

参考資料－４ 事業方式及び関連法規資料

(添付資料)

資料４－１ 各事業方式の特徴・役割分担の比較表

資料４－２ 要求水準書に記載する項目の例（固形燃料化技術）

資料４－３ 要求水準書に記載する項目の例（バイオガス利用技術）

資料４－４ 関連法規資料

資料4-1 各事業方式の特徴・役割分担の比較表

項目	公設公営方式		公設民営方式		民設民営方式
	従来方式	DB方式	DBO方式	DB+O方式	PFI(BTO)方式
発注方式	仕様分離発注	性能発注+仕様発注	性能一括発注	性能一括発注	性能一括発注
事業方式の概要	現状の下水処理場の実施方式に同じく、設備を自治体が所有し運営管理は直営とするが、設備の設計、建設、運転・維持管理を業者に外部委託する方式。	設備を自治体が所有し、運営管理は直営とするが、設備の設計・建設を一括して燃料化事業会社に発注し、運転・維持管理を業者に外部委託する方式。	設備は自治体が所有するが、燃料化事業会社に設備の建設・運転・維持管理、燃料の輸送・販売など、一切の業務運営を一括して発注し、事業全体への責任を負わせる方式。	基本的にはDBO方式と同じ内容であるが、設計・建設の委託と、施設の運転・維持管理業務(燃料の輸送・販売を含む)とを別途契約する方式。(事業全体への責任を負わせる点では同じ。)	設備は自治体が所有するが、燃料化事業会社が資金調達を行い、設備の建設・運転・保守管理、燃料の輸送・販売など、一切の業務運営を一括して実施し、事業全体への責任を負う方式。
具体的な役割等	事業主体	自治体	自治体	自治体	民間
	設計	自治体	自治体 (民間主体)	自治体 (民間主体)	民間
	建設	自治体	自治体 (民間主体)	自治体 (民間主体)	民間
	運営	自治体	自治体 (民間主体)	自治体 (民間主体)	民間
	資金調達	自治体	自治体	自治体	自治体と民間 (サービス購入型)
	所有権	自治体	自治体	自治体	自治体 (施設建設後に譲渡)
	運営管理委託期間	単年度	単年度	複数年度 (事業期間)	複数年度 (事業期間)
事業者選定方式	一般競争入札	総合評価一般競争入札方式 (一般公募型プロポーザル方式も可)	総合評価一般競争入札方式、又は一般公募型プロポーザル方式	総合評価一般競争入札方式、又は一般公募型プロポーザル方式	総合評価一般競争入札方式、又は一般公募型プロポーザル方式
特徴 (<input type="checkbox"/> 長所 <input checked="" type="checkbox"/> 短所)	<input type="checkbox"/> 設計、建設、運転、維持管理に一定の質が期待できる。 <input checked="" type="checkbox"/> 個々の業者のノウハウ、専有技術によるものであるため、詳細設計が困難。 <input checked="" type="checkbox"/> 事業の継続性を担保するには燃料購入業者に長期利用義務を負わせる必要があるが、本方式ではそれが出来ず、事業の継続性が損なわれる可能性がある。 <input checked="" type="checkbox"/> 事業運営の効率性が期待出来ない。	<input type="checkbox"/> 設計・建設の一括発注により、民間の創意工夫が期待できる。 <input checked="" type="checkbox"/> 自治体が燃料化汚泥の引取先を確保する必要があるが、単独で確保するのが困難である。 <input checked="" type="checkbox"/> 事業運営の効率性が期待出来ない。	<input type="checkbox"/> 設計～維持管理運営までの事業全体への責任を負わせることで、民間企業の創意工夫やノウハウの活用により、事業の運営、財政面での効率化が期待できる。 <input type="checkbox"/> リスクを官民に適正に分担することで、リスク回避ができる。	<input type="checkbox"/> 設計～維持管理運営までの事業全体への責任を負わせることで、民間企業の創意工夫やノウハウの活用により、事業の運営、財政面での効率化が期待できる。 <input type="checkbox"/> リスクを官民に適正に分担することで、リスク回避ができる。 <input checked="" type="checkbox"/> 資金調達の際に、借入金利が高くなる(リスクが上乘される)ため、事業規模によってはVFMが出ない場合がある。 <input checked="" type="checkbox"/> PFI法に則った事業契約となるため、専門的な知識が求められ、事業着手までの期間が他方式よりも長くなる。	

※ 具体的な役割等における着色箇所は、民間業者が関与する箇所を表している

※ 民設民営方式のPFIについては、BOTは税制上不利となるため、BTOを比較対象として設定した。

資料 4 - 2 要求水準書に記載する項目の例（固形燃料化技術）

1-1. 概要

- (1) 事業目的
- (2) 事業名
- (3) 事業期間
- (4) 事業概要
- (5) 整備運営方針
- (6) 事業者の責任
- (7) 施工場所及び事業用地範囲
- (8) 敷地の立地条件等
- (9) 敷地の立地条件等
- (10) 全体計画

1-2 基本的な条件

- (1) 用語の定義
- (2) 処理能力
- (3) 汚泥固形燃料化技術
- (4) 温室効果ガス CO₂ 排出量
- (5) 事業範囲の分担
- (6) 事業者による許認可、届出等
- (7) 公害防止基準
- (8) 関係法令等の遵守
- (9) 基準、指針、仕様書等
- (10) 環境への配慮
- (11) モニタリングの実施

2-1 設計及び施工

- (1) 事前調査
- (2) ユーティリティ条件
- (3) 設計に関する一般的事項
- (4) 施工に関する一般的事項
- (5) 特記事項

2-2 設計に関する要求水準

- (1) 業務内容
- (2) 性能に関する要求水準

脱水汚泥の供給方法、脱水汚泥の量及び性状、燃料化物の規格、本施設から発生する臭気の処理、副製造物の抑制、計画稼働日数

(3) 施設に関する要求水準

本施設における材料及び機器仕様、本施設に対する景観壁仕様、計 量、施設規模、編成、消化槽加温用温水の回収、ユーティリティ、施設の安定運転、施設の安全対策、施設敷地内の衛生管理

(4) 設計図書の提出

2-3 施工に関する要求水準

- (1) 業務内容
- (2) 施工条件
- (3) 本施設の施工
- (4) 施工に関する一般的事項
- (5) 性能確認事項
- (6) 試運転及び性能試験
- (7) 試運転における立会検査に関する要求水準

3-1 維持管理及び運営

- (1) 目的
- (2) 維持管理及び運営時のユーティリティ条件
- (3) 有資格者の配置等
- (4) 対象施設

3-2 施設の維持管理及び運営に関する要求水準等

- (1) 業務内容
- (2) 業務書類等
- (3) 予定処理量及び汚泥性状
- (4) 脱水汚泥の受け入れ
- (5) 計 量
- (6) 燃料化物の買取り
- (7) 副製造物の処分
- (8) 事業終了時の施設機能の確認
- (9) 性能未達の場合の対応

資料 4 - 3 要求水準書の例（バイオガス利用技術）

1 事業の運営に関する事項

(1) 事業対象箇所

(2) 供給に関する条件

バイオガス(バイオガス供給量、成分、バイオガスに関する条件、使用圧力、期間、時間帯、単価、バイオガス以外の燃料利用)、電力供給に関する条件(電力供給能力、供給電圧、配線方式、回線数、周波数、期間、時間帯、供給電力単価)、安全燃焼装置の使用基準、系統関係に関する条件、ユーティリティに関する条件、上水、下水等

2 更新建設工事に関する事項

(1) 更新対象範囲

(2) 更新建設期間

(3) 既設発電設備の取扱

(4) 取合点及び計量点等に関する条件

(5) 仕様に関する条件

(6) 耐震に関する条件

(7) 更新建設期間中の現場事務所及び資材置場

(8) 試運転に関する条件

(9) 設計図書及び完成図書に関する条件.

