

## 業務用ボイラにおけるエタノール燃料の普及について

### 1. エタノール混焼方法別の対応方向の整理

- ・ 業務用ボイラにおけるエタノール混焼への対応方法としては、ボイラに新たにエタノール供給系統を追設してエタノール混焼を行う 2 系統燃料供給方式と、予めエタノールと灯油・重油を混合した燃料を従来の灯油・重油の代わりに利用する 1 系統燃料供給方法が挙げられる。
- ・ 2 系統燃料供給方式については、設備対応の方法により、三流体バーナーによるエタノール混焼、エタノール専焼バーナーの追設、エマルジョン化による混合燃焼の 3 つの方式に分類される。

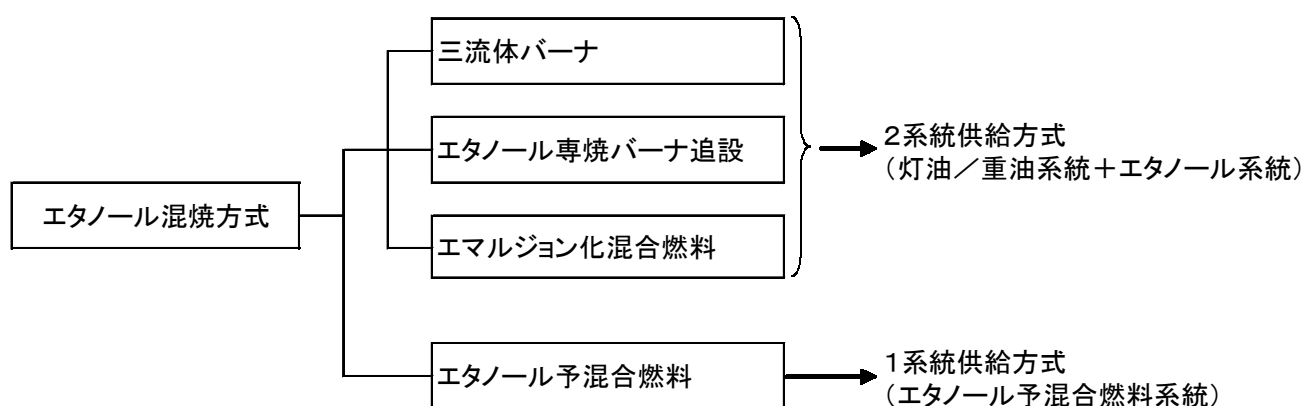


図 1 業務用ボイラにおけるエタノール混焼方法の分類

- ・ 業務用ボイラにおけるエタノール混焼方法別に技術面、経済面、制度面からみた対応の方向を表 1 に整理する。

表 1 業務用ボイラにおけるエタノール混方法別の対応の方向の比較

区 分		2 系統燃料供給方式	1 系統燃料供給方式
技術面	設備変更	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ バーナー追加・交換、燃料系統の追加、エタノール用タンク、ミキサー等の設備改造が必要である。</li> <li>・ 三流体バーナー、エタノール用バーナー追加、エマルジョン化混合の三つの方法があるが、三流体バーナーへの交換やエタノール用バーナーの追加については、設備規模のある程度大きいボイラに限られる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存設備で使用する場合には、バーナーチップの交換等の部品交換で対応可能とみられる。</li> </ul>
	メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 改造部分については、メンテナンス等が追加的に必要となる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大規模な設備変更を伴わないため、ユーザー側での追加的メンテナンス等は必要ない。</li> </ul>
	スペース	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 新規のエタノール用タンクを設置するスペースが必要である。</li> <li>・ 新たに追加されるエタノール供給系統（配管・ミキサー等）のためのスペースが必要となる場合がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 追加スペースは必要ない。</li> </ul>
	設備材質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ タンク、燃料系統、バーナーはエタノール用のものが使用される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存設備で使用する場合には、粘度、潤滑性、シール性の面での影響について確認する必要がある。</li> <li>・ 混合状態でユーザー側に供給されるため、貯蔵安定性が求められる。</li> </ul>
経済面		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設備改造を行う場合、機器購入及び工事費が必要となる。</li> <li>・ 混焼対応機器を新規購入する場合は、改造に比べてコスト増加は抑えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 部品交換代で対応可能である。</li> <li>・ 新規設備の場合は、追加コストは発生しない。</li> </ul>
制度面		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エタノール貯蔵により、危険物取扱者が必要となる場合がある。</li> <li>・ 設備改造が特殊な場合、ボイラ技士によるメンテナンス等が必要となる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 消防法上の分類は予混合燃料の危険物確認試験の結果によると考えられる。</li> </ul>

