

まえがき

地球上に人類が生誕し、文明を手に入れたのは長い地球の歴史の中ではほんの一瞬前、その人類が大量のエネルギー消費に支えられ、かつては信じられないような豊かな文明社会を築き、さらに止まるところを知らず発展し続けています。公害問題をも克服し環境対策にも目鼻が付いた矢先、考えてもいなかった地球温暖化という負の遺産が突きつけられました。事の重大性に驚き、反省と戸惑いのなか解決の糸口をいま全世界が模索しています。人類の歴史を線香花火のごとく終らせることなく、次世代に緑の地球を残すために今なすべきことはただひとつ、低炭素社会を実現することです。

温暖化の原因の9割はエネルギー起源の二酸化炭素の排出で、ボイラーは運転の過程で多くの二酸化炭素を排出しています。我々ボイラーの運転管理に携わるものとして、いかに二酸化炭素の排出を少なくするかが社会的責務として課せられています。

燃料を燃焼する際には必ず二酸化炭素が生成されます。ボイラーを運転するときはいかにこれを少なくして低炭素社会を実現するかは省エネ技術に負うところが大きいです。この技術はひとえにボイラー技士の運転技術にかかっています。

日ごろから創意工夫を凝らし省エネ運転に取り組んでおられることと思いますが、本誌は、その工夫を目で見える形でノモグラフに表してみることにいたしました。長年の経験に基づく勘や複雑な計算を経ることなく、図表の縦軸、横軸を指定することで、ある程度定量的な最適運転条件を導き出せるよう工夫した大変有効なツールです。

ボイラーの運転管理に携わっておられる方々がこのノモグラフを用い省エネ運転のための最適条件を導き、それにむけて改善を図っていかれることを期待します。

本書は、省エネ対策を考える上で重要な7つの分野について90余のノモグラフを掲載しています。また、省エネに役立つ知識をまとめた“資料編”を付けていますので併せて参考にされ、貴社のボイラー及びその周辺設備の改善に役立ててください

最後に、本書の作成に当たって執筆ならびに編集に多大のお骨折りをいただいた省エネルギー委員会の委員の方々に深く感謝の意を表する次第であります。

委員長	高村 淑彦	(東京電機大学)
委員	石橋 剛也	(㈲山王動力エンジニアリング)
(五十音順)	関 一夫	(㈱山武)
	原 純夫	(㈱前田鉄工所)
	福嶋 信一郎	(㈱省エネルギーセンター)
	八木 克典	(富士石油(㈱)袖ヶ浦製油所)
	八木橋 多聞	(川重冷熱工業(㈱))
	横式 龍夫	(三菱重工業(㈱))

平成21年1月

社団法人 日本ボイラ協会
会長 池田 五男

目 次

本書の利用方法

ノモグラフ編

1. 燃料に関するデータとノモグラフ	1
1-1 燃料油の密度	2
1-2 燃料油の発熱量	4
1-3 燃料油の粘度	6
1-4 都市ガスの性状	8
2. 空気と燃焼ガスに関するノモグラフ	11
2-1 空気の組成	12
2-2 空気中の水分	14
2-3 燃焼用空気の酸素濃度	16
2-4 温度と湿度による空气体積の変化	18
2-5 排ガス中の O_2 及び CO_2 濃度	20
2-6 空気比と排ガス中の水分	22
2-7 空気比と排ガス中の水分による水露点	24
2-8 排ガス中の SO_x と酸露点	26
2-9 単体ガスの比熱	28
2-10 ボイラー排ガスの比熱	30
3. ボイラー効率と燃料消費量に関するノモグラフ	39
3-1 ボイラーの排ガス熱損失	40
3-2 伝熱面堆積物による燃料の使用増加	42
3-3 ボイラー蒸発倍数とボイラー効率の関係	44
3-4 燃焼用空気予熱による燃料消費量の低減	48
3-5 給水温度上昇による燃料消費量の低減	50
3-6 潜熱回収によるボイラー効率の向上	52
3-7 煙突出口における白煙の発生条件	58
3-8 水注入による燃料消費量の変化	60