3 運営・維持管理に関する事項

(1) 運営・維持管理の範囲

(2) 運営・維持管理の体制

(3) 運営・維持管理の水準

(4) 既設発電設備の維持管理について

(5) 運営・維持管理に関するその他の留意事項

4 その他の事項

(1) 環境負荷対策に関する条件

(2) 保険に関する条件

(3) 官公署その他の関係機関に対する手続等

5 遵守すべき関係法令

資料 4 - 4 関連法規資料

汚泥の燃料化及びバイオガスエネルギー利用施設を設置するにあたっては、関連法規に準拠し、定められた期日内に許可申請や届出書類等を提出する必要がある。

固形燃料化施設及びバイオガスエネルギー利用施設の設置に関連する法規とその届出等を表に示す。

特に、バイオガスを一般事業者に供給する場合は、準用ガス事業者となるため、ガス事業法の適用を受けるほか、用途地域における建築制限に留意する必要がある。

表資-4.1 関連法規資料（固形燃料化施設設備設置に伴う関係法令等）

法律名	整理番号	書類名称	条項等	対象設備	提出先	提出期限	基準・経過措置	別表で規定するもの
消防法	消 1	確認申請書(工作物)	法第88条第1項	サイロ>8m以上・その他の処理施設	消防局・都道府県建築士事務所	事前説明報告は建築物確認申請の20日前	確認申請受理後20日以上で認可の通知を受領	-
	消 2	工事整備対象設備等着工届出書	施行規則第33の18	下水汚泥燃料化建屋	消防署長	工事開始の10日前	前号に該当しない(15)次号上で300m ² 以上の場合	施行令別表第1に該当するもの
	消 3	消防計画作成届出書	施行規則第3条	再生資源燃料(下水汚泥燃料)	消防署長	随時(管理権限者の指示後)	消防法第8条、施行令第4条	別記様式第1号の2
消防法(火災予防条例)	消予 1	消防用設備等の設置・維持	法第17条	再生資源燃料(下水汚泥燃料)	消防署長	-	消防法施行令第13条、危険物政令別表第4に該当(水噴霧消火設備等を設置すべき防火対象物)	水噴霧消火設備・泡消火設備・又は全域放出式の不活性ガスを総称する設備
	消予 2	防火管理者選任届出書	予防条例第42条の2	事業場	消防署長	選任後遅滞なく	収容人員50人以上のもの(施行令第1条の2の3の2)	施行規則第4条別記様式第1号の2の2
	消予 3	消防用設備等設置届出書	予防条例第43条の2	事業場	消防署長	工事完了後4日以内	収容人員50人以上のもの(施行令第1条の2の3の2)	施行規則第31の3様式第1号の2の3
	消予 4	指定可燃物の貯蔵届出書	予防条例第46条	再生資源燃料(下水汚泥燃料)	消防署長	あらかじめ	別表-7で定める数量お5倍以上(指定数量:1,000kg)	消防法第9条の4 様式第16号
	消予 5	少量危険物等の貯蔵届出書	予防条例第46条	燃料油及び潤滑油等	消防署長	あらかじめ	指定数量の1/5以上	灯油・軽油指定数量:1,000ℓ 重油指定数量:2,000ℓ
	消予 6	少量危険物タンクの検査申請書	予防条例第47条	燃料油及び潤滑油等のタンク	消防署長	-	-	様式第16号の2
	消予 7	防火対象物使用開始届出所	予防条例第43条	事業場	消防署長	使用開始の7日前	-	様式第6号
	消予 8	火を使用する設備等の設置届出書	予防条例第44条	乾燥機・送風機	消防署長	使用開始の7日前	-	様式第7号
	消予 9	核燃料物質等の貯蔵・取扱届出書	予防条例第47条	再生資源燃料(下水汚泥燃料)	消防署長	使用開始の7日前	自然発火性物質及び禁水性物質	消防法第10条 様式第17条
	消予 10	電気設備設置届出書	予防条例第11条、第13条	変電設備・発電設備等	消防署長	使用開始の3日前	変電設備・発電設備・蓄電池設備	様式第8条
大気汚染防止法	大 1	ばい煙発生施設の設置の届出	法第6条第1項	ボイラー・内燃機関	都道府県知事	工事開始の60日前	経過措置:ばい煙発生施設となった日から30日以内	法施行令別表第11に該当するもの
	大 2	粉じん発生施設の設置等の届出	法第18条第1項	ベルトコンベア・ふるい	都道府県知事	工事開始の60日前	経過措置:ばい煙発生施設となった日から30日以内	法施行令別表第2に該当するもの
悪臭防止法	悪 1	環境保全協定・公害防止協定	-	アンモニアなど	市町村長	-	事故発生時の処置として、市町村長に通報し応急処置を講ずる	施行規則第2条、施行規則第3条、第1条悪臭防止法お22項目に該当するもの
水質汚濁法	水 1	特定施設の設置届出	法第5条第1項	有害物質	都道府県知事	工事開始の60日前	経過措置:ばい煙発生施設となった日から30日以内	施行令別表第11に該当するもの及び省令1条・別表11に該当するもの
騒音規制法	騒 1	特定施設の設置届出	法第6条第1項	空気圧縮機・送風機等	市町村長	工事開始の30日前	経過措置:ばい煙発生施設となった日から30日以内	施行令別表第11に該当するもの
振動規制法	振 1	特定施設の設置届出	法第6条第1項	指定地域に該当	市町村長	工事開始の30日前	経過措置:ばい煙発生施設となった日から30日以内	施行令別表第11に該当するもの
建築基準法	建 1	確認申請書(建築物)	法第6条第1項条第1項	下水汚泥燃料化建屋	消防局・都道府県建築士事務所	事前説明報告は建築物確認申請の20日前	確認申請受理後20日以上で認可の通知を受領	-
労働安全衛生法	労安 1	機械等設置届	法第88条第8条	下水汚泥燃料化設備	労働基準監督署長	使用開始の30日前	-	電気使用設備の定格容量の合計300KW以上
労働基準法	労 2	適用事業報告	施行規則第57条	事業場	労働基準監督署長	遅滞なく	事業を開始した場合	様式第23号の2

表資-4.2 関連法規資料（固形燃料化の受入・貯蔵・払出設備の設置に伴う関係法令等）

法律名	整理番号	書類名称	条項等	対象設備	提出先	提出期限	基準・経過措置	別表で規定するもの
電気事業法	電 1	工事計画書の事前届出	施行規則第65条	下水燃料受入・貯蔵・払出設備	市町村長	工事開始の30日前	燃料設備(別表第二)	廃棄物固形燃料の貯蔵設備の安全を確保するための装置の種類、能力、個数、取付箇所等を記載
	電 2	工事計画書の事前届出	施行規則第65条	廃棄物固形化燃料	市町村長		燃料設備(別表第四)	廃棄物固形化燃料
	電 3	工事計画書変更届出書	法第48条第1項	下水燃料受入・貯蔵・払出設備	経済産業大臣	工事開始の30日前	燃料設備(別表の二、三)	下水燃料受入・貯蔵・払出設備
	電 4	発電用火力設備に関する技術基準	法第69条	廃棄物固形化燃料*	経済産業大臣	工事開始の30日前	-	湿度測定装置
	電 5	発電用火力設備に関する技術基準	法第70条	廃棄物固形化燃料*	経済産業大臣	工事開始の30日前	-	温度測定装置
	電 6	発電用火力設備に関する技術基準	法第71条	廃棄物固形化燃料*	経済産業大臣	工事開始の30日前	-	気体濃度測定装置
	電 7	発電用火力設備に関する技術基準	法第72条	廃棄物固形化燃料*	経済産業大臣	工事開始の30日前	-	燃焼防止装置
	電 8	発電用火力設備に関する技術基準	法第73条	廃棄物固形化燃料*	経済産業大臣	工事開始の30日前	-	消火装置
	電 9	保安規定	法第42条第1項	事業場	経済産業大臣	仕様の開始前		施行規則第50条
	電 10	主任技術者選任届(電気主任技術者)	法第43条	電気主任技術者の選任		工事届け出前		
消防法	消 2	消防用設備等の設置、維持	法第17条	再生資源燃料(下水汚泥燃料)	都道府県知事	-	施行令第13条 危険物政令別表第4に該当(水噴霧消火設備等を設置すべき防火対象物)	水噴霧消火設備・泡消火設備・又は全域放出式の不活性ガスを総称する設備
	消 3	指定可燃物の貯蔵届出書	予防条例第46条	再生資源燃料(下水汚泥燃料)	都道府県知事	あらかじめ	別表-8で定める数量の5倍以上(指定するよう:1,000kg)	消防法第9条の4 様式第16条
騒音規制法	騒 1	特定施設の設置届出	法第6条第1項	空気圧縮機・送風機等	市町村長	工事開始の30日前	経過措置:特定施設となった日から30日以内	施行令別表第1に該当するもの
	騒 2	確認申請書(工作物)	法第88条第1項	サイロ>8m以上・その他の処理施設	市町村長	工事開始の30日前	経過措置:特定施設となった日から30日以内	-
工場立地法	工 1	特定工場新設(変更)届出書(一般用)	法第6条第1項	廃棄物固形化燃料	都道府県知事	工事開始の90日前	-	大気又は水質に関する公害の防止につき特に配慮が必要であると認められた地域「指定地域」はこの限りではない。

注)*平成16年政令第225号、数量1,000kg以上の再生資源燃料が、指定可燃物(汚泥燃料、固形燃料)として追加された。

再生資源燃料の廃棄物固形化燃料(RDF)は、成分構成から水便による発熱、または可燃性ガスの発生があるものとみなされているが、下水汚泥燃料がRDFと同様扱いとなれば、電気事業法および消防法の届出の対象となる。

