

廃棄物処理

3年前期(選択)科目

環境システム学科 宮脇健太郎

第4回 焼却(2) 燃焼計算、炉形式など

1

燃焼に係わる理論量の定義

- 理論酸素量: 燃料を完全燃焼させるのに必要な酸素の量
- 理論空気量: 燃料を完全燃焼させるのに必要な空気量
- 理論燃焼ガス量: 理論空気量によって完全燃焼させたときに生成する燃焼ガス量
 - 水蒸気を除いた乾き燃焼ガス量
 - 水蒸気を含む総量としての湿り燃焼ガス量

2

計算 理論酸素量

- 理論酸素量 O_0 [kmol/kg-燃料]
- $O_0=(c/12)+(h/4)+(s/32)-(o/32)$

元素	原子量	完全燃焼反応式
C	12	$C+O_2=CO_2$
H	1	$H+1/4O_2=1/2H_2O$
S	32	$S+O_2=SO_2$
O	16	$O-1/2O_2=0$
N	14	$N=1/2N_2$

3

計算 理論空気量

- 理論空気量 L_0 [m^3_N /kg-燃料]
- $L_0=\{(c/12)+(h/4)+(s/32)-(o/32)\} \cdot (22.4/0.21)$
 $=8.89c+26.7(h-o/8)+3.33s$
- 酸素1kmolは $22.4m^3_N$ 、酸素体積分率21%

4

燃烧空気量

- 実際の燃烧 理論空気量 空気不足
 - 未燃ガス、煤(すす)が発生 理論値より多く
- 空気比(air ratio)または空気過剰率
 - 理論空気量の何倍の空気を供給するか
- 燃烧空気量 $L = \lambda \cdot L_0$ [m^3_N/kg -燃料]
- 気体燃料(都市ガス) $\lambda = 1.1 \sim 1.3$ 、液体燃料(重油) $\lambda = 1.2 \sim 1.4$ 、固体燃料(石炭) $\lambda = 1.4 \sim 2.0$

5

燃烧空気量(廃棄物の場合)

- ごみ質、装置、炉形式、性能により異なる
- ごみ質が悪い 大、ごみ質良い 小
- 連続燃烧式ストーカ炉 $\lambda = 1.7 \sim 1.9$ (1次燃烧空気 $\lambda = 1.2 \sim 1.4$ 、これに2次燃烧空気を加算)
- 最新 熱効率、排ガス量低減 $\lambda = 1.3 \sim 1.5$ の場合もある(ガス化熔融炉含む)。
- 排ガス中酸素濃度より、空気比概略値がわかる。
 - $\lambda = 21 / (21 - [O_2])$
 - $[O_2]$: 乾き燃烧ガス中の酸素濃度[%]

6

燃焼ガス量とガス組成

- 廃棄物1kg中に、炭素c[kg]、水素h[kg]、硫黄s[kg]、酸素o[kg]、窒素n[kg]、水分W[kg]
 - 燃焼反応(シート3参照)の生成物、空気比 L_0 で
の余剰酸素 O_2 と、空气中窒素 N_2 が生じる
- ↓
- 湿り燃焼ガス量 $V_W[m^3_N/kg]$

7

燃焼ガス量とガス組成(続き)

- 湿り燃焼ガス量 $V_W[m^3_N/kg]$
- $V_W = 22.4 \times (c/12) \quad : CO_2$ の生成
+ $22.4 \times \{(h/2) + (W/18)\} \quad : H_2O$ の生成
+ $22.4 \times (s/32) \quad : SO_2$ の生成
+ $0.21(-1) \times L_0 \quad : 余剰のO_2$
+ $0.79 \times L_0 + 22.4 \times (n/28) \quad : 空気N_2 + 生成N_2$
= $1.867c + 11.2h + 1.244W + 0.7s + 0.8n$
+ $(-0.21)L_0$

