により検知し、増圧給水設備本体又は管理室等で確認できるようにすることが重要です。（自治体によっては条例等により義務付けられています）
 - ・減圧式逆流防止装置の中間室逃がし弁の排水は、適切な吐水口空間を確保した間接排水とすること。万一逆流すると、せっかくの逆流防止対策が無駄になります。
 - ・設備の異常、故障あるいは点検等に備えて、本体に管理会社、メーカー等の連絡先を明記することが必要です。（都条例により義務付けられています）

(7) 増圧直結給水装置のライフサイクル管理

増圧直結給水装置はLCC（ライフサイクルコスト）表を利用して計画的に維持管理するのが良いでしょう。
耐用年数15年と設定したLCC表を下記に示します。 ○は計画、●は実施済み

【表3-5】

増圧直結給水ポンプユニットライフサイクル

機器名称: 増圧直結給水ポンプユニット		経過年数															2016年3月1日	
項目	交換 周期	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目		
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
1. 定期点検		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
2. 逆流防止装置試験		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
3. 機器部品更新		<定期点検～年1回以上>															更新	
・インバータ	5年					○					○							
・CPU基板	5年					○					○							
・操作基板	5年					○					○							
・冷却ファン	3年			○			○						○					
・圧力タンク	3年			○			○						○					
・圧力発信器	5年					○					○							
・フロースイッチ	3年			○			○						○					
・逆止弁	3年			○			○						○					
・パイパス逆止弁	3年			○			○						○					
・逆流防止器	5年					○					○							
・メカニカルシール	1年	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
・パッキン類	分解毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		

1. 耐用年数15年としてのLCC表です。
2. 上記、機器部品の交換周期は正常に使用され且つ、定期的に維持管理された場合の標準値です。
3. 制御方式: 推定末端圧力一定制御(インバータ)、単独交互型、逆流防止器(減圧式)

- 出典
- ・厚生労働省「ふれっしゅ水道計画」指針
 - ・東京都水道局HP、東京都水道局震災対策事業計画、東京水道経営プラン2013
 - ・株式会社荏原製作所 パンフレット、社内資料、エバウ時報
 - ・テラル株式会社 パンフレット 社内資料
 - ・株式会社タブチ 減圧式逆流防止器 パンフレット 取扱説明書
 - ・栗本商事株式会社 同上 同上 同上

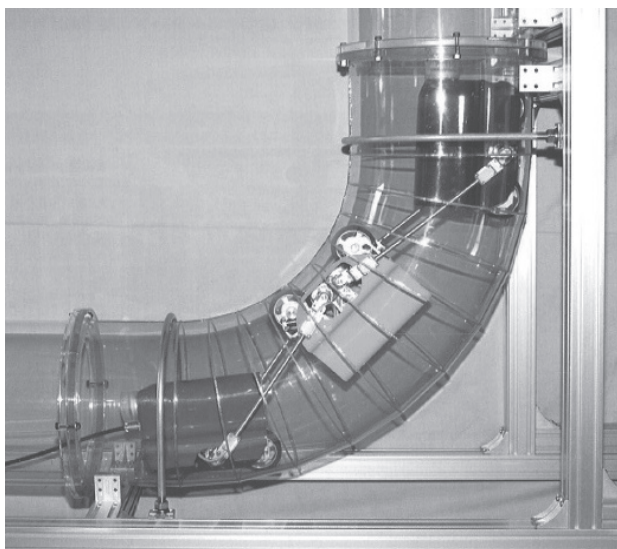
3-3 配管ロボット（配管内検査）

（1）概 要

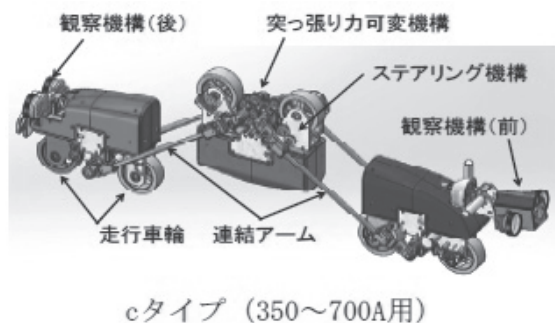
配管ロボットは配管内の割れ・腐食・減肉などの配管内面の状態を検査するロボットで、配管の形状によらず配管内を自由に走行することができます。また、カメラの画像で配管内を観察調査することができます。

（2）取り扱い方法

メーカーと機種の一例



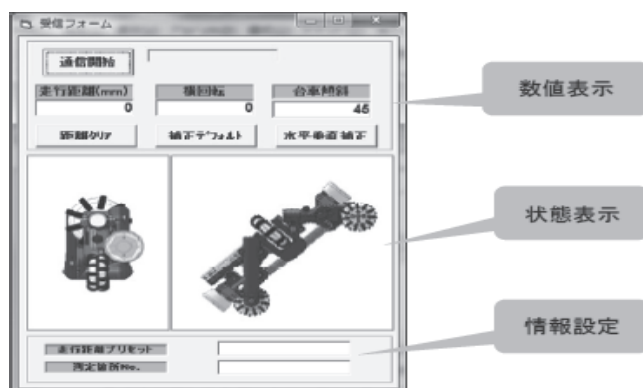
【図3-19】
新日本非破壊検査(株)
エルボマスター



【図3-20】
ロボット機構の概要

※操作取り扱い方法

- ① 制御ケーブルを介してコントローラからの遠隔操作による。
- ② 右図のような、操作支援画面表示により、ロボットに搭載されたセンサー信号から配管内でのロボットの姿勢を推定して操作を行う。
- ③ 検査観察
ロボットの前後に搭載された照明用LEDと小型カメラにより、配管内部の状態を目視により検査する。



【図3-21】 操作支援画面表示

仕 様

項 目		仕 様
コントローラ	走行制御	前進／後退／回転／ら旋
	走行速度	Max5m/min
	電 源	AC100V 5A
映像観察装置	モニター	液晶ディスプレイまたはパソコン
	録画装置	DVD (HDD付)
走行台車	観察用カメラ	小型CCDカメラ (前方／後方 2CH)
	走行姿勢	水平、垂直、ら旋
	走行駆動	DCモータ
	照明光源	LED光源
	走行距離	制御ケーブル長 (標準50m)

【表3-6】測定器の仕様

適用配管	鋼管、ステンレス鋼管、FRP、樹脂、コンクリート管等
適用配管径	内径φ350～φ600mm (溶接部の余盛やシーニング等の段差も乗り越え可)
適用配管形状	直管、曲管 (ベンド角0～90°、管の曲げ角半径Rは1.5D以上 (Dは配管の直径))

【表3-7】測定器の検査仕様

(3) その他

1) 特 長

- ① 内径φ350～600mmの連続的変化に対応します。
- ② エルボ部における走行及び回転も可能です。
- ③ 90度可動のステアリング機構による、その場回転、螺旋走行で障害物を回避しながらの走行が可能です。
- ④ く字形の突っ張り機構を採用したゴム製車輪で、鋼管だけでなくステンレス管、樹脂管にも対応可能です。
- ⑤ CCDカメラによる管内面検査を行います。
- ⑥ 画像処理により、傷・腐食を定量的に評価します。(開発中)

2) 従来の計測方法との差異

- ・別冊「計測機器の活用方法(空調編)」2-16超音波厚さ計で紹介したような手法で、対象配管の肉厚や欠損を推定するか、2-17流量計の計測データから異常値の推計をすることが現在の配管外からの計測手法とすれば、配管内面から直視するファイバースコープが、より精密な管内側の老朽化、腐食、減肉を捉える従来の計測方法といえます。