- ・ 1 系統燃料供給方式で使用する予混合燃料に関する確認事項を以下に整理する。

表 2 1 系統燃料供給方式のエタノール予混合燃料に関する確認事項の一覧

区 分	確認事項
エタノール混合方法の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 混合設備・装置の検討 →エタノールと灯油・重油の混合に適した設備（ミキサー）について検討する</li> <li>・ 安定化剤混合の検討 →混合状態を長期安定させるための安定化剤の種類及び必要量について検討する</li> </ul>
燃料性状の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 粘度 →ポンプ昇圧、制御弁特性、チップ流量特性への影響について確認する。</li> <li>・ 潤滑性 →ポンプ摩耗への影響について確認する。</li> <li>・ シール性 →シール材への影響について確認する。</li> <li>・ 引火点 引火点の試験を行い、消防法上の分類を確認する。</li> </ul>
ボイラ設備側での対応の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 部品交換等に関する確認 →燃料性状の確認結果に基づき、既設ボイラで混合燃料を使用する際に必要となる部品交換対応の有無等について確認する。</li> </ul>

## 2. 業務用ボイラにおけるエタノール混焼の普及シナリオ

### (1) 2系統燃料供給方式シナリオ案

#### 導入シナリオ案

- ・ 既存の灯油・重油流通ルート、又は別の流通ルートにて純エタノールを需要側に販売する。
- ・ 需要側では、灯油又は重油の供給系統に加え、エタノール専用供給系統を追設し、ボイラに対して2系統で燃料を供給する。

#### 留意事項

- ・ エタノールの流通ルートとしては、製油所・油槽所でストックされているエタノールを専用ローリーで販売するルートと、新たに構築されることが予想されるエタノール専用の流通ルートで販売する2つが考えられる。
- ・ 需要側の設備対応が必要となり、規模の大きいボイラを有する事業所での対応が中心と考えられる。