表資-4.3 関連法規資料（バイオガス発電機の導入に伴う関係法令等）

法律名	整理番号	ガスエンジン			ガスタービン		書類名称	条項等	対象設備	提出先	提出期限	基準・経過措置	別表で規定するもの	
		10kW未満	10kW～1万kW以上	1万kW以上	1000kW未満	1000kW以上								
大気汚染防止法	大 1	○	○	○	○	○	ばい煙発生施設の設置の届出	法第6条第1項	ボイラー・内燃機関	都道府県知事	工事開始の60日前	経過措置：ばい煙発生施設となった日から30日以内	法施行令別表第1に該当するもの	
	大 2	○	○	○	○	○	固定内燃機関設置届出		Nox規制を行っている地方自治体の場合	都道府県知事				
電気事業法	電 1		○	●	○	●	工事計画書(変更)届出書	法第48条第1項	下水燃料受入・貯蔵・払出設備	経済産業大臣	工事開始の30日前			
	電 2		●	●	●	●	工事計画書の事前届出	施行規則第65条	下水燃料受入・貯蔵・払出設備	市町村長	工事開始の30日前	燃料設備(別表第二)	廃棄物固形燃料の貯蔵設備の安全を確保するための装置の種類、能力、個数、取付箇所等を記載	
	電 3		●	●	●	●	保安規定(変更)届出	法第42条第1項	事業場	経済産業大臣	使用開始前		施行規則第50条	
	電 4					●	使用前安全管理審査申請	法第49条第1項	事業場	経済産業大臣 あるいは 発電設備技術検査協会 理事長	審査の1か月前	30,000kWで届の提出先が異なる	施行規則第68条	
	電 5	○	○	○	○	○	溶接安全管理審査申請	法第52条	電気事業法適用の排熱ボイラ	発電設備技術検査協会 理事長	審査の1か月前			
	電 6					○	●	主任技術者選任届 (ボイラータービン主任技術者)	法第43条	電気主任技術者の選任	経済産業大臣	工事計画届出前		
	電 7		○	●	○	●	主任技術者選任届 (電気主任技術者)	法第43条	電気主任技術者の選任	経済産業大臣	工事計画届出前			
ガス事業法	ガ 1	○	○	○	○	○	機器設置報告書	施行規則第111条	ガス発生設備、ガスホルダーまたは主要な導管の設置または変更	経済産業大臣	当該施設設置または変更後20日以内			
	ガ 2	○	○	○	○	○	ガス主任技術者選任届	法第31条	ガス主任技術者の選任	経済産業大臣	選任後遅滞なく			
消防法	消 1	●	●	●	●	●	電気設備設置届出書	予防条例第12条、 第57条-7 等	非常用電源設備(自家発電設備)	消防署長	設置工事開始3日前			
	消 2		○	○	○	○	少量危険物貯蔵取扱届出書	予防条例第46条	燃料油及び潤滑油等	消防署長	あらかじめ	指定数量の1/5以上	灯油・軽油指定数量：200～1,000ℓ 重油指定数量：400～2,000ℓ	
	消 3		○	○	○	○	危険物貯蔵所設置許可申請	予防条例第46条	燃料油及び潤滑油等	消防署長	あらかじめ	指定数量以上	軽油：1,000ℓ以上 重油：2,000ℓ以上	
	消 4		○	○	○	○	危険物保安監督者選任届	予防条例48条の3	燃料油及び潤滑油等	消防署長	竣工前			
	消 5		○	○	○	○	消防用設備等設置届	法第17条	発電設備が防災用発電設備と兼用	消防署長	完工後4日以内		施行規則第31条	
	消 6		○	○	○	○	液化ガス貯蔵・取扱い開始届	法第9条の2	予備燃料としてLPG貯蔵量300kg以上	消防署長	あらかじめ			
建築基準法	建 1		○	○	○	○	確認申請書(建築物)	法第6条第1項条 第1項	コージェネレーション設備の建築物の建築・発電設備を建築基準法上の防火負荷(肺炎設備、非常尚三重等)の予備電源として兼用	消防局・都道府県知事	事前説明報告は建築物確認申請の20日前	確認申請受理後20日以上で認可の通知を受領	施行規則第1.2条(申請、通知の様式) 施行規則第4条(工事完了届の様式)	
	建 2		○	○	○	○	法第52条13項申請	法第52条13項		消防局・都道府県知事	建築確認申請の2か月前	容積率の緩和申請		
労働安全衛生法	労安 1		○	○	○	○	排熱ボイラ設置届出(報告)	法第10条、法第91条	発電用以外で同法施工令で定義されたボイラ(小型ボイラは設置報告)	労働基準監督署長	設置届：工事30日前 設置報告：あらかじめ	発生スチームの1/2以上が発電用に供される場合は、電気事業法の適用		
	労安 2		○	○	○	○	排熱ボイラ落成検査申請	法第14条	ボイラの設置および変更時(ただし検査省略の場合もある)	労働基準監督署長	検査の1か月前			

注)●：必ず提出が必要 ○：条件により提出が必要

参考資料－５ 燃料製品の安全性に関する資料

「再生資源燃料等の安全の確保に係る調査検討報告書」より抜粋

http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h19/190507-2/190427-2houdou_b2.pdf

第5章 再生資源燃料等製造施設等における危険要因と対策

5.1 再生資源燃料等の危険要因

(1) 危険性評価に基づく危険要因

第3章3-4-8「発生ガス分析」及び3-5「危険性評価」から、各再生資源燃料等の熱的危険性並びに発生水素の危険性について、RDF並びにRPFの危険性と比較するため、次のような方針で危険性を大まかに4段階に分けた。

<レベル分け方針>

①熱的危険性

- ・RDF・RPFを基準とした。
 - ・発熱温度・発熱量の評価点を合算し、その合算値を熱的危険性評価点とした。
- | | | |
|-------------|------|------|
| 合算値6以下 | ：危険性 | レベル0 |
| 合算値7以上9以下 | ：危険性 | レベル1 |
| 合算値10以上12以下 | ：危険性 | レベル2 |
| 合算値13以上 | ：危険性 | レベル3 |

②水素濃度

- | | | |
|--------------|------|------------------------|
| 濃度0.5%未満 | ：危険性 | レベル0 |
| 濃度0.5%以上1%未満 | ：危険性 | レベル1 |
| 濃度1%以上4%未満 | ：危険性 | レベル2 (爆発限界 1/4～爆発限界未満) |
| 濃度4%以上 | ：危険性 | レベル3 (爆発限界以上) |

表5-1-1に取り纏めた結果を示す。なお、熱的危険性欄中の数字は第3章3-5「危険性評価」における危険性評価点である。

表5-1-1 各種再生資源燃料等の熱的危険性及び水素濃度

凡例 危険性低い レベル0 レベル1 レベル2 レベル3 高い

再生資源燃料等の種類	熱的危険性（発熱温度/発熱量/合算値（評価点））						水素濃度（%）	
	水添加無し			水添加有り			水添加無し	水添加有り
	発熱温度	発熱量	合算値	発熱温度	発熱量	合算値		
1 木質ペレット （ホワイト）	8	1	9	8	2	10	1.0	2.0
	レベル1			レベル2			レベル2	レベル2
2 木質ペレット （パーク）	8	1	9	8	2	10	0.5	0.5
	レベル1			レベル2			レベル1	レベル1
3 油温減圧乾燥 汚泥	9	6	15	9	6	15	2.0 ^{*1}	2.0 ^{*1}
	レベル3			レベル3			レベル2	レベル2
4 高温炭化汚泥	5	3	8	6	5	11	0.5 ^{*1}	4.0 ^{*1}
	レベル1			レベル2			レベル1	レベル3
5 低温炭化汚泥	7	2	9	8	6	14	0.5	4.0 ^{*1}
	レベル1			レベル3			レベル1	レベル3
6 造粒乾燥汚泥	8	1	9	8	5	13	1.0	2.0
	レベル1			レベル3			レベル2	レベル2
7 C-RPF	7	2	9	7	2	9	1.0	1.0
	レベル1			レベル1			レベル2	レベル2
8 鶏糞	9	1	10	9	6	15	1.0	0.5
	レベル2			レベル3			レベル2	レベル1
9 石炭	8	2	10	8	2	10	2.0 ^{*1}	0.5
	レベル2			レベル2			レベル2	レベル1
10RPF	6	1	7	6	1	7	0	0
	レベル1			レベル1			レベル0	レベル0
11RDF	6	1	7	8	5	13	1.0	4.0
	レベル1			レベル3			レベル2	レベル3

*1 水素検知管の特性より、COガスとの干渉によって、測定水素濃度については、正確な濃度測定ができていない可能性がある。

更に、「熱的危険性」と「発生水素危険性」を合わせた「全体の危険性」についてレベル分けするため、横軸を「熱的危険性レベル」縦軸を「発生水素危険性（水素濃度レベル）」としてグラフ化し、取り纏めたものが図5-1-1である。

なお、当該各種燃料の「全体の危険性レベル」については、各危険性レベルの上位レベルと設定し、4段階に区分した。

↑ 水素濃度レベル	3			4	5 11
	2		①⑥⑦ ⑦⑪	①⑧⑨	③③ ⑥
	1		②④⑤	②	⑧
	0		⑩⑩	⑨	
		0	1	2	3
	熱的危険性レベル →				

図5-1-1 再生資源燃料等の危険性

囲み数字は再生資源燃料等の種類。

1 木質ペレット（ホワイト）、2 木質ペレット（パーク）、3 油温減圧乾燥汚泥、4 高温炭化汚泥

5 低温炭化汚泥、6 造粒乾燥汚泥、7 C-RPF、8 鶏糞、9 石炭、10 RPF、11 RDF

○数字：水添加無し、□数字：水添加有り

表5-1-1及び図5-1-1より、次のような知見が得られた。

- ① 熱的危険性並びに発生水素危険性については、当該燃料の主に保管・貯蔵時等に問題となる危険要因であり、相応の安全対策を講じる必要がある。
- ② 発生する水素ガスの濃度については、0.5%～4.0%と燃料によって濃度に関係があるが、各再生資源燃料共に、密閉状態で長期間保管される場合には、注意を要する。
- ③ 特に、高温・低温炭化汚泥については、水分の存在で水素発生量が増加しており、危険性レベル3に該当している（RDF（水添加有り）の危険性と同レベル）。
但し、検知管にて水素濃度を測定しており、同時に発生している一酸化炭素に

より干渉しているため、正確な濃度ではない可能性が高い。いずれにせよ、貯蔵時等は注意を要する。また、発生する水素ガスに対しては、RDF と同等の安全対策を講じる必要がある。

- ④ 熱的危険性については、水分の有無に関係なく、注意すべき燃料は危険性レベル3（RDF と同等の危険性）の油温減圧乾燥汚泥燃料である。また、水分の存在により注意すべき燃料は危険性レベル3の低温炭化汚泥、造粒乾燥汚泥、及び鶏糞である。熱的危険性に関して、これらの再生資源燃料等については、RDF と同等の安全対策を講じる必要がある。

（2）実態調査に基づく危険要因

実態調査結果から抽出した製造・消費施設における危険要因について、危険性評価試験から明らかとなった危険要因を加え、各燃料別・工程別に次頁以降に記載する。

なお、危険要因の抽出に当たっては、既存のRDF・RPF施設で考えられる危険要因も参考にした。また、記載工程等については、各種燃料に共通している部分が多いため、基本的に次のように区分けした。