8

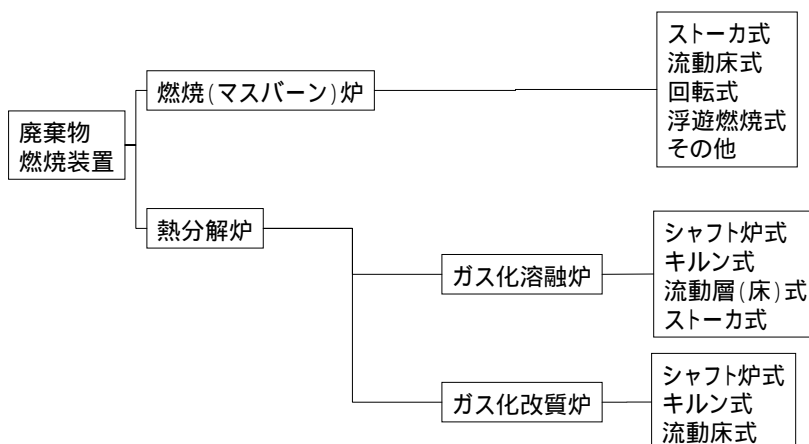
燃焼ガス量とガス組成(続き)

- 乾き燃焼ガス量 V_D [m^3_N/kg] (水蒸気なし)

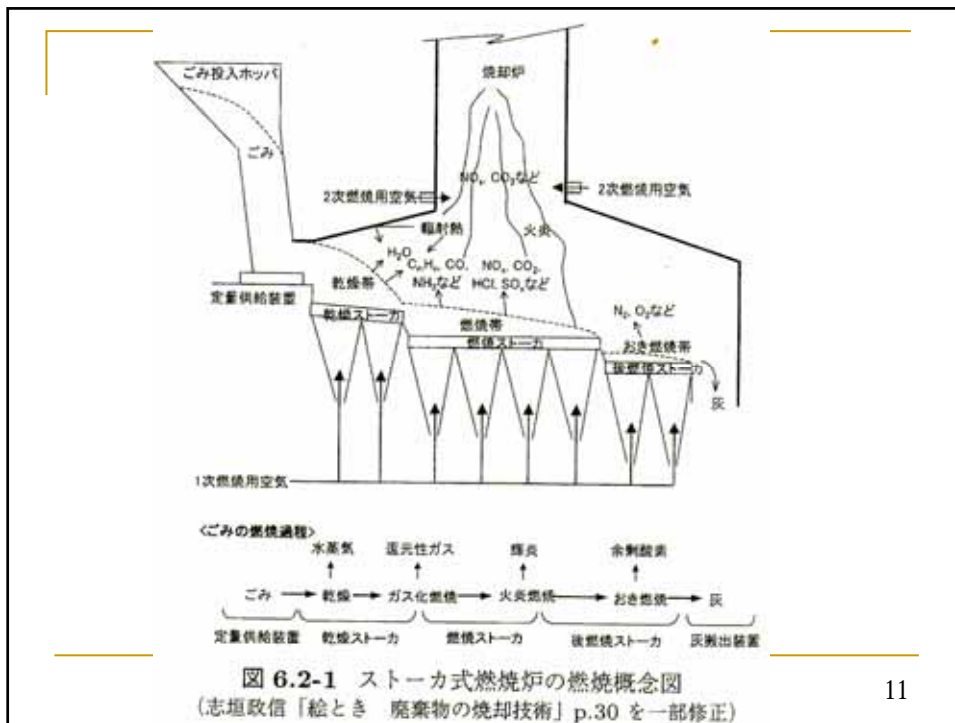
$$V_D = 1.867c + 0.7s + 0.8n + (-0.21)L_0$$
- 焼却炉、ボイラーなどの設備設計では湿り燃焼ガス量を用いる
- ガス分析では乾きガス基準(水蒸気は除去)
 - $CO_2 = 1.867 \times (c/V_D) \times 100$ [%]
 - $O_2 = 0.21 \times \{(-1) \cdot L_0\} / V_D \times 100$ [%]
 - $N_2 = \{0.79 \cdot L_0 + 0.8n\} / V_D \times 100$ [%]