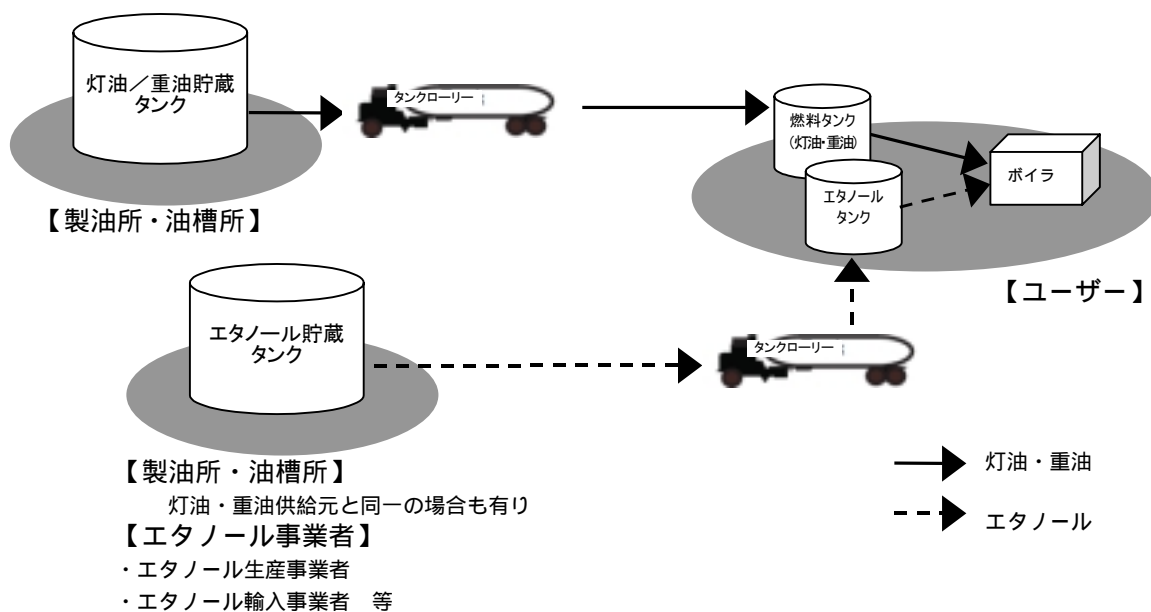


図2 2系統燃料供給方式におけるエタノール供給方法

## (2) 1 系統燃料供給方式シナリオ案

### 導入シナリオ案

- ・ 国産エタノール及び輸入エタノールを製油所・油槽所にて灯油及び重油にブレンドし、エタノール予混合燃料として既存の灯油・重油流通ルートにて需要側に販売する。
- ・ 需要側は、ボイラに対し 1 系統で燃料を供給する。

### 留意事項

- ・ 製油所・油槽所では、エタノール混合ガソリンの生産に加え、エタノール混合灯油・重油を生産することになるが、エタノール混合ガソリンと生産設備の共有化が可能と考えられる。その場合、エタノール 10% 混合ガソリン ( E 10 ) 供給開始までの間、生産設備の余力の有効活用が図れる。
- ・ 需要側の対応設備の負担が少なく、比較的小規模のボイラ・事業所での対応も可能である。

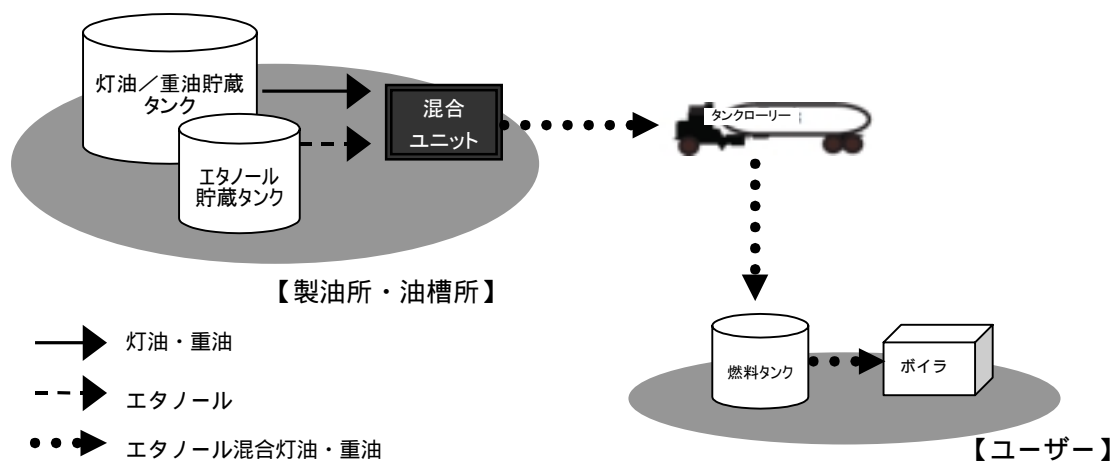


図 3 1 系統燃料供給方式におけるエタノール供給方法

### (3) 燃料の普及シナリオ

- ・ 業務用ボイラにおけるエタノール燃料については、灯油・重油からの都市ガス転換を考慮しつつ、ボイラ機器の更新にあわせて導入を図る。
- ・ ボイラ等の実耐用年数を 15 年とすると、毎年約 6.7%のボイラ等設備が更新されることから、更新によって新たに設置されたボイラが消費する灯油・重油を対象としてエタノール燃料の普及を行う。
- ・ E3 と同じように 2004 年度に一部地域においてパイロット事業を実施し、混焼方法に応じた技術面等での対応の手法を確認し、その結果を評価して 2005 年度以降に普及拡大を図ることが考えられる。
- ・ エタノール供給量に左右されると考えられるが、ここでは 2005 年度以降については、ボイラの更新が終わる 2019 年度を目処として段階的な普及拡大を図ると想定する。
- ・ 業務用ボイラのエタノール混合灯油・重油の普及のイメージ及びエタノール消費量の計算値を図 4 及び表 3 に示す。なお、灯油・重油を燃料とする業務用ボイラのうち、特に天然ガスを主成分とする都市ガスの供給区域内に設置されているものについては、設備更新の際に都市ガスへの燃料転換が図られていくことから、エタノール燃料の普及の際には、あわせて都市ガス転換を推進することが重要と考えられる（図 5）。