- 配管ロボットは、これをまさに、無人の状態で、より、自動に近い動作を繰り返し、データをストックせんとするものです。
- 従って、社会インフラのような膨大なデータのハンドリングや、ファイバースコープをもってしても到達し得なかった部位（より遠隔、危険、狭隘、高低温等々）での計測について、応用（発展）編として今後、活用、活躍が想定されます。
- こうしたロボットを現場で活用することにより、計測や検査自体のコストパフォーマンスまでも言及することが可能となってきました。

（４） 主なメーカー

- 新日本非破壊検査株式会社
- トピー工業株式会社
- 有限会社インテス

<コラム> ビルメン現場での「ドローン」の活用

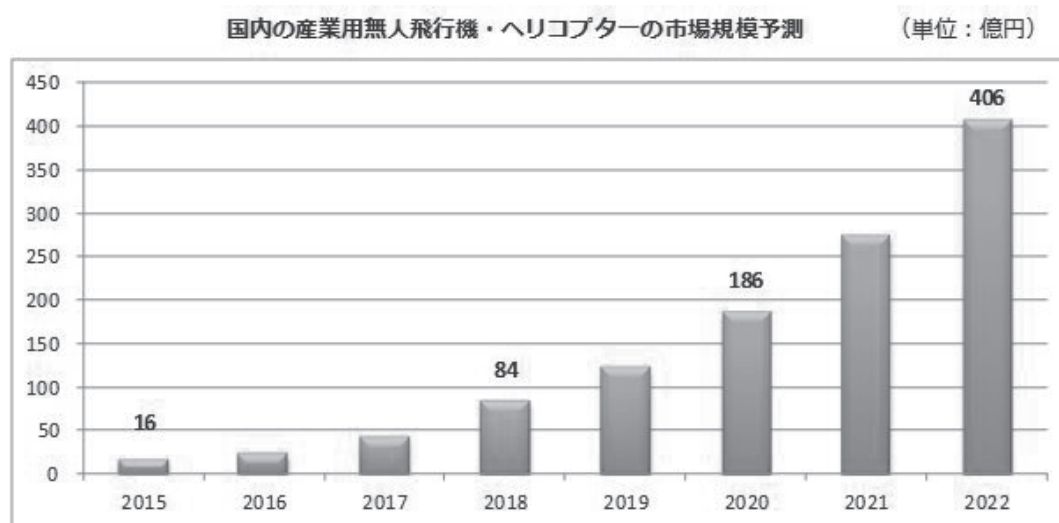
(1) ドローン (drone)とは

無人で飛行することが可能な航空機。ラジコンなどの玩具にもドローンという名が付けられることもあるが、もともと軍事用に開発された自律移動する端末ロボットのうち、小型の無人航空機（UAV）のことを指し、近年では商業用や、民間利用も増加傾向にあります。軍事用としては米軍が偵察用としてすでに運用中です。

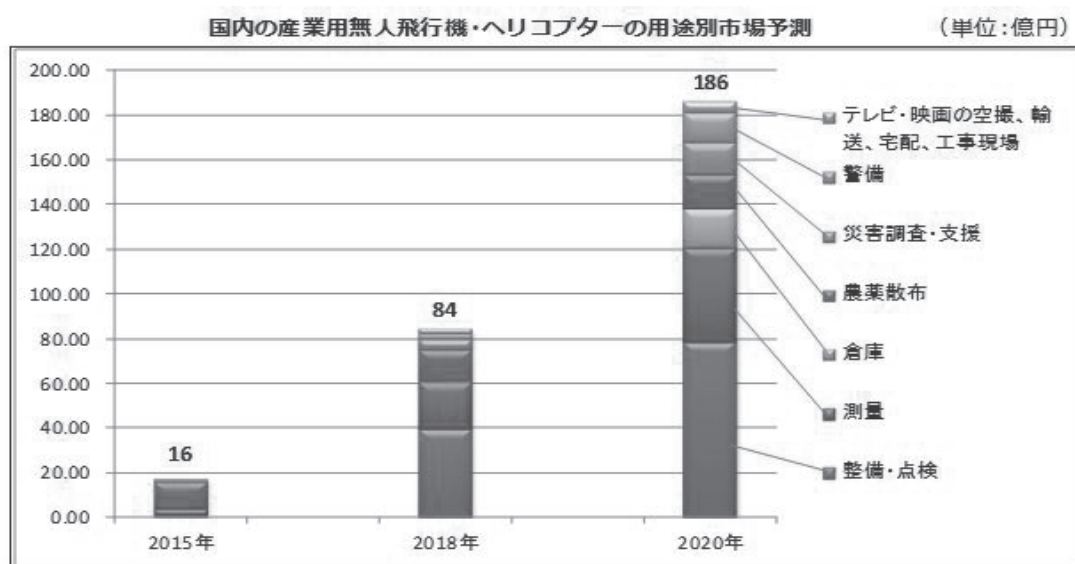
(2) マーケット・市場予測

最初に下表の市場予測をごらんください。

出所：(株)シード・プランニング「2015年4月15日 プレスリリース」



(シード・プランニング作成)



(シード・プランニング作成)

ドローンを取り巻くマーケットが2015年に16億円、2020年には186億円に成長すると予測、2020年以降さらなる市場拡大が見込まれ、2022年には400億円を超えると見込んでいます。アメリカ国内では、さらに2025年までに820億ドルへ市場規模が拡大し、10万人の雇用を創出すると国際無人機協会（AUVSI）は試算しています。

また、用途別には、現状では農業散布の市場は確立しているものの、今後はなんと、整備・点検、測量、警備の用途で使われることが多くなると予想されています。

ビルメンテナンス業界への福音！

では、ここから、より具体的に、ドローンとその未来をのぞいてみましょう。

(3) メーカーと機種の一例

仕様 詳細は割愛 搭載荷重 「DJI S1000」はペイロード（最大積載量）が10kg

PHANTOM 3 STANDARD



【DJI JAPAN 画像提供】
リモートコントローラー



(4) 活用アイデア

元来の特性からして、高所（逆に低所である地下空間）や狭（曲？）所は、得意とするところであって、設備技術員の危険箇所からの作業解放といった視点は、外すことができません。そうした意味では、ITVとの組み合わせによる目視点検での活用が衆目の一致するところです。

※下記に、①～⑤の活用例を示します。

- ① まず、計測機器の活用方法（電気編）から目を移すと、ジャイロスタビライザー機能は付加されているものの、姿勢制御を主な働きとすることから、接触を前提とする機器は不得手となります。もっとも、近い将来においては、可能な範疇に入ってくるのでしょうか。
- ② 現時点で見てみると、「非接触型赤外線放射温度計」による温度測定などは、瞬時に測定値が求められる計測法を必要とするため、可能性が広がってきます。
- ③ 隘路、曲がりくねった先の箇所での測定や、それこそ、放射線汚染エリアでのガイガーカウンター（放射線量計測器）やいわゆる、線量計を使用した観測では、八面六臂の活躍が期待できます。

実際、あるベンチャーなどは、東京電力福島第一原子力発電所事故により、汚染された近隣市町村で、ドローンに「空間線量計」を搭載した放射線測定の実証実験を始めたといっています。手作業に比べて計測時間が10分の1に短縮でき、綿密な評価や部分的に線量が高いホットスポットの発見に役立っているようです。

- ④ 汚染といった切り口で見ても、他に病原菌の蔓延するエリアでの種々の観測や、空気汚染としてのPM2.5、さらに近年、活発化している火山活動の観測にはもってこいのようです。
- ⑤ 計測機器の活用方法（空調編）からは、「光散乱式粉じん計」、「酸素濃度計」、「複合ガス検知器」などが、セットアップ・パートナーとして適応用途が推定されます。