4. ボイラー運用に関するノモグラフ	63
4-1 壁面からの放散熱量	64
4-2 ボイラー本体からの放熱損失	68
4-3 発生蒸気の乾き度とボイラー効率	72
4-4 ボイラーの連続運転と間欠運転における効率の比較	74
4-5 スケールの付着量と管壁温度	76
4-6 通風負荷と消費動力	78
5. 蒸気輸送に関するノモグラフ	81
5-1 蒸気配管における裸管からの放熱量	82
5-2 熱量単価 [円 / (kW・h)]	86
5-3 保温した配管からの放熱量	90
5-4 蒸気配管におけるドレン発生量	92
5-5 蒸気配管における過熱度の変化	96
5-6 蒸気配管の経済保温厚さ	98
5-7 蒸気配管の経済保温厚さ (冷房負荷を考慮)	110
5-8 蒸気配管における圧力損失	114
6. 蒸気使用に関するノモグラフ	119
6-1 背圧タービンによる発電	120
6-2 蒸気漏れによる燃料の損失	124
6-3 蒸気アキュムレータからの発生蒸気量	126
6-4 蒸気加熱装置における空気混入の障害と空気抜きの効果 (その1)	128
6-5 蒸気加熱装置における空気混入の障害と空気抜きの効果 (その2)	130
7. 復水利用, ブローに関するノモグラフ	133
7-1 復水回収による燃料消費量の低減	134
7-2 ブロー量の適正化による燃料消費量の低減	136
7-3 ブロー水からの熱回収	138
7-4 ブロー水からのフラッシュ蒸気	140

資料編

1. 蒸気表	144
2. ボイラの給水及びボイラ水の水質	146
3. 省エネルギー法による空気比と廃ガス温度	152
4. 熱回収システムについて	156
5. 熱交換器の伝熱面積	162
6. 省エネ法による年間エネルギー使用量の算出について	166
7. 工場から発生する温室効果ガス (CO ₂) 排出量の算出方法について	170

本書の利用方法

本ノモグラフ集にはボイラーの省エネルギー対策の実施に役に立つノモグラフを約90点掲載しています。ノモグラフを“すぐに役に立てたい”という方々のために、利用分野別ノモグラフ一覧表を作成しました。

本表は[蒸気発生]，[蒸気輸送]，[蒸気使用]，[復水及びブロー利用]の4分野に，また，蒸気発生に関しては，[燃料]，[燃焼]，[効率]，[運用]の4項目に区分してあります。

本表を利用して該当する項目から必要なノモグラフを選択し，利用して下さい。

利用分野別ノモグラフー一覧表

No.	タイトル	蒸気発生				蒸気 輸送	蒸気 使用	ドレン 利用	備考
		燃料	燃焼	効率	運用				
1-1	燃料油の密度	○							
1-2	燃料油の発熱量	○							
1-3	燃料油の粘度	○							
1-4	都市ガスの性状	○							
2-1	空気の組成		○						
2-2	空気中の水分		○						
2-3	燃焼用空気の酸素濃度		○						
2-4	温度と湿度による空気体積の変化		○						黒煙の発生
2-5	排ガス中のO ₂ 及びCO ₂ 濃度		○						
2-6	空気比と排ガス中の水分		○						
2-7	空気比と排ガス中の水分による水露点		○						
2-8	排ガス中のSO _x と酸露点		○						
2-9	単体ガスの比熱		○						
2-10	ボイラー排ガスの比熱		○						
3-1	ボイラーの排ガス熱損失率			○					
3-2	伝熱面堆積物による燃料の使用増加			○					
3-3	ボイラー蒸発倍数とボイラー効率の関係			○					
3-4	燃焼用空気予熱による燃料消費量低減			○					
3-5	給水温度上昇による燃料消費量の削減			○					
3-6	潜熱回収によるボイラー効率の向上			○					
3-7	煙突出口における白煙の発生条件			○					白煙の発生
3-8	水注入による燃料消費量の変化			○					ばいじん・NO _x
4-1	壁面からの放散熱量				○				
4-2	ボイラー本体からの放熱損失				○				
4-3	発生蒸気の乾き度とボイラー効率				○				
4-4	ボイラーの連続運転と間欠運転における効率の比較				○				
4-5	スケールの付着量と管壁温度				○				
4-6	通風負荷と消費動力				○				
5-1	蒸気配管における裸管からの放熱量					○			
5-2	熱量単価 [円/(kW・h)]					○			
5-3	保温した配管からの放熱量					○			
5-4	蒸気配管におけるドレン発生量					○			
5-5	蒸気配管における過熱度の変化					○			
5-6	蒸気配管の経済保温厚さ					○			
5-7	蒸気配管の経済保温厚さ(冷房負荷を考慮)					○			
5-8	蒸気配管における圧力損失					○			
6-1	背圧タービンによる発電						○		
6-2	蒸気漏れによる燃料の損失						○		
6-3	蒸気アキュムレータからの発生蒸気量						○		
6-4	蒸気加熱装置における空気混入の障害と空気抜き の効果(その1)						○		
6-5	蒸気加熱装置における空気混入の障害と空気抜き の効果(その2)						○		
7-1	復水回収による燃料消費量の低減							○	
7-2	ブロー量の適正化による燃料消費量の低減							○	
7-3	ブロー水からの熱回収							○	
7-4	ブロー水からのフラッシュ蒸気							○	