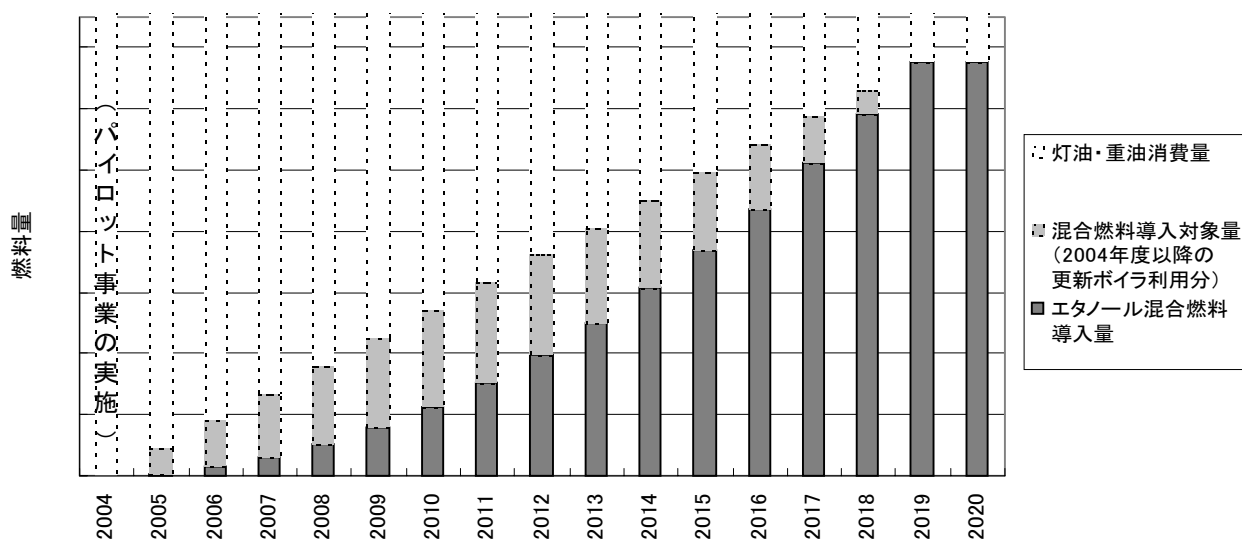
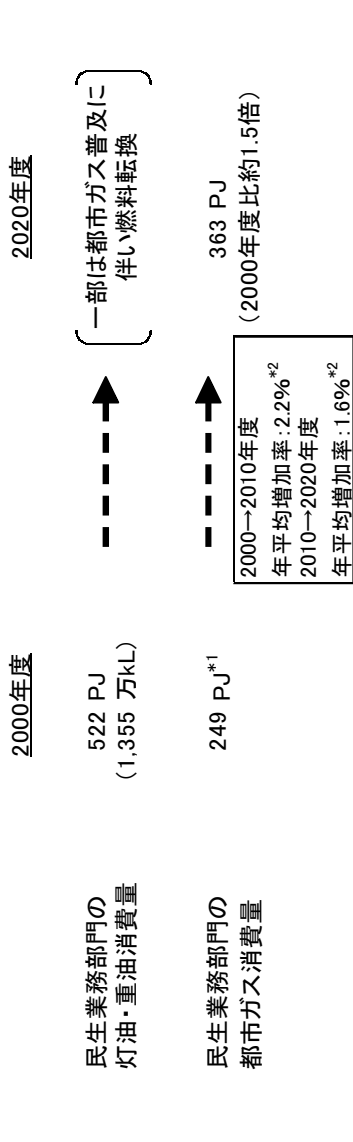