近い将来、ドローンの操縦技能が、設備技術員に求められる資格の一部になることがあってもおかしくないのでは…。

(5) ドローン活用例（産業界全般）

① 物流ビジネス

- ・米アマゾン・ドットコムが2013年末、ドローンで30分以内に荷物を届ける新サービスである「プライムエア」計画を発表して以来、世界各地で「ドローン配送」の実験が始まっています。
- ・スイスとフランスの郵政事業会社は、実用化を目指して試験飛行を重ねているし、ドイツのDHLは、北部の離島への医薬品輸送に挑んでいます。

② 人道支援（人命救助）

- ・2015年4月に発生したネパール大地震では、「ドローン先行隊」が大活躍。ドローンで被災地を空撮してマッピングし、被災状況と周辺環境を把握できたため、救助隊を送り込むべき地点をピンポイントで選定できたようです。
- ・トルコの国境地帯では、長引く内戦とテロ組織ISISの台頭に苦しむ24万人以上の難民に、空から医薬品と食料を届けています。
- ・オランダでは、心臓に電気ショックを与えて救命する自動体外式除細動器（AED）を積んだ「救急ドローン」が、広い公園や山中などで活躍しています。

③ 農業・漁業

- ・農業散布だけでなく、ワイン農家が畑をドローンで監視して、ブドウを摘むタイミングを見極めたり、海では魚の群れを探知して、従来は経験頼りだった漁場探しを効率化しています。

④ インフラ点検・劣化診断

ヒントになるのでは？

- ・富士通は、人が立ち入りにくい橋梁、トンネルなどの点検箇所をドローンで接写する技術の開発を進めています。ドローン本体の左右に車輪状の輪を取り付け、輪が接するように点検対象の壁や天井に飛行。一定距離からカメラで撮影します。
- ・NECは、道路橋にひび割れがないかをたたいて点検するドローンを開発しました。幅約1.5mの大型ドローンに、ひび割れを点検する装置を搭載し、橋脚や橋の裏側を金属棒でたたき、音や振動の違いでひび割れの有無を調べるようです。そのたたいた音をマイクで検出し、音の変化などから、コンクリート内部のひび割れがある場所などを特定します。さらに今後は、ドローン本体の飛行音と打音を区別し、波形からひび割れを自動検出するソフトウェアを開発する方針で、併せて、気流の乱れが起きやすい橋の下で安定して飛行できるように、ドローンの改良も進めるようです。国内には、約70万の橋があり、老朽化による点検需要が大幅に増えていくところが狙い目ですね。

⑤ 測量

ヒントになるのでは？

- ・コマツは、ドローンで工事前の現場を撮影して、地面の起伏を三次元データにするサービスにより、人手では、数週間要する測量が一日で済むようです。また、このデータを活用して正確な自動運転ができるようにし、人手不足対策に繋げるということです。

⑥ 建設現場での活用・先進例

ヒントになるのでは？

- ・米国カリフォルニア州サクラメントで建設中のスタジアムでは、施工管理にドローンを活用。空撮写真を基に作成した点群データと、BIM（ビルディング・インフォメーション・モデリング）モデルを連携させて、工程管理にも活用しているようです。毎週1回、昼休みなど現場での作業が行われていないときにドローンを飛ばし、上空から現場写真をくまなく撮影し、進捗状況を把握する。今、米国のスタジアム建設は効率化の実験場といえます。そうしたドローンとBIM、そしてプロジェクトマネジメントソフトを有機的に連携させた最新の施工管理を行っています。まさに、ドローンで進捗管理と言っても過言ではありません。

- ・一方、日本では、皆さんご承知のように、2020年の東京五輪に向けた新国立競技場の建設着手が、予定より大幅に遅れています。しかし、BIMを軸としてスピーディーな設計・施工体制を組めば、従来では考えられなかった高速施工も可能になるのかもしれませんが。ドローンさまざまですね。
- ・ソニーグループは、空撮によりマンション建設現場の三次元モデルを作成し、設計図と照らし合わせて施工の不正がないかを確認するサービスを始めるようです。問題となった杭打ちなどの基礎工事や鉄筋による骨組みが完成した段階などでドローンを飛ばし、複数の角度から撮影して、それらの写真を合成し、骨組みなどの様子をパソコンやタブレット端末上で再現することで、予定通りに施工されているかを人の目より正確に確認できるとのこと。ドローンの空撮により、建設段階で何度もチェックをし、トラブルの抑止力にすることができそうです。・・・・・・杭（悔い）が残った？

（6）ドローン活用例（自治体）

① 茨城県

産業廃棄物の不法投棄監視を始めました。廃棄物を撤去したように見せ、実際は敷地内の別の場所に移動しただけというケースを発見するなど成果も出ているようです。

② 佐賀県

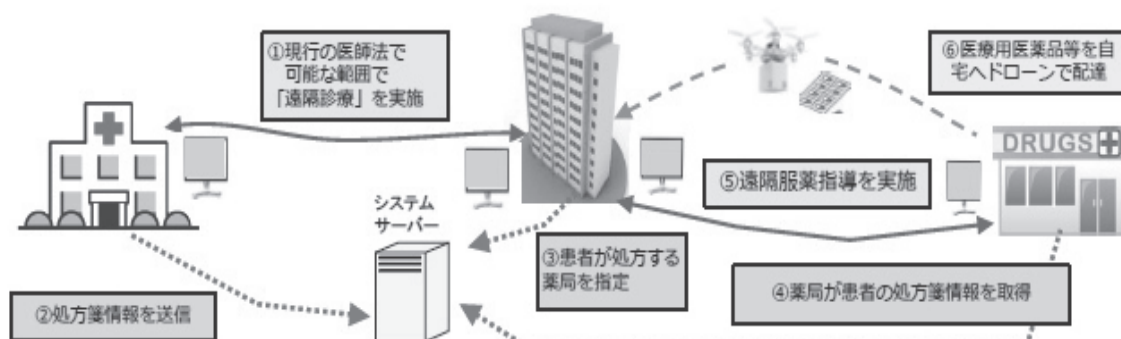
農地の上空で飛ばし、集めたデータを蓄積して解析、病虫害の早期発見や生育管理の省力化、農作業の効率化など、農業振興や農業の競争力を高めるために活用しています。

③ 兵庫県養父市

山間地などに住む住民が利用できる形で、患者がテレビ電話などで、遠隔診療を受けた後、必要な医薬品をドローンにより配送する、といったことが可能となるよう、試験飛行を始めしています。規制緩和との併せ技になっています。

④ 千葉市

「国家戦略特区」として、最先端を進む海浜幕張一帯を含む「幕張新都心」では、2020年を目途に日本の技術の高さを示す未来都市を作ります。その一端でドローンが活躍しています。もともと、東京湾臨海部の物流倉庫からドローンを飛ばし、海や川の上を通過して、幕張の集積所まで荷物を届けるサービスが想定されていましたが、さらに、幕張に住む人に遠隔診療や服薬指導を行った上で、地域の薬局からドローンで医薬品を配送することになっています。サービスを利用する人にとっては、病院や薬局へ移動したり、順番待ちをしたりする負担を軽減でき、特に子育て世帯、高齢者、障害者にとって便利となり、期待が持てます。