製造施設における工程については、次の8工程。

- ①原料受入・保管工程（サイロ、ピット、原料ヤード等） ②原料破碎工程 ③乾燥工程 ④粉碎工程・成型工程 ⑤冷却工程 ⑥搬送工程 ⑦製品保管・貯蔵工程
⑧製品出荷・運搬

消費施設における工程については、次の2工程。

- ①製品受入・貯蔵工程 ②製品消費

危険要因を以下の表5-1-1～表5-1-5に記載する。

表5-1-2 再生資源燃料等の危険要因（下水汚泥燃料(造粒乾燥汚泥)）

工 程		危険要因
製造 施設	原料受入・保管工程(サイロ、ピット、原料ヤード等)	(○ガス(硫化水素)の発生。)
	原料破碎工程	
	造粒工程～乾燥工程	○異常温度上昇時の危険性。 ○系内で粉塵の発生。 ○機器設備の腐食。
	粉碎工程	
	成型工程	
	冷却分離工程	○系内で粉塵の発生。 ○機器設備の腐食
	搬送工程	<乾燥工程～冷却分離工程間の搬送工程> ○コンベア等の搬送設備の詰まりによって生じる摩擦熱からの発火危険性。
	製品保管・貯蔵工程	○製品の不適切な管理による危険性 (・保管温度、積上高さ、貯蔵期間、不適切な水分管理による発熱・水素発生。)
	製品出荷・運搬	○製品運搬時における雨水浸入等による貯蔵時の影響(発熱・水素発生)
消費 施設	製品受入・貯蔵工程	○製品の不適切な管理による危険性 (・保管温度、積上高さ、貯蔵期間、不適切な水分管理による発熱・水素発生。)
	消費工程	○ボイラー等への投入時の逆火による投入経路・貯蔵製品への着火危険性
危険性評価		○熱的危険性 水添加無し:危険性レベル1 水添加有り:危険性レベル3 ○発生水素濃度 水添加無し:1%(危険性レベル2) 水添加有り:2%(危険性レベル2)

表5-1-3 再生資源燃料等の危険要因（下水汚泥燃料(高温・低温炭化汚泥)）

工 程		危険要因
製造 施設	原料受入・保管工程(サイロ、ピット、原料ヤード等)	(○ガス(硫化水素)の発生。)
	原料破碎工程	
	乾燥工程	○異常温度上昇時の危険性。 ○系内で粉塵の発生。 ○機器設備の腐食。
	粉碎工程	
	炭化工程	○異常温度上昇時の危険性。
	冷却工程	(○系内での粉塵の発生。)
	搬送工程	(○系内での粉塵の発生。) (○コンベア等の搬送設備の詰まりによって生じる摩擦熱からの発火危険性。)
	製品保管・貯蔵工程	○製品の不適切な管理による危険性 (・保管温度、積上高さ、貯蔵期間、不適切な水分管理による発熱・水素発生。) (・高温炭化物は上記に加え、乾燥による自己発熱の危険性もある。)
	製品出荷・運搬	○製品運搬時における乾燥による自己発熱の危険性 ○製品運搬時における雨水浸入等による消費施設貯蔵時への影響(発熱・水素発生)
消費 施設	製品受入・貯蔵工程	
	消費工程	
危険性評価		○熱的危険性 水添加無し:危険性レベル1 水添加有り:危険性レベル2(高温炭化)、危険性レベル3(低温炭化) ○発生水素濃度 水添加無し:0.5% ^{*1} (危険性レベル1) 水添加有り:4% ^{*1} (危険性レベル3) ^{*1} 水素検知管の特性よりCOガスとの干渉の可能性有

表5-1-4 再生資源燃料等の危険要因(下水汚泥燃料(油温減圧乾燥汚))

工 程		危険要因
製造 施設	原料受入・保管工程(サイロ、ピット、原料ヤード等)	(○ガス(硫化水素)の発生。)
	原料破碎工程	
	媒体油との混合加熱乾燥	○乾燥時の熱風。(異常反応時、異常温度上昇時の危険性) (粉塵発生の危険性低い。)
	粉碎工程	
	成型工程	
	遠心分離工程 ～冷却工程	媒体油への着火危険性等
	搬送工程	(・コンベア等の搬送設備の詰まりによって生じる摩擦熱からの発火危険性。)
	製品保管・貯蔵工程	○製品の不適切な管理による危険性 (・保管温度、積上高さ、貯蔵期間、不適切な水分管理による発熱・水素発生。)
	製品出荷・運搬	○製品運搬時における雨水浸入等による貯蔵時への影響(発熱・水素発生)
消費 施設	製品受入・貯蔵工程	○製品の不適切な管理による危険性 (・保管温度、積上高さ、貯蔵期間、不適切な水分管理による発熱・水素発生。)
	消費工程	○ボイラー等への投入時の逆火による投入経路・貯蔵製品への着火危険性
危険性評価		○熱的危険性 水添加無し:危険性レベル3 水添加有り:危険性レベル3 ○発生水素濃度 水添加無し:2%* ¹ (危険性レベル2) 水添加有り:2%* ¹ (危険性レベル2)*1水素検知管の特性よりCOガスとの干渉の可能性有

5. 2 再生資源燃料等の安全対策

前項5. 1にて各種再生資源燃料等における危険要因等について記載した。また、再生資源燃料の性状等について、特別な危険性を有するものは見いだせなかった。これらを踏まえて、種々の実態も鑑みて、現行のRDFの関連基準（安全対策等）をベースに、必要とされる安全対策について検討した。以下にその安全対策について記載する。

(1) 製造時の安全対策

当該燃料の性状は、酸化反応や微生物発酵等を防止するために必要な性状管理を徹底する体制を確保することにより、発熱を防止する必要がある。

ア 水分管理

水分量を当該各種燃料で推奨される含有率範囲の管理値に抑え、発熱等を防止する。

イ 壊れにくい形状の確保

崩れた形状の当該燃料等は表面積が大きくなり発熱・発火し易くなるため、壊れにくい形状を確保する。

ウ 可燃性ガス・可燃性微粉に対する措置

可燃性ガス・可燃性微粉が発生する場合、機器等を防爆仕様とする等の適正な措置を講じる。

エ 製造工程別における安全対策等

(ア) 原料受入・保管工程

原材料については、長期間同じ状態での保管や集積は避ける。

(イ) 原料破碎工程

磁選機等により、原料から金属等異物を除去。

(エ) 乾燥工程

乾燥機等に温度測定装置を設置し、管理温度を超えたならば、熱風の供給を自動的に停止する等の措置を講じる。

(オ) 成型工程

成型機に温度測定装置を設置し、管理温度を超えたならば、機器を自動的に停止する等の措置を講じる。

(カ) 炭化工程

炭化炉に安全弁等を設置し、炉内圧上昇時は自動的に開放する等の措置を講じる。炉温を管理する。

(キ) 冷却工程

冷却機のごみの滞留、堆積がないように定期的に清掃する。

冷却機内への製品の過充てん防止。

冷却機停止時には内部に製品を残さないことが必要である。

(ク) 搬送工程

コンベアに詰まりがないか、コンベアの部品が接触していないかなど、コンベア

の作動状況を定期点検する必要がある。

業務終了後はコンベア上にごみを残さないようにする。

コンベア上で詰まりやすいと想定される箇所に、発熱や発火を早期に発見するための温度測定装置の設置、異常を監視するための措置を講じる。

(2) 当該燃料等保管時の安全対策

保管時に当該燃料等の発熱・可燃性ガスの発生を起こさないための、次の対策が必要である。

ア 高温状態での保管の禁止

製造後の当該燃料等について、十分に冷却した後保管する。

イ 一定規模以上の集積の制限

当該燃料等は、集積量が多くなる程発火危険性が高まることから、集積高さ等を制限することにより、発熱・発火しにくくするとともに、万が一、発熱・発火した場合においても消防活動が容易に行える集積量に制限する。

ウ 長期保管の回避

当該燃料等の長期保管を行わないとともに、定期的(少なくとも3箇月に1回以上)に保管場所からの全量の掻き出しを実施する。

エ 吸湿等防止

雨水の浸入を防止し、通気・換気等の確保により周囲環境と比較して高温多湿状態となることを防止する。

オ 可燃性ガス・可燃性微粉に対する措置

可燃性ガス・可燃性微粉の発生・滞留しやすい場所では、適正な換気等の措置を行う。

(3) 当該燃料等の異常の監視

当該燃料等の状態を監視し、異常発生時に直ちに対応を図るための体制を確保することが必要であり、貯蔵形態に応じたような対策を確保する必要がある。

ア 温度測定装置による温度の有効監視

発熱等の異常を早期に発見する。

イ 可燃性ガス測定装置による可燃性ガス監視

メタン、水素、一酸化炭素等の可燃性ガスの発生状況を有効に監視する。

(4) 保管施設等の事故発生時の安全対策

当該燃料等は、ひとたび発熱・発火すると、消火が非常に困難であることから、異常発熱時には貯蔵量等に応じ、次のような対策が迅速に図られる体制の確保が必要である。

ア 不活性ガス封入装置等の設置による貯蔵槽の不活性雰囲気確保

当該燃料等を貯蔵槽等で貯蔵している場合、発熱・発火した際に酸素濃度を低下させ

るため、不活性ガス雰囲気とするための装置を設備する。

イ 消火設備、連結散水設備等による冷却・消火

初期消火対策として、消火設備又は散水設備、あるいは大量放水を必要とする場合に備えて、消火設備等の補完設備として連結散水設備による対応を図る。

(5) 保管施設等の消防活動上の対策

事故発生時に迅速かつ容易に消火活動を行うことのできる貯蔵方式等とすることが必要である。

ア 効果的な消火対策の確保

消火水による消火方法が有効な当該燃料等を貯蔵している場合、消火水が貯蔵槽による保管等により十分に消火水がかかりにくい貯蔵形態であれば、例えば当該燃料等を水没させることができる構造等とする。