図 4 業務用ボイラ用のエタノール混合灯油・重油の普及のイメージ

表3 エタノール混合灯油・重油の導入対象量及びエタノール消費量

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
灯油・重油消費量[万kL]	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355
混合燃料導入対象量[万kL] (2004年度以降の更新ボイラ利用分)	90	181	271	361	452	542	632	723	813	903	994	1,084	1,174	1,265	1,355	1,355
エタノール混合燃消費量[万kL]	対象量の25%	25	50	75	99	124	149	174	199	224	248	273	298	323	348	373
	対象量の50%	50	100	149	199	249	298	348	398	447	497	547	596	646	696	745
	対象量の75%	74	149	224	298	373	447	521	596	671	745	820	894	969	1,044	1,118
	対象量の100%	99	199	298	397	497	596	695	795	894	993	1,093	1,192	1,291	1,392	1,491
エタノール消費量[万kL]	対象量の25%	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
	対象量の50%	10	20	30	40	50	60	70	80	89	99	109	119	129	139	149
	対象量の75%	15	30	45	60	75	89	104	119	134	149	164	179	194	209	224
	対象量の100%	20	40	60	79	99	119	139	159	179	199	219	238	258	278	298



\*1 都市ガスについては、空調用、給湯用の他に厨房用を含む  
 \*2 エネ研長期見通しにおける商業用都市ガス需要の見通し(2002年11月発表)

図5 業務部門における灯油・重油及び都市ガスの消費量実績と都市ガスの普及見通し

## （参考）業務用ボイラにおけるエタノール混焼の CO<sub>2</sub> 削減費用対効果の試算

### (1) 業務用ボイラにおけるエタノール混焼の CO<sub>2</sub> 削減費用対効果の試算結果

- ・ 一般的な業務用ボイラにおいて、エタノール混合重油を用いる場合の CO<sub>2</sub> 削減に係る費用対効果の試算を行った。
- ・ 試算の対象期間は業務用ボイラの耐用年数を考慮して 15 年間とし、期間中の CO<sub>2</sub> 削減効果の合計及び A 重油の販売価格の変化分の総額を用いて試算を行う。

CO<sub>2</sub> 削減効果：エタノール混焼による A 重油消費量削減に伴う CO<sub>2</sub> 削減量

CO<sub>2</sub> 削減費用：エタノール混焼による A 重油販売価格の変化分

A 重油 1L と等価の発熱量の A 重油混合燃料は 1.101L であることから、エタノール混焼に伴い灯油・重油の販売量が増加する。このため、重油販売価格の変化分は、エタノールの価格との関係によるものに加え、このエタノール混焼に伴う重油販売量増加によるものも含めて試算を行っている。ボイラの更新にあわせてエタノール混焼を開始するものとし、追加的な設備費用は発生しないものとする。

ここでは灯油・重油用エタノール流通設備に係る費用は計上していない。2 系統燃料供給方式の場合、エタノール混合ガソリン対応費用の一部が灯油・重油混燃用エタノール価格に転嫁されることとなる。1 系統燃料供給方式の場合、灯油 / 重油へのエタノール混合設備等に伴う追加的な対応費用が発生し、灯油・重油混燃用エタノール価格に転嫁されることとなる。

- ・ また、A 重油から都市ガスへ燃料転換する場合についても CO<sub>2</sub> 削減の費用対効果を試算する。
- ・ 試算の結果は次のとおりである。

業務用ボイラにおけるエタノール混焼の CO <sub>2</sub> 削減費用対効果：11,000 円/t-CO <sub>2</sub>
---

- ・ なお、同一ボイラについて A 重油から都市ガスへ転換する場合の CO<sub>2</sub> 削減費用対効果は 20,000 円/t-CO<sub>2</sub> となる。ただし、この計算値は、都市ガス価格を 50 円/Nm<sup>3</sup> と設定した場合であり、大口需要家やコジェネのように、より低価格で契約される場合は考慮されていないものである。