出典：千葉市

(7) 一般法律問題と規制

- ① 航空法…航空機の運航に危険を及ぼす空域（上空250m以上）の飛行を禁止
- ② 民法…他人の私有地の上空を飛行するのは、土地所有権の侵害
- ③ 道路交通法…車輪はないが、道路交通法上の「車輛」に該当すると考えられるため、道路の上空を飛行するのは規制の対象
- ④ 事故の責任…損害賠償責任、瑕疵担保責任、製造物責任法上の責任
- ⑤ プライバシーに関連する法的責任…軽犯罪法、迷惑防止条例違反等
- ⑥ 電波法…「技適認証マーク」が付いていないと電波法違反の恐れ。不法開設罪に問われて、最悪は懲役刑になります。

(8) 今後の規制（2015年12月時点）

下記(9)で示した「ドローン規制法」に引き続き、様々な規制が検討されていますので、紹介します。最新の情報を各自、確認願います。なお、建築物内部での飛行規制は、今のところ確認されていませんし、見本市（トレードフェア）では、よく見掛けますよね…。

まず、原子力発電所など重要施設周辺の飛行を禁止する議員立法が想定されています。これに違反した場合は、1年以下の懲役または50万円以下の罰金となります。

今後の法整備による検討事項として、ドローンによる犯罪や事故を防ぐため、免許制度の導入や機体の登録、製造時の技術基準の整備に取り組んだり、さらに事故時の保険適用範囲についても議論されています。

具体的には、人口密集地での飛行の許可を各地の空港事務所に申請する際、製造番号の報告を求める他、操縦者は10時間以上の経験を持つ人に限る等があります。特に大型や高性能のドローンを扱う場合の免許制や機体の登録制などは、近く立ち上げられる官民により設置された協議会により、具体策が決められます。

こうした制度や、飛行ルールの利用者への周知、販売時での購入者把握が課題として、まさに、浮かび上がってきているといえます。

(9) 改正航空法の概要

2015年9月4日成立、2015年12月10日施行

国交省HPより

航空法の一部を改正する法律案の概要 <非予算法案>

最近における無人航空機をめぐる状況に鑑み、無人航空機の飛行に関し、航空機の航行や地上の人・物の安全を確保するため、無人航空機の飛行の禁止空域及び無人航空機の飛行の方法を定める等の措置を講ずる。

背景

- 昨今、無人航空機が急速に普及しており、撮影や農業散布、インフラ点検などの分野で利用が広がっている。
- 今後、様々な分野で活用されることで、新たな産業・サービスの創出や国民生活の利便や質の向上に資することが期待される。
- 一方、落下事案が発生するなど、安全面における課題に直面。



国際的な状況も踏まえ、まずは緊急的な措置として、無人航空機を飛行させる空域及び飛行の方法等について、基本的なルールを定めることが必要

概要

(1) 無人航空機[※]の飛行にあたり許可を必要とする空域

※飛行機、回転翼航空機等であって人が乗ることができないもののうち、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの(超軽量のものを除く)

以下の空域においては、国土交通大臣の許可[※]を受けなければ、無人航空機を飛行させてはならないこととする。

※安全確保の体制をとった事業者等に対し、飛行を許可

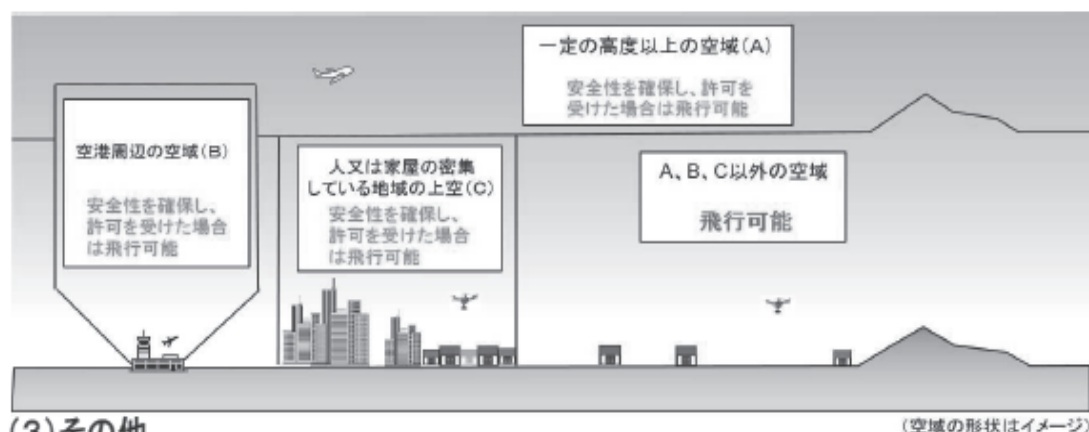
- 空港周辺など、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれがある空域【下図A、B】
- 人又は家屋の密集している地域の上空【下図C】

(2) 無人航空機の飛行の方法

無人航空機を飛行させる際は、国土交通大臣の承認を受けた場合[※]を除いて、以下の方法により飛行させなければならないこととする。

※安全確保の体制をとる等の場合、より柔軟な飛行を承認

- 日中において飛行させること
- 周囲の状況を目視により常時監視すること
- 人又は物件との間に距離を保って飛行させること 等



(3) その他

- 事故や災害時の公共機関等による捜索・救助等の場合は、(1)(2)を適用除外とする。
- (1)(2)に違反した場合には、罰金を科す。

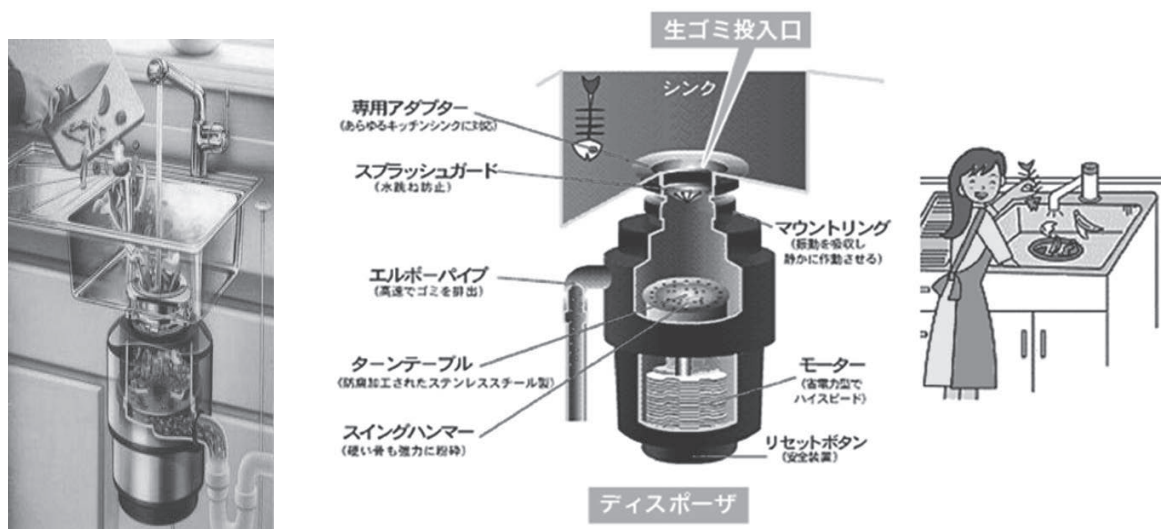
技術の進歩や利用の多様化の状況等を踏まえ、関係者との十分な調整の上で、無人航空機の機体の機能や操縦者の技量の確保、無人航空機を使用する事業の健全な発展等を図るために必要な措置を講じる。

＜コラム＞ ディスポーザー

（１）魔法の処理機？ ディスポーザー（Food Waste Disposer）とは

ディスポーザーは、キッチンのシンク内の排水口のすぐ下に設置され、生ゴミを水と共に粉碎し排水管に流し出す生ゴミ処理機及び生ゴミ処理システムのことです。生ゴミの発生時に簡単に処理できるため、清潔ですし、いやな匂いも発生しません。