イ 当該燃料等の迅速な排出

貯蔵槽等での火災態様により、当該燃料等を迅速に取り出すことのできる構造とする。

(6) 日常の安全管理体制

上記(1)～(5)の安全対策のほか、日常の安全管理体制に係る対策の確保が必要である。

ア 安全管理要員の確保と教育・訓練

専従の安全管理要員を確保し、当該安全管理要員に安全教育と災害時の対応について教育・訓練を実施する。

イ 従業員等の安全管理教育・訓練の徹底

従業員についても専従の安全管理要員と同様に安全管理教育・訓練を実施する。

(7) 消防機関、第三者機関等による安全性の確認

当該燃料等関係施設の実態、貯蔵・取扱い方法等に応じたそれぞれの火災危険要因を関係者が事前に把握し、これに対応した安全対策を確保していくことが重要であり、この点について消防機関等も確認を行っていく必要がある。

なお、上記安全対策の他、その燃料の特有な性状に応じた安全対策を講じる必要がある。

5. 3 危険要因の把握と安全対策の考え方

第3章に記載しているとおり、今回、再生資源燃料等の危険性を評価するため、次のような各種性状確認試験等を実施した。

- ①熱分析 (TG-DTA)
- ②高感度熱量計 C80
- ③高感度熱量計 TAM-III
- ④SIT (自然発火温度測定装置)
- ⑤ワイヤーバスケット試験
- ⑥燃焼熱量、比熱、熱伝導度の測定
- ⑦フランク・カメンスキー式に基づく推定
(大量貯蔵時の発熱発火挙動の推定 (発熱開始温度の推定))

このような試験により、発熱量、水素発生量、蓄熱に関する発熱開始温度、並びに水との反応性等について確認することが可能であるという知見が得られた。

また、これらの試験結果から、RDF等既知の危険性レベルと比較検討し、各種再生資源燃料等物質そのものの危険性レベルを把握し、整理した。また、実態調査から得られた取扱い・貯蔵時の危険要因も把握し、これらの危険性に応じた安全対策を前項5-2に記載した。

これらを踏まえ、今回把握した当該燃料等以外の新たな再生資源燃料等が将来出現した場合は、同様の試験を実施し、その危険性を把握することにより、今回整理した物質と比較して、その性状に応じた必要な安全対策を把握することが可能になるものと考えられる。

以上のように、本手法を用いれば、性状に応じた必要な安全対策を含めた危険性の評価が可能になるものと考えられる。但し、実際は、貯蔵方法・取扱い状況・装置等により、危険性が変わるため、安全対策等については、十分に実態を把握して考える必要がある。

参考資料－6 温室効果ガス排出量削減効果に関する資料

汚泥乾燥技術の一酸化二窒素排出実態

下水汚泥エネルギー化技術の導入を検討する際に、温室効果ガス排出量削減効果を定量的に算定することの参考として、汚泥乾燥技術での一酸化二窒素（N₂O）の排出係数について、調査事例を以下に示す。

1. 調査対象処理方式と実態調査方法

調査対象処理方式は、「A）汚泥を乾燥して造粒するもの」、「B）油を熱媒体として乾燥するもの」、「C）汚泥を乾燥しペレット状にするもの」の3方式とし、それぞれ1処理場、合計3処理場を対象とした。

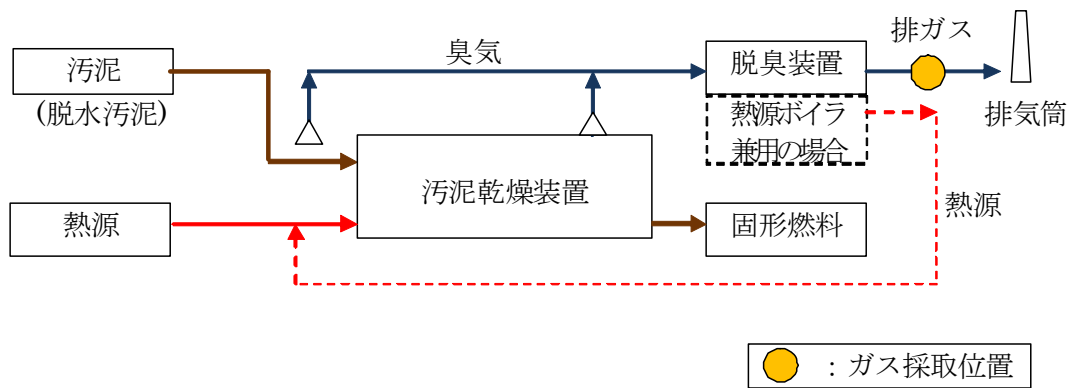
各方式におけるN₂O排出実態調査は、現地測定調査とし、月変動を把握するためのスポット調査及び時間変動を把握するための連続調査の2つの調査を行なった。調査項目を表資-6.1に示す。

ガス採取箇所は、図資-6.1に示すように各処理システム中で発生したガスを集約・処理した後、大気放出している脱臭設備等の排気筒とし、それぞれA処理場＝1箇所、B処理場＝1箇所、C処理場＝2箇所（連続調査は1箇所）からガス採取・分析を行った。ガス採取の方法は、「下水道における地球温暖化防止実行計画策定の手引き、平成11年8月、（社）日本下水道協会」に記載されている「煙道からの温室効果ガス（N₂O）の測定方法」に準拠して行った。

表資-6.1 汚泥乾燥技術の調査項目（現地測定調査）

		A) 乾燥造粒	B) 油温乾燥	C) 乾燥（混合焼却）
1. 調査対象技術の概要		汚泥を乾燥して造粒するもの	油を熱媒体として乾燥するもの	汚泥を乾燥しペレット状にするもの
2. 施設名称		A処理場	B処理場	C処理場
3. 調査項目				
①スポット	ガス採取時期	1回/月（平成22年12月、平成23年1月、2月、3月の4回） 毎回、時間間隔をあけて2検体採取・測定を行う		
	ガス分析項目	N ₂ O濃度（ガスクロマトグラフ法） ガス量、水分量（現地測定）		
②連続	ガス採取時期	1週間連続（平成23年1月～3月のうち2回）		
	ガス分析項目	N ₂ O濃度（NDIR：2光路光断続式赤外線吸収法）		
4. ガス採取箇所		1箇所 熱媒加熱装置排気筒	1箇所 臭気燃焼炉排気筒	2箇所※ 蓄熱式脱臭炉排気筒 直燃式脱臭炉排気筒
5. 収集データ		汚泥処理量、汚泥性状、燃料使用量、電力使用量 他		

※連続モニタリング調査は1箇所



図資-6.1 ガス採取位置概略図（汚泥乾燥技術）

2. 現地測定調査方法

2-1 スポットサンプリング調査

スポットサンプリング調査は、以下の方法で行った。

(1) 調査時期・回数

- ・各処理方式とも 1 回/月（計 4 回）

- ・1 回の調査につき、時間間隔をあけて 2 検体採取・測定を行った※

※1 日に 2 検体採取・分析を行う目的は、1 日のうちで N_2O 濃度の変動の有無を調べることにある。処理汚泥量や脱臭風量の日間変化を確認して採取間隔を設定した。

(2) 調査・分析項目

- ・ N_2O 濃度※

- ・ガス量、水分量（現地測定）

※ガス採取時に行なうアルカリ剤を用いた前処理で吸収される CO_2 の濃度に応じた補正を以下の式により行い、結果をとりまとめた。

$$\text{N}_2\text{O 濃度}[\text{vol-\%}] = \text{N}_2\text{O 実測値}[\text{vol-\%}] \times \left\{ (100 - \text{CO}_2 \text{ 実測値}[\text{vol-\%}]) / 100 \right\}$$

(3) ガス採取方法・手順

- ・ガス採取の際には捕集バッグ内での N_2O 濃度変化を防ぐため水分と二酸化硫黄を除去する必要がある。本調査では、「下水道における地球温暖化防止実行計画策定の手引き、平成 11 年 8 月、(社)日本下水道協会」に記載の方法（「ダクトからの温室効果ガスの測定方法」及び「煙道からの温室効果ガスの測定方法」）に準拠して、アルカリ剤及び乾燥剤等でそれらを除去した上でガスを採取した。