表 4 業務用ボイラにおけるエタノール混焼の CO<sub>2</sub>削減費用対効果の試算内訳

時期	年目]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
割引率	[%]	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
割引因子	[-]	0.962	0.925	0.889	0.855	0.822	0.790	0.760	0.731	0.703	0.676	0.650	0.625	0.601	0.577	0.555
重油消費量	[L]	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838	118,838
混合A重油消費量	[L]	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815	130,815
エタノール消費量	[L]	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163	26,163
CO <sub>2</sub> 削減量	[tCO <sub>2</sub> ]	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
CO <sub>2</sub> 削減量(累積値)	[tCO <sub>2</sub> ]	37.5	75.0	112.5	150.0	187.5	225.0	262.5	300.0	337.5	375.0	412.5	450.0	487.5	525.0	562.5
エタノール卸売価格 <sup>*1</sup>	[円/L]	50.0	41.6	43.7	41.8	30.0	30.0	30.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
混合A重油価格	[円/L]	35.0	33.3	33.7	33.4	31.0	31.0	31.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
混合A重油とA重油の販売差額	[円]	1,013,385	791,000	843,326	804,081	490,125	490,125	490,125	359,310	359,310	359,310	359,310	359,310	359,310	359,310	359,310
燃料費用負担分の現在価値	[円]	974,876	731,675	749,717	687,489	402,883	387,199	372,495	262,656	252,595	242,894	233,552	224,569	215,945	207,322	199,417
CO <sub>2</sub> 削減費用(累積)	[円]	974,876	1,706,551	2,456,268	3,143,757	3,546,640	3,933,839	4,306,334	4,568,990	4,821,585	5,064,479	5,298,031	5,522,600	5,738,545	5,945,867	6,145,284
CO <sub>2</sub> 削減費用対効果	[円/tCO <sub>2</sub> ]	25,997	22,754	21,833	20,958	18,915	17,484	16,405	15,230	14,286	13,505	12,844	12,272	11,771	11,325	10,925
(参考:都市ガス転換時)																
都市ガス転換時の消費量	[Nm <sup>3</sup> ]	113055	113055	113055	113055	113055	113055	113055	113055	113055	113055	113055	113055	113055	113055	113055
都市ガスCO <sub>2</sub> 削減量	[tCO <sub>2</sub> ]	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
都市ガスCO <sub>2</sub> 削減量(累積値)	[tCO <sub>2</sub> ]	75.8	151.6	227.4	303.2	379	454.8	530.6	606.4	682.2	758	833.8	909.6	985.4	1061.2	1137
都市ガス価格 <sup>*2</sup>	[円/Nm <sup>3</sup> ]	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
都市ガスとの販売差額	[円]	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610	208,7610
燃料費用負担分の現在価値	[円]	2,008,281	1,931,039	1,855,885	1,784,907	1,716,015	1,649,212	1,586,584	1,526,043	1,467,590	1,411,224	1,356,947	1,304,756	1,254,654	1,204,551	1,158,624
CO <sub>2</sub> 削減費用(累積)	[円]	2,008,281	3,939,320	5,795,205	7,580,112	9,296,127	10,945,339	12,531,923	14,057,966	15,525,556	16,936,780	18,293,727	19,598,483	20,853,137	22,057,688	23,216,312
CO <sub>2</sub> 削減費用対効果	[円/tCO <sub>2</sub> ]	26,494	25,985	25,485	25,000	24,528	24,066	23,618	23,183	22,758	22,344	21,940	21,546	21,162	20,786	20,419

\*1 資料 2 における国産・輸入エタノール価格及び供給量を用い、E3 供給量中のエタノールについてそれぞれで加重平均して算出(2005～2019年度)

\*2 ボイラ使用時の業務用契約を想定して設定

(2) 業務用ボイラにおけるエタノール混焼の CO<sub>2</sub> 削減費用対効果に係る試算条件

発熱量及び CO<sub>2</sub> 排出源単位

A 重油発熱量：31.1MJ/L、エタノール発熱量：21.1MJ/L、

都市ガス発熱量：46.1MJ/Nm<sup>3</sup>

A 重油 CO<sub>2</sub> 排出源単位：71.2g-CO<sub>2</sub>/MJ、都市ガス CO<sub>2</sub> 排出源単位：51.3g-CO<sub>2</sub>/MJ

ボイラ機器設定

- ・ 業務用ボイラ規模については、簡易ボイラの規模（0.1～1t/h）や小型貫流ボイラの規模（1～2t/h）を踏まえて、設備能力 1t/h とした。
- ・ ボイラ効率については 85%とし、年間 1,750 時間稼働するものとした。