米国ではすでに50年も前からディスポーザーが導入され、そのためのインフラが実現しています。日本でも環境問題の取り組みに積極的な自治体ではディスポーザーが標準装備の新築マンションを採用していますし、住宅リフォームの際にディスポーザー設置の検討をされている方も増えています。そして実際に使用されたときの満足度は住宅設備の中で最も高い評価を得ています。



●処理能力

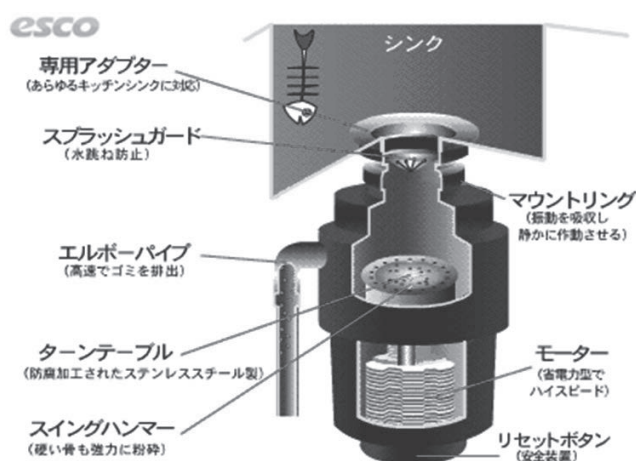
標準的なディスポーザーは三角コーナ満杯の生ゴミを40～90秒程度で高速処理します。家庭用の場合、一日に使用する電力は5～10円程度、使用する水量は水洗トイレを1回流すくらいの量です。

●処理原理

高速回転するターンテーブル（回転盤）により生ゴミを遠心力で壁面グラインディング（壁面の固定刃）にたたきつけ、スイングハンマーで細かくすり潰していきます。

●耐久性

耐久性はモデルや使用環境により大きく異なります。車と同じで使用環境や使用者により大きく耐久に差が出ます。化学薬品を使用するとダメージを与えます。



（株）日本エスコ
「ディスポーザ排水処理システム」
適合評価認定モデル AC105

(2) ディスポーザーの歴史

ディスポーザーの歴史は古く1927年、米国の建築家であり発明家のJohn Hammes（ジョン・ハムス）氏が、夫人のために生ゴミ処理機を作ったのが始まりです。

ハムス氏は開発から10年後の1938年、ディスポーザーを世に出すためにウィスコンシン州にInSinkErator社（※1）を創業しました。

その後、衛生面や利便性の良さから普及し、各企業、大学、研究機関の実験で下水道に対する（※2）社会的安全が確認され多くの企業がディスポーザー市場に参入するようになったのです。

米国では1960年代に、温暖な地域から伝染病であるポリオの感染を防止するために屋外に生ゴミを出すことを禁止すると同時にディスポーザーの設置を義務付ける州が現れ始めました。

- （※1）現在のエマソン社
インシンクイレーター事業部
- （※2）日本の下水道は米国の下水道を
モデルにしています。



(3) 日本での普及状況

日本では1970年代に松下電器、シャープ、日立などがディスポーザーを製造し年間1万台程度が売れたといわれています。しかし当時の下水道処理施設は大都市の一部にしかなく普及率も20%以下でした。下水道普及率の高い米国から来たディスポーザーは下水道未整備地域の計画に障害となりました。下水道未整備地域では日本の製造業者により自主的な自粛が開始され、旧建設省の下水道部も、全国の自治体にディスポーザーは「自粛要請のお願いをすること」との指示を出しました。

下水道や合併処理浄化槽の汚水処理設備の普及した現在では、国土交通省が北海道旧歌登町で行ったディスポーザーの社会実験の結果報告により、使用自粛を解除しニュートラルな立場となっています。独自の判断材料やデータのない地方自治体には当時のまま「使用自粛のお願い」が残っている反面、下水や農集落排水、合併処理浄化槽が完備されている地域にディスポーザー設置に対する検討や補助金を出すなど、ディスポーザー導入に積極的な自治体が多く現れています。

ディスポーザー導入による財政コストの軽減や地域衛生予防、高齢化対策、犯罪防止（※3）、LCAの観点から、今後は地方自治体主導によるディスポーザー地域一括設置が増加していくことが予想されます。

1996年から登場した「ディスポーザ排水処理システム」はディスポーザーに専用処理槽を組み合わせたシステム商品で多くの分譲マンションに採用されました。当時は多くの企業が参入しましたが、システムの不採算性から近年はほとんどの企業が撤退を余儀なくされています。しかしその利便性から、ディスポーザー付きマンションでの人気指数がIHや食器洗浄機を抜いたことにより一気に知名度を上げ、現在ではキッチンの必須人気商品になっています。

- （※3）ニューヨーク市で実践された
ブローケンウィンドウズ理論。
街をきれいにすることによる犯罪防止。

東京ディズニーランドでも同じ理論で敷地内へ捨てられたゴミは即時処理されています。



(4) ディスポーザー導入のメリット

生ゴミがその場で処理されるため、家庭内に保管をする必要がありませんので、今まで発生していた下記の煩わしさはなくなります。

- ・ 指定回収日や指定時間に捨てに行く手間、高齢化社会における負担軽減
- ・ キッチン内の腐敗臭、悪臭、衛生管理、害虫の駆除及び消臭
- ・ ゴミ収集場散乱やゴキブリ、カラス、ネズミ等小動物害の始末
- ・ 集合住宅の共同部分（エレベーターや収集所）の悪臭

行政的にも、ゴミ収集場の衛生面や収集・運搬の処分量、生ゴミ＝水分焼却の量が激減するなどがあげられます。

一部の機器を使うことで生ゴミをコンポスト化することが可能です。

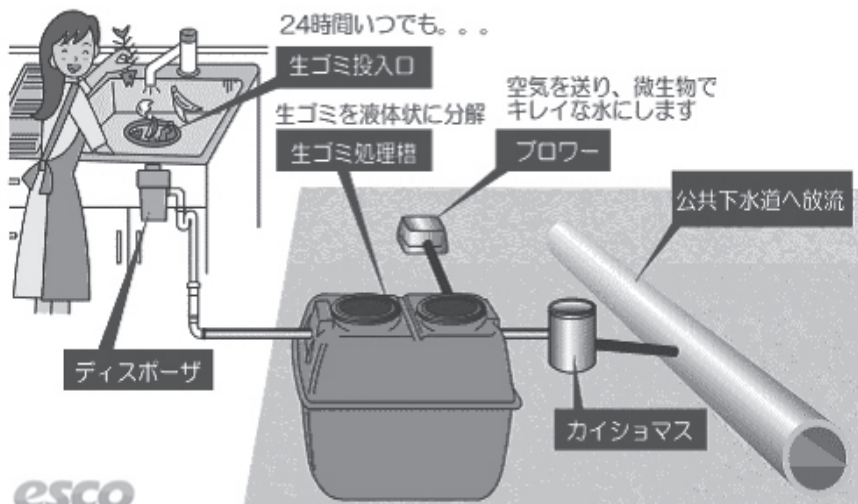


(5) 現状の問題点・規制等

どこでも設置できるわけではないという点

まさに魔法のようなディスポーザーではありますが、排水処理システムの整備がされていない状況では、なかなか今後の普及については、厳しい感があります。

何といても、自治体により禁止・自粛されていることもあり、日本での普及状況にも記載されているように通常の排水管とは別に専用排水にしないと、下水に負担を掛けてしまうという点が規制の対象となっています。