(4) ガス分析方法

- ・採取ガスを持ち帰り、ガスクロマトグラフ法（JIS K 0114）により分析を行った。

2-2 連続モニタリング調査

連続モニタリング調査は、以下の方法で行った。

(1) 調査時期・回数

- ・各処理方式とも1週間連続（計2回）
- ・連続モニタリング調査実施期間中にスポットサンプリング調査を実施することとし、連続測定結果の精度を高めた。

(2) 調査・分析項目

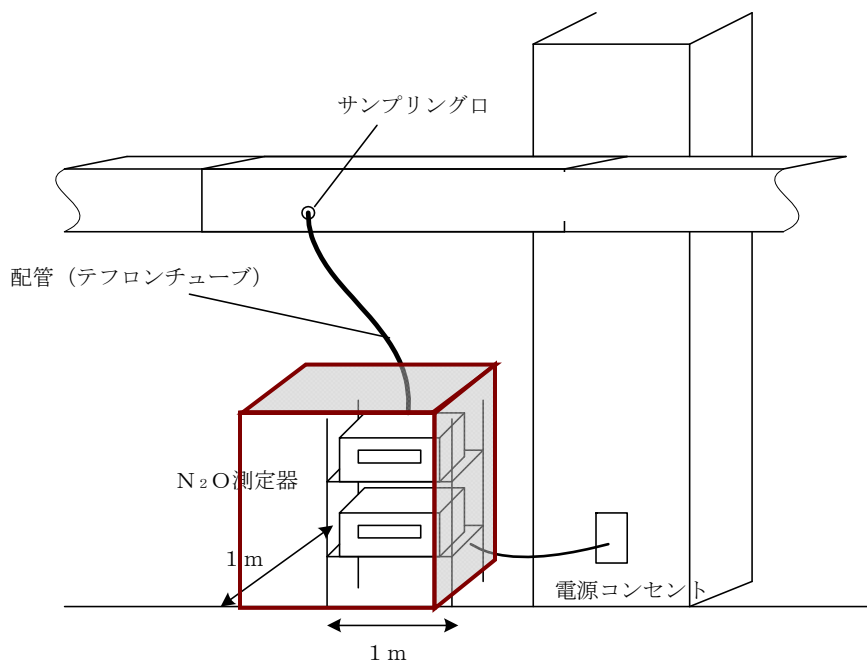
- ・ N_2O 濃度（赤外線連続測定計器（堀場製作所、マルチガス分析計 VA-3001）による連続モニタリング）

(3) ガス採取方法・手順

- ・ N_2O 連続測定器によるガス分析にあたっては、あらかじめ採取ガス中の水分を除去したガスを採取し分析した。
- ・測定計器の設置イメージを図資-6.2 に示す。

(4) ガス分析方法

- ・連続測定器の測定原理はNDIR（2光路光断続式赤外線吸収法）である。



図資-6.2 N_2O 連続測定器の設置イメージ

3. 調査結果

各処理方式について、スポット調査結果や連続調査結果を用いて算出した N₂O 排出係数を表資-6.2 に示す。ここで、排出係数は下式に基づいて算定した。

$$\begin{aligned} & \text{N}_2\text{O 排出係数}[\text{gN}_2\text{O}/\text{wet-t}] \\ & = \text{N}_2\text{O 排出量} / \text{汚泥処理量} \\ & = \Sigma \{ \text{乾燥排ガス量}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \times \text{N}_2\text{O 濃度}[\text{ppm}] \times 10^{-6} \times (44/22.4)[\text{g/L}] \\ & \quad \times 10^3[\text{NL}/\text{Nm}^3] \times 24[\text{hr}/\text{日}] \} / \Sigma \{ \text{汚泥処理量}[\text{wet-t}/\text{日}] \} \\ & \text{※乾燥排ガス量が測定されている場合、N}_2\text{O 排出量は観測時間単位(分単位)で計算} \end{aligned}$$

N₂O 濃度は、各処理方式の連続モニタリング調査期間中に実施したスポット採取ガス分析結果と連続モニタリングデータがほぼ一致したことから連続データを採用した。

また、乾燥排ガス量は、処理場で連続的に測定されている場合には当該データとし、それがない場合には連続調査期間中に実施したスポット調査時に2回実測した乾燥ガス量の平均値とした。このようにして算出した N₂O 濃度と乾燥排ガス量から単位時間当たりの N₂O 排出量を算出し、その合計値を連続調査期間中の汚泥処理量合計値で除して、N₂O 排出係数の汚泥処理量加重平均値を算出した。

A 処理場（乾燥造粒施設）の排出係数は 0.0gN₂O/ wet-t であった。

B 処理場（油温乾燥施設）の排出係数は第1回調査では 27.3gN₂O/wet-t、第2回調査では 10.9gN₂O/wet-t であり、調査時期によって異なっていた。

C 処理場の排出係数は、蓄熱式脱臭炉では 0gN₂O/ wet-t、直燃式脱臭炉では 9.5gN₂O/wet-t であり、脱臭炉の方式によって異なっていた。

表資-6.2 現地測定調査（連続測定）結果に基づく汚泥乾燥技術の N₂O 排出係数

		A 処理場 乾燥造粒施設	B 処理場 油温乾燥施設	C 処理場 乾燥(混合焼却)施設
排出量 [gN ₂ O/d]	第1回	—	1,342.8	0.1
	第2回	0.9	524.0	516.8
汚泥処理量 [wet-t/d]	第1回	—	49.2	110.9
	第2回	51.3	48.1	54.6
排出係数 [gN ₂ O/wet-t]	第1回	—	27.3	0.0
	第2回	0.0	10.9	9.5
	採用値	0.0	18.4	9.5

※排出量、汚泥処理量は平均値、排出係数は加重平均値である。

※C 処理場の乾燥施設では第1回は蓄熱式脱臭炉で、第2回は直燃式脱臭炉で調査し、排ガス量の比率は、直燃式脱臭炉：4割、蓄熱式脱臭炉：6割となっていた。また、C 処理場における排出係数の採用値は第2回の値を採用した。

【参考資料】 煙道からの温室効果ガスの測定方法

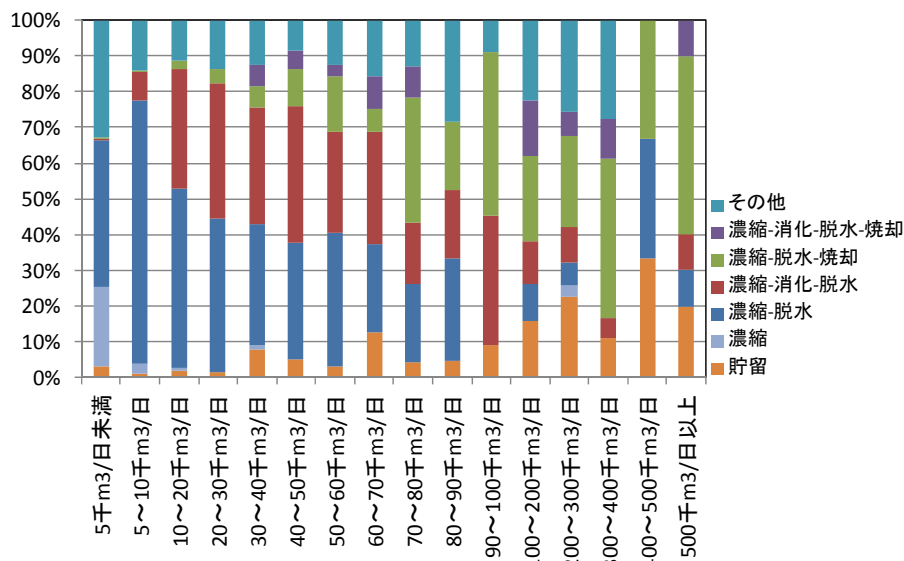
煙道からの温室効果ガス (N ₂ O) の測定方法(1/2)	
適用範囲	<p>この方法は、汚泥焼却炉における煙道からの温室効果ガス・一酸化二窒素N₂Oの測定に適用する。</p> <p>JIS K 0095 (1988) 排ガス試料採取方法：捕集バッグ法（間接法）に準じる。</p>
サンプリング装置および器具	<ol style="list-style-type: none"> ① 採取管：煙道のサンプリング孔に接続する。 ② トラップ：高温の煙道ガスが冷却して生じる水滴を落とす。 ③ アルカリ剤：煙道排気は二酸化硫黄（水と合わせて捕集バッグ内のN₂O濃度が変化すると考えられる）の濃度が高いと予想されるので、その除去のために用いる。ただし、CO₂も吸収されるため、CO₂測定用のサンプルはアルカリ剤を通さずにサンプリングする。 ④ 乾燥管：サンプリング空気中の水蒸気を除くために取り付ける。乾燥剤は塩化カルシウムを使用する。なお、乾燥剤としてよく使用されるソーダライムはCO₂を吸収する性質を有するので留意する。 ⑤ コック：サンプリング時以外の捕集バッグへの空気の流入を防止する。 ⑥ 気密容器：捕集バッグをこのの中に入れ、気密容器をポンプで減圧することにより間接的に捕集バッグにガスを採取する。 ⑦ 吸引ポンプ：ローボリュームのダイヤフラム型を用いる。 ⑧ 捕集バッグ：対象ガスが影響を受けないものを選ぶ。 ⑨ 各器具接続用のチューブ：対象ガスが影響を受けないものを選ぶ。 <p style="text-align: center;">トラップ アルカリ剤</p>
準備および測定項目	<ol style="list-style-type: none"> ① 捕集バッグは未使用のものを用意し、穴や漏れがないことを確認する。 ② サンプリング孔に採取管を取り付ける。 ③ サンプリング時に次の項目を測定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・煙道内のガス温度（中心部を測定する） ・煙道内の風速（手前・中心・奥と3回測定して平均する） ・煙道の断面積 <p>※煙道のガス流量が処理場のデータとして得られる場合は、③の項目の測定は不要である。</p>
サンプリング方法	<ol style="list-style-type: none"> ① 各器具を接続する。捕集バッグはまだセットしない。 ② 気密容器を閉じ、コックを開いてポンプを作動させ、装置内の空気をダクト内の空気と置換する。 ③ ポンプを停止させてコックを閉じる。気密容器に捕集バッグをセットする。 ④ 気密容器を閉じ、コックを開いて通気状態にする。 ⑤ ポンプを作動させて気密容器内を減圧し捕集バッグにガスを採取する。 ⑥ ポンプを停止しコックを閉じる。 ⑦ 捕集バッグを外し、速やかに栓をする。 ⑧ アルカリ剤を外し、②～⑦の手順を繰り返してCO₂分析用のガスを採取する。