表 5 業務用ボイラの設備諸元及び稼働時間の設定

項 目	設定値	備 考
ボイラ能力 (kW 換算能力)	1 t/h (630 kWt)	簡易ボイラ・小型貫流ボイラの規模を想定
ボイラ効率	85 %	一般的なボイラ効率
稼働時間	1,750 h/年	1,750h/年=7h/日×250 日/年

エタノール価格

- ・ エタノール卸売価格については、資料 2 の E3 の CO<sub>2</sub> 削減に係る費用対効果の試算条件を適用するものとし、2005 年度から耐用年数の 15 年後に当たる 2019 年度の価格を用いる。価格については、E3 普及の国産・輸入エタノール価格及び供給量を用い、E3 供給量中のエタノール価格からそれぞれの量で加重平均して算出した。

重油価格及び石油税等

- ・ A 重油小売価格は 30 円/L（税込み価格 32 円/L）に設定。エタノール 20%混合の場合は、エタノールの卸売価格＋流通コスト（5 円/L）によりエタノールの価格を計算し、これが 20%、灯油・A 重油が 80%とする。

国内エタノール流通コスト：5 円/L として試算（運賃・貯蔵費用を含む）

表 6 各燃料価格の内訳(諸税除く)

		単価 (円/L)	備 考
A 重油	原油価格	21	平成14年度A重油CIF単価(出所:財務省貿易統計)
	販売費用	9	ローリー販売時の精製費・運賃・貯蔵費(出所:独立系ガソリンスタンド経営会社資料)
	計	30	
エタノール	卸売価格	50～25	資料2における国産・輸入エタノール価格及び供給量を用い、E3供給量中のエタノールについてそれぞれの量で加重平均して算出(2005～2019年度)
	販売費用	5	運賃・貯蔵費用(出所:独立系ガソリンスタンド経営会社資料)
	計	55～30	

#### 費用の算定方法

- ・ CO<sub>2</sub>削減費用については、通常、ある一定期間にわたる事業に関する費用便益分析や費用効果分析に用いられる割引率を用いて、期間中の費用をすべて現在価値額に換算して計上する。

(費用の現在価値額)

$$= \{ (t \text{ 年後に発生する費用}) / (1 + (\text{割引率}))^{t \text{ 年}} \} - (\text{設備の残存価値})$$

- ・ 評価期間は、設備等の耐用年数 2004 年度を開始年度とし、15 年後の 2020 年度までを評価期間とする。公共事業等における費用効果分析においては、通常、費用効果分析の対象となる(社会)資本の耐用年数を考慮して評価期間を設定していることになった。
- ・ 割引率については、通常、3%～5%と設定されることが多いと考えられるが、国土交通省の事業評価手法検討会等で示されている「公共事業の費用便益分析に関する技術指針(仮称)案」において、公共事業評価の費用便益分析に用いる割引率を全事業で 4%を適用するものとしていることになり、エタノール混焼の費用対効果の試算においても割引率を 4%に設定する。

#### 都市ガスに係る試算条件

- ・ 都市ガスの発熱量、CO<sub>2</sub>排出源単位、価格については次のように設置した。

都市ガス発熱量：46.1MJ/Nm<sup>3</sup>

都市ガス CO<sub>2</sub>排出源単位：51.3g-CO<sub>2</sub>/MJ.

都市ガス価格：50 円/Nm<sup>3</sup>(ボイラ使用時の業務用契約を想定して設定)

- ・ ボイラ機器諸元及び稼働時間については、エタノール混合燃料使用時と同じ条件とした。
- ・ なお、エタノール混合燃料使用時と都市ガス使用時の年間当たりの燃料消費量及び CO<sub>2</sub>削減量は表 7 のとおりである。

表 7 エタノール混合燃料使用時と都市ガス使用時の燃料消費量及び CO<sub>2</sub>削減量の比較

	エタノール混合燃料	都市ガス
燃料消費量	131 [kL/年]	113 [千Nm <sup>3</sup> /年]
CO <sub>2</sub> 削減量	37.5 [tCO <sub>2</sub> /年]	75.8 [tCO <sub>2</sub> /年]