排水口の下で、生ゴミを粉碎する——それがディスポーザーの全てではありません。この粉碎装置に加え、庭などの専用の排水処理装置を埋設。粉々になった生ゴミ混じりの水を浄化しなければ、下水に流すことができない決まりになっています。

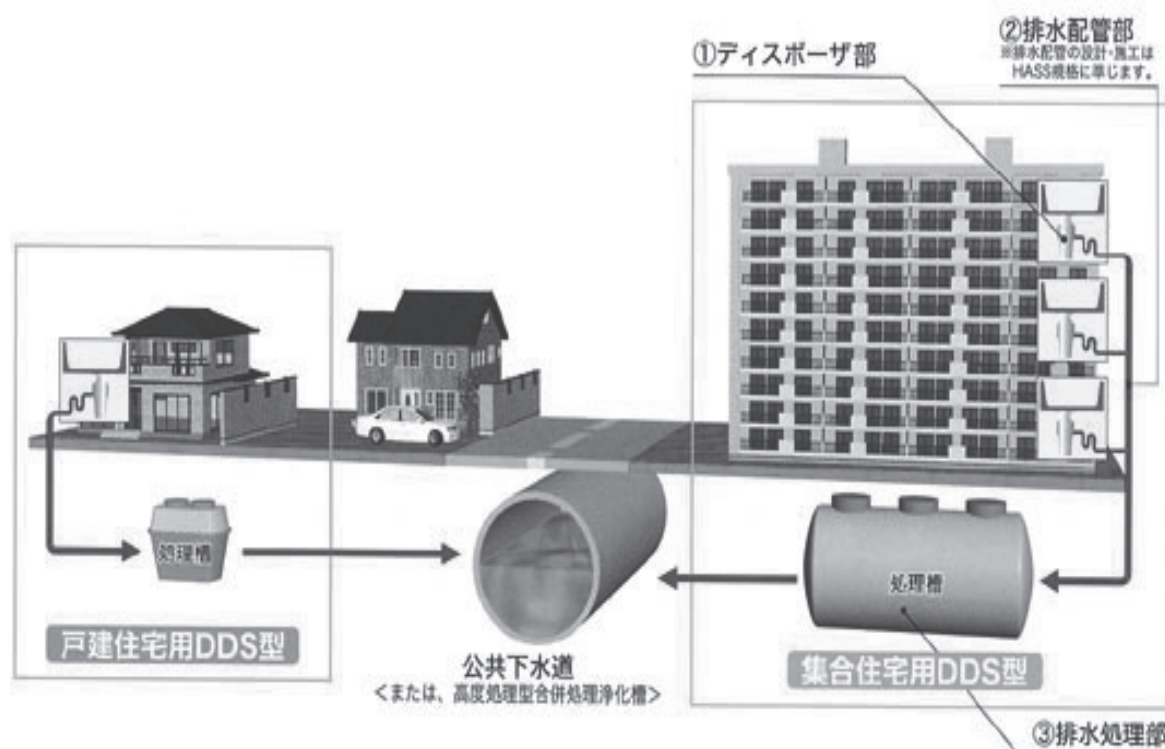
実は、昔のディスポーザーは、ドロドロにした生ゴミをそのまま下水に流していました。それがヘドロの原因になって川や海を汚したため、昭和40年代に各地で設置が禁止されました。数年前に「専用の排水処理装置を付ければ、設置してもよい」ことになり、急速に普及しましたが、まだまだ認めていない自治体が多いのが現状です。

専用の排水処理装置（戸建て用）を設置しても、設置費や維持費が掛かり、結果として割高感が否めません。ましてや機器自体が故障した場合は、その修理費や交換費が発生します。また、利用する地区により通常の下水道料金の他に、同種料金が引き上げられる場合もあるので、実際の設置及び使用には注意が必要です。

どちらかといえば、ディスポーザーは戸建てより集合住宅に設置されるケースが多いようです。

※それでも新築分譲マンションに設置するのは全体の10%程度です。

集合住宅の場合は、数十戸、数百戸で1基の排水処理装置で処理が可能なので戸建てより設置条件は整いやすいでしょう。



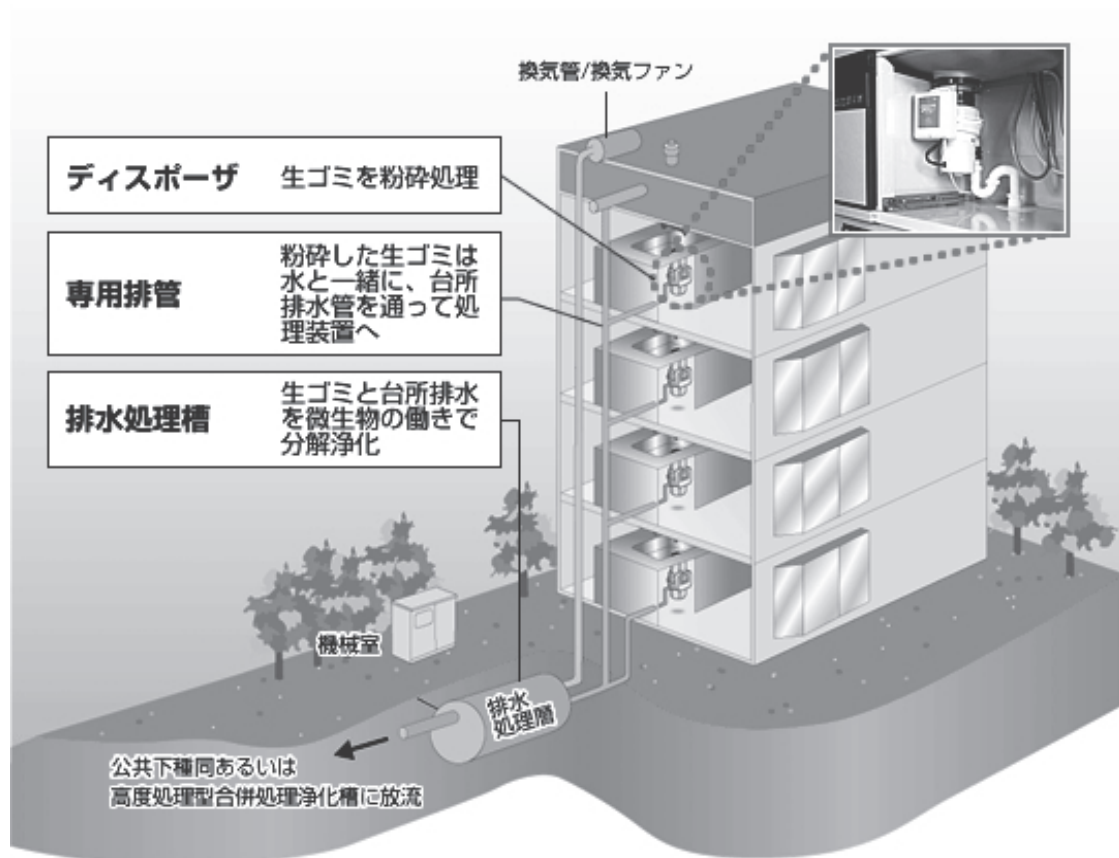
住宅用ディスポーザー排水処理システム（㈱ダイキアクシス製）

好気可溶化・担体流動方式

「ディスポーザー排水処理システム性能基準（案）平成13年3月」適合品

Image 戸建て住宅用：5・8人槽（FRP製）

Image 集合住宅用：14～3,000人槽（FRP製）※
：14～5,000人槽（RC製）※



一戸建てよりも集合住宅に設置しやすいディスポーザーですが、集合住宅だからこそ生じる問題点もあります。それは、騒音問題です。

利用する機種にもよりますがディスポーザーを作動させると、排水口の下でミキサーのような音がしてその音が意外に大きく、排水管を通して上下左右の住戸に伝わりやすいという点です。そんなこともあり深夜は使いにくい、という欠点が生じているそうです。