9

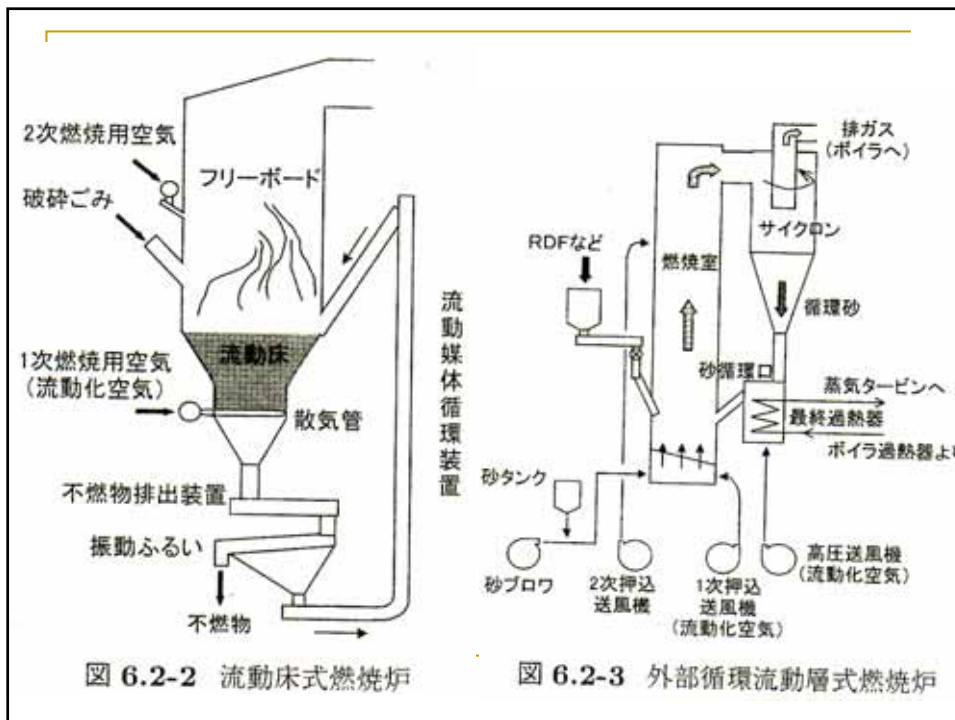
燃焼装置(炉形式)