煙道からの温室効果ガス (N ₂ O) の測定方法(2/2)	
サンプリング時の留意点など	<p>① サンプリング前にコードドラム等を用意して電源を確保する。</p> <p>② 消化ガスボイラーおよび焼却炉は、サンプリング箇所によっては煙道ガスがかなり高温な場合があるので、作業時の安全性やサンプリング装置への影響に十分注意する。</p> <p>③ 乾燥管のスベアを用意する。また未使用のものは外気に触れないように配慮する。</p> <p>④ 捕集バッグは、フッ素系樹脂製またはポリエステル系樹脂製のものをを用いる。</p>
分析方法	<p>一酸化二窒素は、電子捕獲検出器(ECD)付ガスクロマトグラフ法により分析を行う。 JIS K 0114に準拠して行う。 条件の一例を下に示す。</p> <p>検出器 電子捕獲検出器 (ECD) 充てん剤 Molecular Sieve 5A 30~60メッシュ カラム φ 3mm×2.1m ガラス カラム温度 280℃ 検出器温度 300℃ キャリヤーガス 5%CH₄および95%Ar、30ml/分</p> <p>CO₂がアルカリ剤で除去されるため、N₂Oの分析値をCO₂濃度に応じて補正する必要がある。</p>
分析結果の整理	ダクトからの温室効果ガス (CH ₄ およびN ₂ O) の測定方法 参照
結果の報告および利用	下水処理プロセスからの温室効果ガス排出係数として使用する。
参考資料	<p>下水道技術開発連絡会議：下水道の長期的技術開発に関する基礎調査、pp. 資31~資33、財団法人下水道新技術推進機構、平成7年3月</p> <p>建設省土木研究所、名古屋市下水道局：流動炉における排ガス成分の挙動解明及び削減に関する共同研究報告書、pp. 20~26、平成8年3月</p>

参考資料-7 ケーススタディ(固形燃料化及びバイオガス発電)の検討ケースについて

1. 汚泥処理方式

平成 24 年度下水道統計より、水処理施設現有能力別に汚泥処理方式の割合を集計すると図資-7.1 の通りである。小規模ほど「濃縮-脱水」の割合が多くなっており、「濃縮-消化-脱水」の割合は数万～10 万 m³/日で比較的多くなっている。また、規模が大きいほど焼却工程を有する割合が高くなる傾向にある。

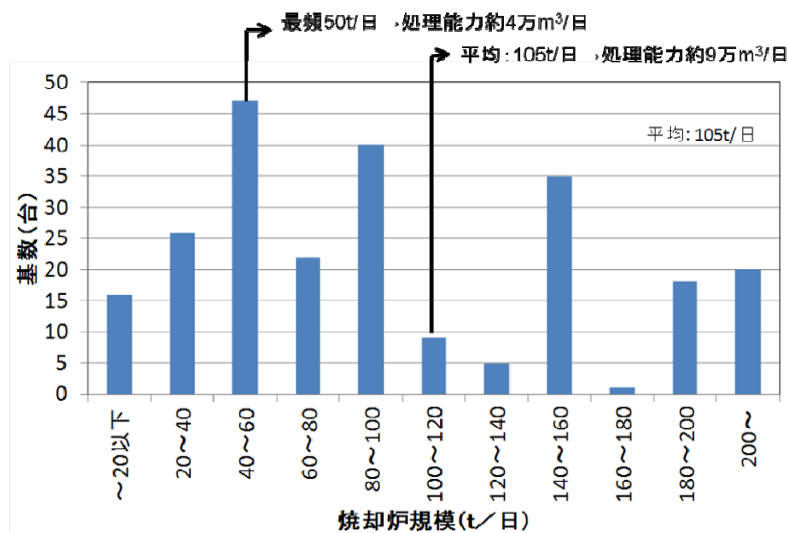


図資-7.1 水処理施設現有能力と汚泥処理方式の実績

2. 導入施設の規模

2-1 焼却施設

焼却施設の実績を図資-7.2 に示す。40～60t/日の箇所数が最も多く、平均で 105t/日となっている。



図資-7.2 焼却施設の実績

2-2 固形燃料化施設

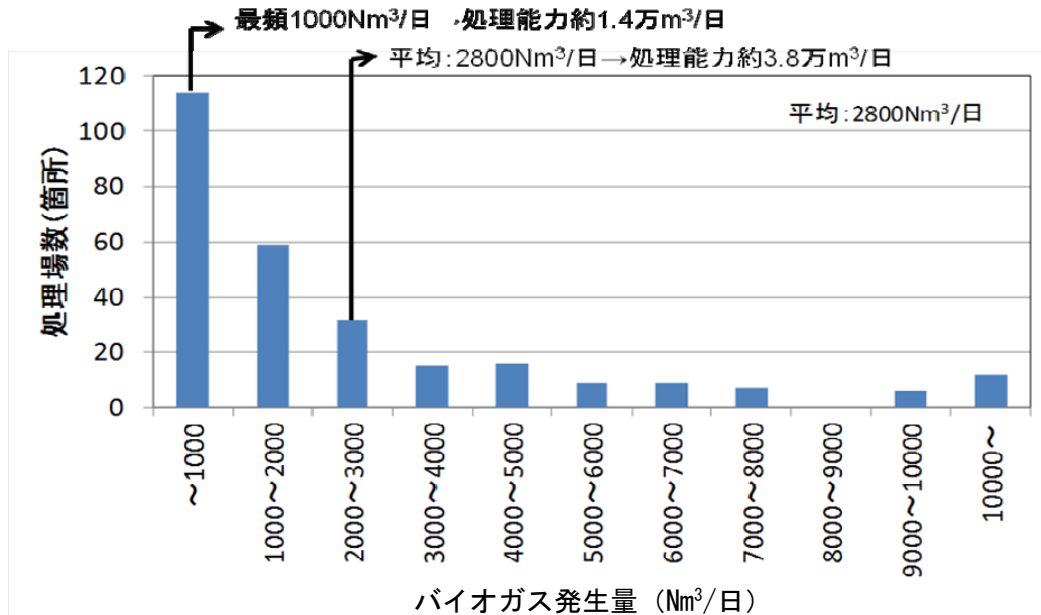
固形燃料化施設の実績は、表資-7.1の通りであり、50~100t/日程度が多くなっている。

表資-7.1 固形燃料化施設の規模

自治体名	処理場名	方式	燃料化規模	下水処理場規模
宮城県	県南浄化センター	造粒乾燥	66 t/日	125,000 m ³ /日
前橋市	前橋水質浄化センター	高温炭化	50 t/日	84,200 m ³ /日
東京都	東部スラッジプラント	中温炭化	100t/日×3系列×2基	(汚泥処理センター)
胎内市	中条浄化センター	高温炭化	7.2 t/日	11,500 m ³ /日
愛知県	衣浦東部浄化センター	中温炭化	100 t/日	65,600 m ³ /日
大阪市	平野下水処理場	低温炭化	150 t/日	323,000 m ³ /日
広島市	西部水資源再生センター	低温炭化	100 t/日	280,000 m ³ /日
福岡県	御笠川浄化センター	油温減圧	30 t/日	323,200 m ³ /日
熊本市	南部浄化センター	低温炭化	50 t/日	48,300 m ³ /日

2-3 バイオガス発生量

バイオガス発生量の実績は、図資-7.3の通りであり、平均で2,800Nm³/日となっており、規模の小さな処理場が多くなっている。



図資-7.3 バイオガス発生量の実績

2-4 バイオマス受入

バイオマス受入を行っている処理場の規模は、表資-7.2の通りであり、比較的小規模の処理場で導入されている。

表資-7.2 バイオマス受入を行っている処理場の規模

自治体名	下水処理場規模	受入バイオマス				
		生ごみ	し尿	浄化槽汚泥	農集汚泥	その他
珠洲市	3,600 m ³ /日	○	○	○	○	-
黒部市	13,200 m ³ /日	デイスポ ザ	-	○	○	コーヒー 粕
北広島市	25,000 m ³ /日	○	○	○	-	-
恵庭市	47,500 m ³ /日	○	○	○	-	-

3. 検討ケースの設定

ケーススタディーを行う処理水量を20,000、50,000、100,000m³/日とし、導入実績を踏まえ、検討ケースは表資-7.3の通り設定した。

表資-7.3 検討ケースの設定

		2万m ³ /日	5万m ³ /日	10万m ³ /日
固形燃料化		-	(現状) 濃縮-脱水 濃縮-脱水-焼却 (エネルギー化) 濃縮-脱水-固形燃料化 濃縮-消化-脱水-固形燃料化	(現状) 濃縮-脱水-焼却 (エネルギー化) 濃縮-脱水-固形燃料化 濃縮-消化-脱水-固形燃料化
バイオガス 発電	消化槽既設	バイオガス発電利用導入による収益の増減		
	消化槽新設	消化槽+バイオガス発電導入による収益の増減		
バイオマス 受入	バイオマス受入 +消化槽新設 +固形燃料化	-	消化槽新設+固形燃料化 のケースにバイオマス受入 による収益の増減	-
	バイオマス受入 +消化槽新設 +バイオガス発電	消化槽新設+バイオガス発 電のケースにバイオマス受 入による収益の増減	-	-

参考資料－8 水素の有効利用ガイドブック(水素の安全な取り扱い)

4. 水素の安全な取り扱い

4.1 作業・実験に必要な高圧ガス保安法に係る届出等について

4.1.1 基本事項

7.1項にも記載されているが、高圧ガス保安法（以下「法」という。）は、高圧ガスを取り扱うにあたりその全般を規制する法律であり、一般高圧ガス保安規則（以下「一般則」という。）やコンビナート等保安規則は、技術基準を具体的に示すものである。本項では法に係る届出等の手続きについて、法及び一般則（例として）を用いて説明する。