現在、静音タイプで騒音レベルは普通の会話以下とされる56デシベルです。それでも、状況によっては深夜の使用はためらわれることが懸念されます。設置費用は、100戸規模の集合住宅の場合で、1戸当たり20万円前後となり、これもデメリットです。

一例ですが毎月の電気代、水道代は700～1000円だそうです。

一戸建てに比較して設置しやすいとはいえ、浄化槽の設置、あとあとのメンテナンス費用、キッチンから浄化槽までの排水は他の排水管とは別系統で単独配管を要するなど、従来の排水方式とは異なるために分譲マンションの販売価格にも影響を及ぼすので、デベロッパー業者も全てのマンションには設置できません。

マンション市場を見てみると、目安として100世帯を超える大型マンションにはディスポーザーが設置される場合が多いようです。

(6) ディスポーザーを設置するにあたって

ディスポーザー排水処理装置は（公社）日本下水道協会が定めた「下水道のためのディスポーザー排水処理システム性能基準（案）」に従って適合評価された製品を使用することになっています。現在、平成13年3月性能基準（案）、平成16年3月性能基準（案）、平成25年3月性能基準（案）の3種類の適合評価が存在します。

最も新しい平成25年性能基準（案）では適合評価だけでなく、製品認証を受けた製品のみが販売可能と定められています。

ただし、どの年の性能基準（案）に適合したものを採用するかは、各自治体がそれぞれの取り扱い要綱や条例で定めていますので、設置場所の自治体の各窓口で確認してください。

＜コラム＞ 加湿とインフルエンザ（希望加湿量を満たすために）

（１）インフルエンザと風邪の違い

インフルエンザは、突然現れる高熱、頭痛、関節痛、筋肉痛など全身の症状が強いのが特徴で、併せて喉の痛み、鼻汁、せきなどの症状も見られます。

さらに、気管支炎、肺炎、小児では中耳炎、熱性けいれんなどを併発し、重症になることがあるのも特徴です。

特に高齢者、呼吸器や心臓などに慢性の病気を持つ方は、インフルエンザそのものや、もとの病気が悪化しやすく、死に至る原因となることもありますので、十分に注意する必要があります。例年12月～3月がインフルエンザの流行シーズンであり、建物空気環境の維持が重要となっています。冬季建物内の空気環境は、低温度、低湿度になりやすく、建物所有者は空気調和設備により温度、湿度を「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」に定められている温度17℃以上28℃以下、相対湿度40%以上70%以下に維持する義務があります。

	インフルエンザ	風邪
症状	高熱、頭痛、関節痛、筋肉痛、せき、喉の痛み、鼻水など	喉の痛み、鼻水、鼻づまり、くしゃみ、せき、発熱
発症	急激	ゆっくり

（２）予防の基本

- ① インフルエンザワクチンを接種
- ② 外出時にはマスクを利用
- ③ 十分な休養、バランスの良い食事
- ④ うがい、手洗いの励行
- ⑤ 室内では加湿器などを使用して適度な湿度に

予防の基本⑤が、空気環境維持にあたり私たちが実施する課題となります。

（３）インフルエンザウイルスと湿度

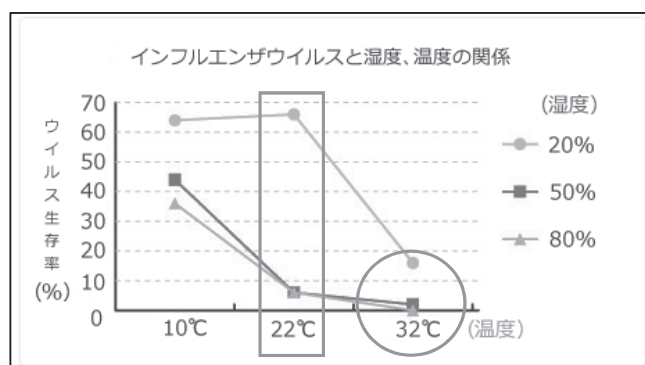
厚生労働省では、「適度な湿度の保持が大切、空気が乾燥すると、気道粘膜の防御機能が低下し、インフルエンザにかかりやすくなります」とインフルエンザ予防方法を指導しています。

また、特に乾燥しやすい室内では、加湿器などを使って適切な湿度（50～60%）を保つことが効果的としています。（厚生労働省 インフルエンザの基礎知識）

（４）50～60%が適切な理由

冬季は外気の温度が下がり、湿度も低くなります。その影響を受けて室内は乾燥状態になります。湿度が低いとインフルエンザウイルスの生存率を高める（図1）とともに、鼻・喉・気管などにある粘膜の繊毛の動きを弱め、ウイルスによる感染が起こりやすくなります。

また、室内が乾燥すると静電気も生じやすくなり、ビルの利用者や使用者からの苦情の原因になることもあったと、東京都健康安全センターでは注意を呼びかけています。



温度21～24度で湿度20%を保った時の6時間後生存率は60%に対して、同温度で湿度を50%に保つと生存率は3～8%になります。

温度を32度、湿度50%で試験をすると6時間後のウイルス生存率はゼロとなっています。

インフルエンザウイルスの生存率（Harper1961）

(5) 加湿器の能力

適切な湿度（50～60％）を確保するために、建物は設計段階で加湿器が設置されています。
ただし、加湿器の加湿能力は一定条件下で設計・製造されており、建物の利用環境によっては適切な湿度が得られない場合があります。

・湿度とは・・・

① 乾き空気と湿り空気

地球上の空気は、酸素、窒素、炭酸ガスなどと水蒸気が混合したもので、「湿り空気」といいます。そして水蒸気を全く含まない理論上の空気を「乾き空気」といいます。また、湿り空気に含まれる水蒸気の量が飽和状態にある空気を「飽和空気」といいます。

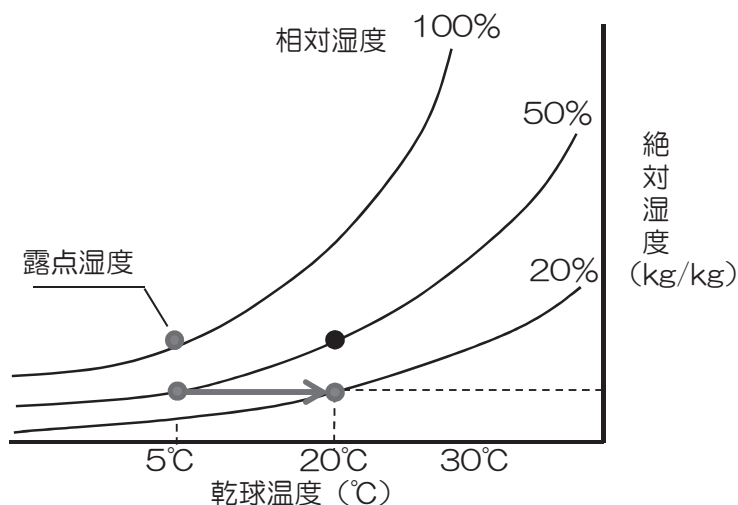
② 相対湿度と絶対湿度

湿度とは、空気中に含まれる水蒸気の量を表す尺度です。一般的に単に湿度というときは「相対湿度」のことを指し、湿り空気の水蒸気分圧とその温度における飽和空気の水蒸気分圧との比を単位「％」で表します。