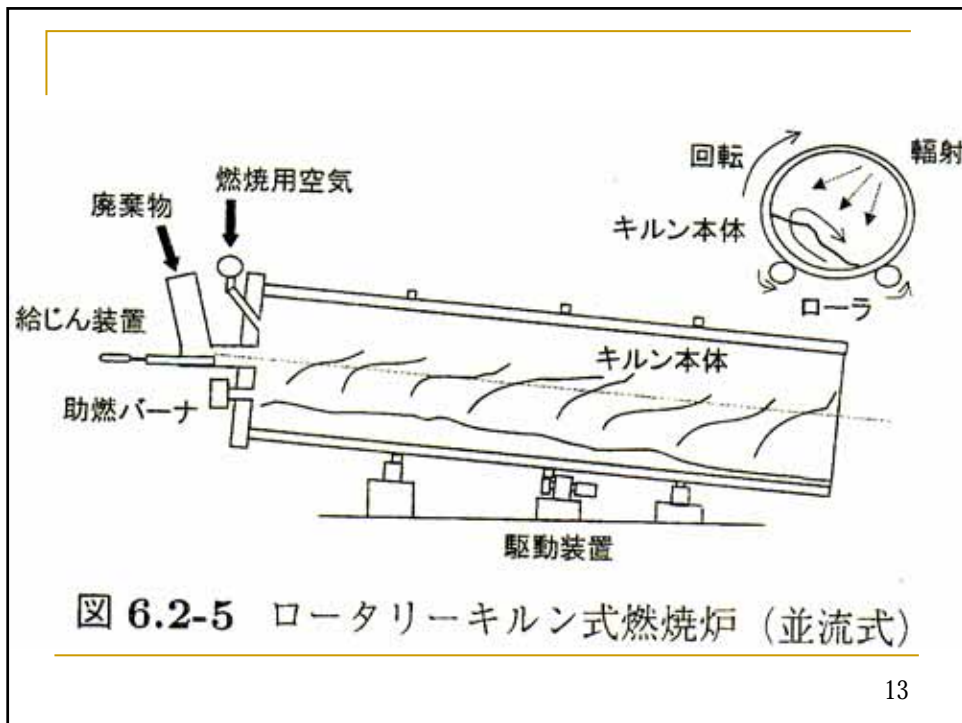


10

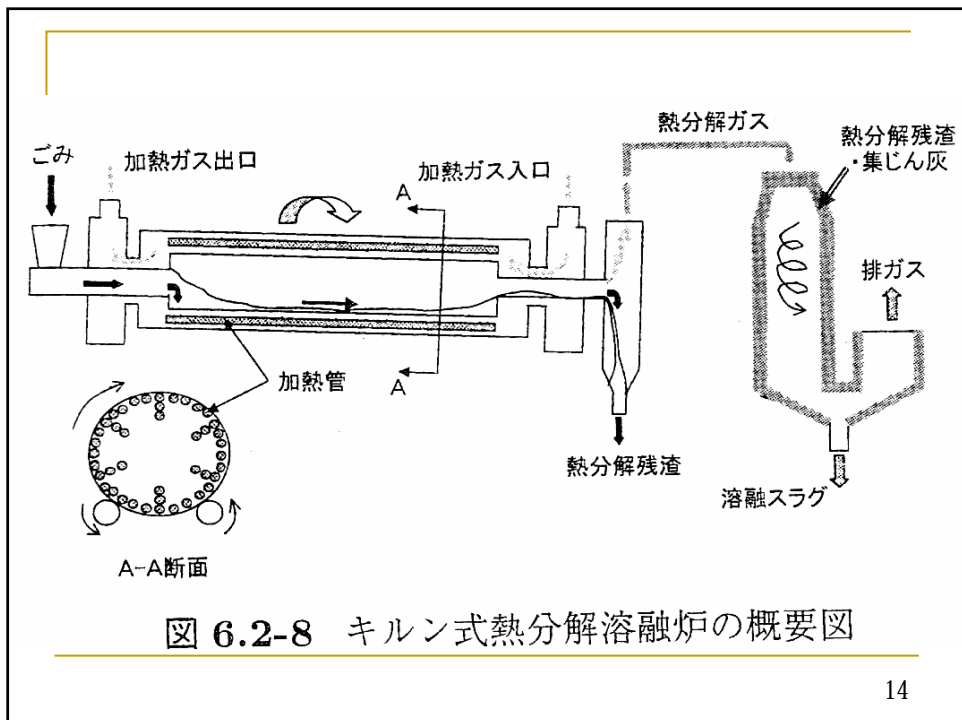


11

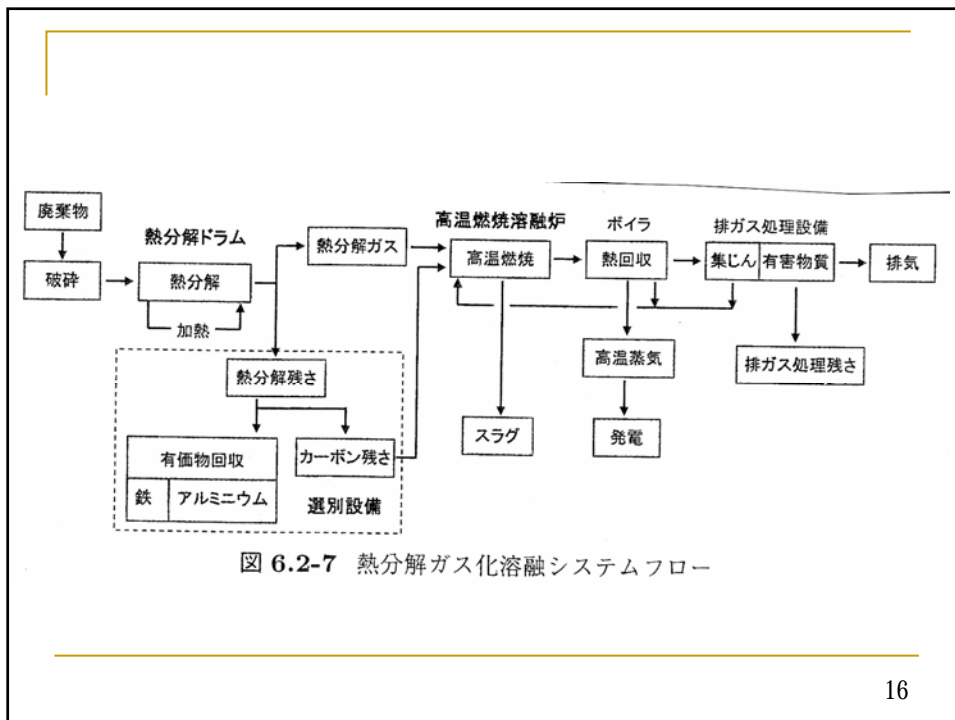
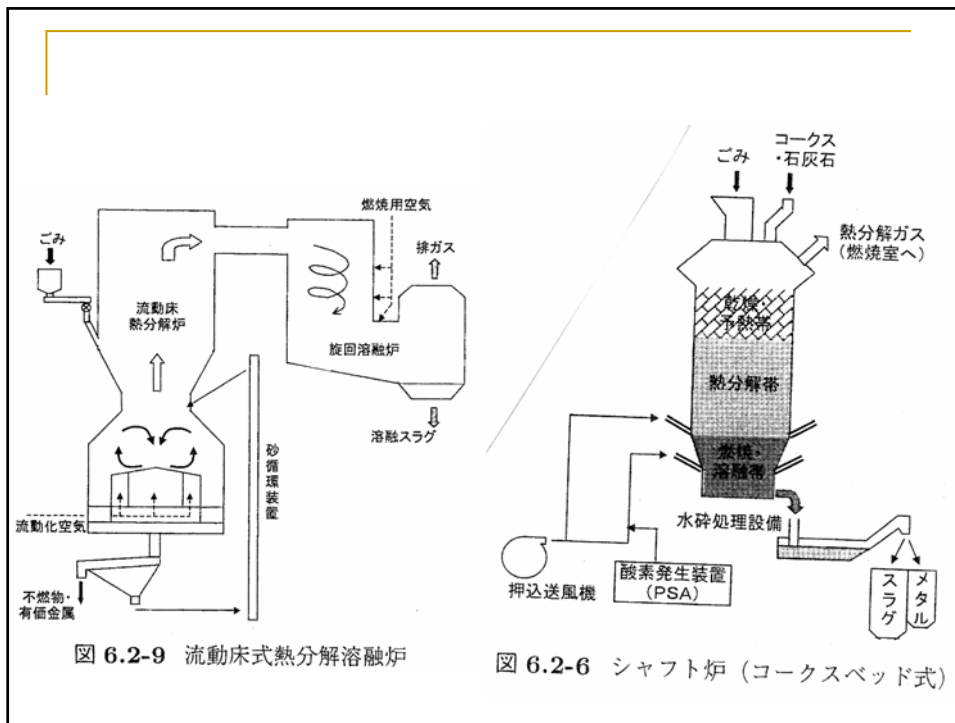