この他の湿度の表し方に「絶対湿度」があります。絶対湿度は、湿り空気に含まれる水蒸気の質量を指し、乾き空気1kgに対する量として、単位「kg/kg」で表します。

③ 温度と湿度

空気の状態を知るのに空気線図（h-x 線図）があります。



- ・上記 ➡ の変化：温度5℃・湿度50％の空気を加湿なしで温度を20℃まで暖めると、相対湿度は20％程度まで低下します。

このように、空気中の水蒸気量が一定の条件（絶対湿度一定）では、空気温度を上げると相対湿度は低下し、逆に空気温度を下げると相対湿度は上昇する反比例の関係にあります。

- ・絶対湿度一定の条件下における温度と相対湿度の関係

空気温度	絶対湿度 (kg/kg)			
	0.002	0.004	0.006	0.008
0℃	50%	100%	—	—
5℃	38%	72%	—	—
10℃	26%	52%	79%	—
15℃	19%	37%	56%	75%
20℃	14%	27%	42%	55%
25℃	10%	20%	30%	40%
30℃	8%	15%	23%	30%

（６）湿度不足の原因

１）湿度不足の原因として下記事項があげられます。

- 加湿に対する間違った認識
- 空調方式・空調機と加湿器の不適合
- 整備不良による能力不足

部屋単位の空調である個別分散空調の普及に伴って空調機の小型化が進み、空調機内に能力を満足する加湿器を組み込むことが困難になってきています。

また、天井隠ぺいなど加湿器はメンテナンス性問題から、整備不良が多くなり加湿能力が製品仕様通りに機能していない状況が見受けられます。

室内の暖房送風温度低下や送風運転を行っている場合、空調機の吹出温度が低下することにより必要飽和効率が上昇し、加湿不足となることがあります。

近年、ウォームビズ等でSA温度低下、暖房吹き出し時間の短縮が室内空気環境となっており、そのため、十分な湿度確保ができておらず相対湿度40%以上70%以下を満足できない建物が平成26年度の東京都特定建物調査で56.5%に上っています。

環境測定の結果、相対湿度が不足している場合には小型加湿器を室内に設置する方法を検討してください。インフルエンザ予防のためには、50～60%に加湿し喉などを保護することが必要です。

２）加湿器は整備不良による能力不足の改善が必要です。

①気化式加湿器

気化式加湿器の加湿モジュールは運転時間の経過とともに空気中の塵埃や給水中の水垢成分が付着し、徐々に汚れてきます。

またこの汚れは水を流すだけでは落としきれません。取り外して洗浄が必要となります。汚れをそのまま放置すると加湿能力は低下するため、最低、年1回の洗浄が必要です。

②蒸気式加湿器

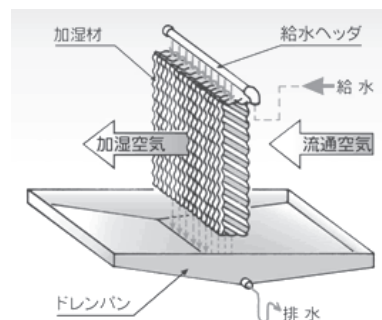
蒸気式加湿器はヒータなどにより水を加熱し蒸気を発生させますが、運転時間の経過と共に水垢成分はヒータなどに固着し、伝熱の阻害要因になり能力が低下します。蒸気式加湿器の多くは、給水に軟水を使用することによりメンテナンスは軽減されますが、この場合でも年1回以上の掃除が必要です。

③水噴霧式加湿器

水噴霧式加湿器を代表する超音波式加湿器は、超音波振動子により水を微細な霧状にして気流中に噴霧する加湿器ですが、超音波振動子には寿命があり定期的な部品交換が必要となります。また運転時間の経過とともに、水槽内は給水中の水垢成分の付着により汚れてきます。

この汚れは超音波振動子に悪影響を与え、加湿の能力を低下させる原因のひとつです。また水槽内の水を常温のまま直接気流中に噴霧する構造上、衛生上の見地からも水槽内の定期的な清掃が必要となり、特に連続して運転を休止する場合には水槽内の水抜きが必要となります。

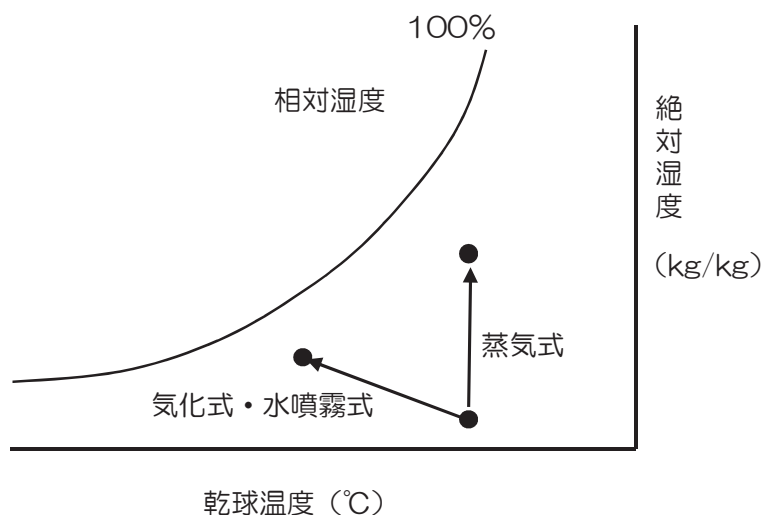
- 気化式加湿器
（空調機内臓）



・気化式・水噴霧式と蒸気式の空気状態変化

気化式は、水を加湿剤に浸透させて気化・蒸発させます。水噴霧式は微細な水滴を噴霧して気化・蒸発させます。この変化は、いずれも水は気化蒸発して絶対湿度を高め、空気は水との熱伝達及び水の蒸発潜熱によって冷やされます。つまり、潜熱は増えて顕熱は減少します。

蒸気式は、一般的に100～120℃の蒸気を噴霧します。この変化は、蒸気を持つエンタルピーにより、乾球温度をわずかに上昇させながら絶対湿度を高めることになります。



(7) 温度・湿度基準値

建築物衛生法に規定されている温度・湿度基準値を下記に示します。

なお、学校環境衛生基準値も併記します。

学校施設における環境基準は、建築物衛生法とは項目や規準値が異なります。

	温度	湿度	管轄省庁
建築物衛生法	17℃～28℃	40%～70%	厚生労働省
学校環境衛生の規準	冬季18℃～20℃ 夏季25℃～28℃	30%～80%	文部科学省

【編集委員】建築物施設保全委員会 技術専門委員会

委員長	吉澤 幸夫	株式会社サンアメニティ
専門委員長	伊藤 和文	株式会社アサヒファシリティズ
専門委員	池田 匠	株式会社ダイケングループ
同	海寶 博樹	株式会社ビケンテクノ
同	濱島 和夫	日本ビル・メンテナンス株式会社
同	古井 康夫	株式会社東急コミュニティー
アドバイザー	渡邊 一由	建物管理総合技術研究所

(委員は五十音順)

設備管理における

「計測機器の活用方法(衛生・応用編)」

＝保全調査レポート＝

初 版：平成28年3月24日

編 集：公益社団法人 東京ビルメンテナンス協会
建築物施設保全委員会

発 行：公益社団法人 東京ビルメンテナンス協会
〒116-0013

東京都荒川区西日暮里5-12-5 ビルメンテナンス会館

URL. <http://www.tokyo-bm.or.jp/>

TEL03-3805-7555 Fax03-3805-7550

本書の著作権は(公社)東京ビルメンテナンス協会に帰属します。
本書の全部または一部の引用、転載、複写を禁じます。
これらの許諾については発行先までご照会ください。