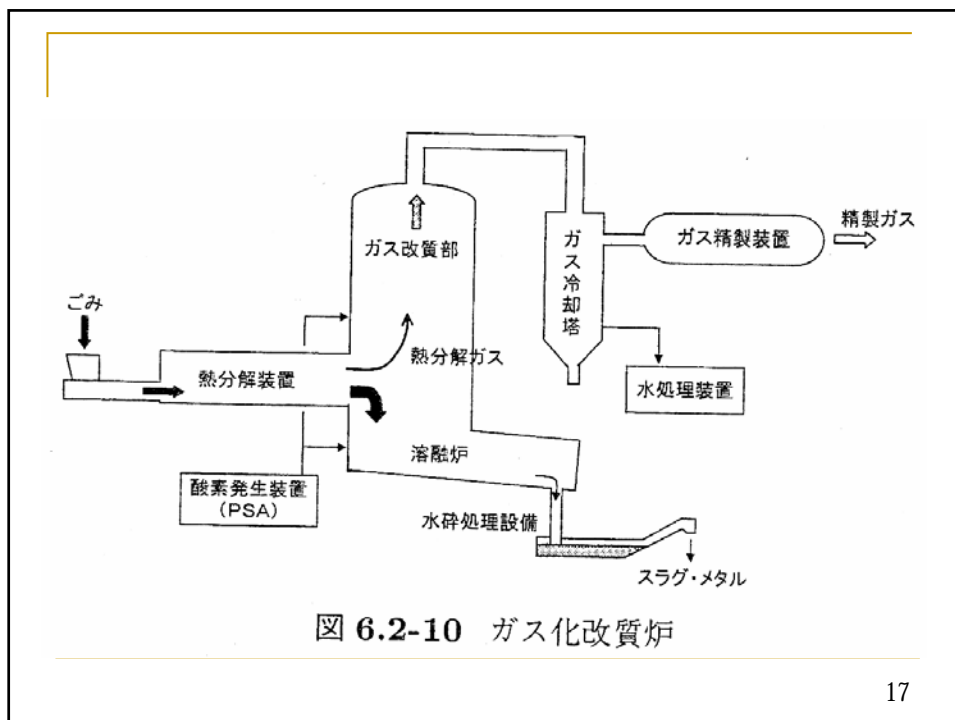


13



14





17

燃焼装置

ストーカ、流動床

- 実績多く、技術的確立、運転管理容易
- 小規模から大規模

熱分解

- 自己熱溶融 外部エネルギー不要
 - 歴史浅い、未知数
 - 150トン/日程度 スケールアップが課題
-
- 選択: ごみ質、ごみ量、残渣処理、施設規模、ランニングコスト、運転管理の容易性などで決定

18