なお、法の概要、用語の定義等は、7.1項を参照されたい。

(1) 法の目的

法の目的は法第1条に次のように規定されている。

“この法律は、高圧ガスによる災害を防止するため、高圧ガスの製造、貯蔵、販売、移動その他の取扱及び消費並びに容器の製造及び取扱を規制するとともに、民間事業者及び高圧ガス保安協会による高圧ガスの保安に関する自主的な活動を促進し、もって公共の安全を確保することを目的とする。”

すなわち、法は高圧ガスの製造、貯蔵、販売、移動、消費、その他の取り扱い、容器の製造及び取り扱いを規制するものあり、高圧ガスを扱おうとした場合には、全ての作業に関係する可能性がある。一方で法も危険性の大小により網のかけ方を変えているので、適用除外の項目もある。従って、高圧ガスを取り扱おうとした場合には、まず法の規制を受けるものと認識し、その後詳細に調査し、適用除外にはならないか、適用となるならばどの項目に係るのか、どのような手続きが必要なのか、などを明確にしなければならぬ。

(2) 法による許可・届出の可否の種類

高圧ガスを取り扱う上で、取り扱う事業者の種類と許可・届出の可否は表4.1-1の通りである。

表4.1-1

事業者の種類	条件	許可届出
第1種製造者	以下の高圧ガス製造者 第1種ガスの製造 $\geq 300\text{ m}^3/\text{日}$ 第1種ガス以外の製造 $\geq 100\text{ m}^3/\text{日}$ 第1種ガスとそれ以外のガスの製造： $\text{合計処理量} \geq 100 + (2/3) \times S$ S：第1種ガスの処理量	許可
第2種製造者	高圧ガスの製造の事業を行う者（第1種製造者以外）	届出
第1種貯蔵所	以下の量の高圧ガスを貯蔵する事業所 第1種ガスの貯蔵量 $\geq 3000\text{ m}^3$ 第1種ガス以外のガスの貯蔵量 $\geq 1000\text{ m}^3$ 第1種ガス及びそれ以外のガスの合計貯蔵量 $\geq 1000 + (2/3) \times M$ M：第1種ガスの貯蔵量	許可
第2種貯蔵所	合計貯蔵量 $\geq 300\text{ m}^3$	届出
その他貯蔵所	$0.15\text{ m}^3 \leq \text{合計貯蔵量} < 300\text{ m}^3$ 技術基準の遵守	不要
特定高圧ガス消費者	次の高圧ガスを下記の貯蔵能力以上で消費する者 圧縮水素 $\geq 300\text{ m}^3$ 圧縮天然ガス $\geq 300\text{ m}^3$ 液化酸素 $\geq 3000\text{ kg}$ 液化石油ガス $\geq 3000\text{ kg}$ その他 省略	届出
その他消費者	可燃性・毒性ガス及び酸素の高圧ガスの消費者（技術基準の遵守）	不要

(3) 法規制の相互関係

法において、1つの事業者として許可・届出をしていれば、他の取り扱いをする場合に手続きが不要かという、そうではなく、改めて追加手続きが必要の場合がある。例えば、第1種製造者が同時に特定高圧ガス消費者である場合には、製造の許可とともに消費の届が必要となる。また、貯蔵所（第1種、第2種）が特定高圧ガス消費も行っているならば、貯蔵と消費の両方の手続きが必要である。

これら法規制の相互関係を表4.1-4に示す。これを参考に抜けのないよう手続きを行わなければならない。

4.1.2 法に係る届出等の具体的手順

(1) 水素（圧縮または液化）の取り扱い計画の立案

作業・実験等で水素の取り扱いを計画した場合、次の項目をチェックし、計画をまとめていく。

【a】 新規計画分

①水素（圧縮又は液化）をどのようにするのか。

状態をどのように変化させるか。

その目的は何か。

②ガスの圧力、温度、量等を記入した概略系統図の作成

③高圧ガスの取り扱いとなるか

高圧ガスではないガスの取り扱いならば完了

④高圧ガスの製造となるか

処理量はいくらか

⑤高圧ガスの貯蔵になるか

貯蔵量はいくらか

⑥高圧ガスの消費になるか

貯蔵量はいくらか

【b】 当該事業所の既設設備の調査

当該事業所で他に高圧ガスを扱っているか。

①“いいえ”ならばここで完了

②“はい”ならば次を調査

・高圧ガスの製造をしているか？

ガス名、ガスの区分及び処理量は？

第1種製造者か、第2種製造者か、
高圧ガスの製造は無しか？

・高圧ガスの貯蔵をしているか？

ガス名、ガスの区分及び貯蔵量は？

第1種貯蔵所か、第2種貯蔵所か、

その他の貯蔵所か、高圧ガスの貯蔵無しか？

・高圧ガスの消費をしているか？

ガス名、ガスの区分及び貯蔵量は？

特定高圧ガス消費事業所か、高圧ガス消費

事業所か、高圧ガスの消費無しか？

【c】 既設設備と新規設備との取扱いガス量を合算。

【d】 前記合算結果として、表4.1-1のどこに当てはまるかを検討・決定する。ここで新規とは例えば、事業所が初めて第1種製造者になることであり、変更とは事業所が既に第1種製造者であり、今回は製造の変更となる場合である。

①第1種製造者（新規）か、変更か

②第2種製造者（新規）か、変更か

③高圧ガスの製造は無しか

④第1種貯蔵所（新規）か、変更か

⑤第2種貯蔵所（新規）か、変更か

⑥その他の貯蔵所か

⑦高圧ガスの貯蔵は無しか

⑧特定高圧ガス消費者（新規）か、変更か

⑨その他の高圧ガス消費者か

⑩高圧ガスの消費は無しか

(2) 法に係る届出等の具体的手順

以上の前提を踏まえ、具体的な手続き手順の代表例を表4.1-5～7に示す。

表4.1-5は第1種製造者を示すが、これと第2種製造者の主な違いは表4.1-2の通りである。

表4. 1-2

NO	第1種製造者	第2種製造者
1	製造計画書	製造施設等明細書
3	製造許可申請書	製造事業届
4	製造許可書の交付	事業届の受理
6	危害予防規程	施設管理規程(自主)
8	保安統括者等選任	同左不要
9	保安教育計画	保安教育計画(自主)
	完成・保安検査実施	同左不要
21	施設等変更許可申請	施設変更届
22	軽微変更届	軽微変更記録
27	製造の休止届	同左該当なし

表4. 1-6は第1種貯蔵所を示すが、これと第2種貯蔵所の主な違いは4. 1-3の通りである。

表4. 1-3

NO	第1種貯蔵所	第2種貯蔵所
3	貯蔵所設置許可申請	貯蔵所設置届
4	許可証の交付	設置届の受理
	完成検査実施	同左不要
17	貯蔵所変更許可申請	貯蔵所位置等変更届
18	軽微変更届	軽微変更記録

表4. 1-7には特定高圧ガス消費者の手続きを示している。

表4.1-4 高圧ガス保安法による規制の相互関係

事業者	他に実施の事業	手続き	要否	法令条項
第1種製造者		製造の許可申請	要	法第5条第1項
	製造に係る貯蔵（1種）	第1種貯蔵所の設置許可申請	不要	法第16条
	製造に係る貯蔵（2種）	第2種貯蔵所の設置届	不要	法第17条の2
	製造に係るその他の貯蔵	その他の貯蔵の基準の遵守	不要	法第15条
	製造外の高圧ガスの貯蔵	許可又は届出又はその他貯蔵	要	
	製造した高圧ガスを販売	高圧ガスの販売事業届	不要	法第20条の4
	製造外高圧ガスを販売	高圧ガスの販売事業届	要	法第20条の4
	製造する高圧ガスを含め 特定高圧ガスの消費	特定高圧ガス消費届	要	法第24条の2
	その他の高圧ガスを消費	その他の消費の技術基準遵守	要	法第24条の5
第2種製造者		製造事業の届出	要	法第5条第2項
	製造に係る貯蔵（1種）	第1種貯蔵所の設置許可申請	要	法第16条
	製造に係る貯蔵（2種）	第2種貯蔵所の設置届	要	法第17条の2
	製造に係るその他の貯蔵	その他の貯蔵の基準の遵守	要	法第15条
	製造した高圧ガスを販売	高圧ガスの販売事業届	要	法第20条の4
	製造外高圧ガスを販売	高圧ガスの販売事業届	要	法第20条の4
	製造する高圧ガスを含め 特定高圧ガスの消費	特定高圧ガス消費届	要	法第24条の2
	その他の高圧ガスを消費	その他の消費の技術基準遵守	要	法第24条の5
第1種貯蔵所		貯蔵所の設置許可申請	要	法第16条
	高圧ガスを販売	高圧ガスの販売事業の届	要	法第20条の4
	特定高圧ガスを消費	特定高圧ガス消費届	要	法第24条の2
	その他の高圧ガスを消費	その他の消費の技術基準遵守	要	法第24条の5
		その他の貯蔵の基準の遵守	要	法第15条
第2種貯蔵所		貯蔵所の設置届	要	法第17条の2
	高圧ガスを販売	高圧ガスの販売事業の届	要	法第20条の4
	特定高圧ガスの消費	特定高圧ガス消費届	要	法第24条の2
	その他の高圧ガスを消費	その他の消費の技術基準遵守	要	法第24条の5
		その他の貯蔵の基準の遵守	要	法第15条
その他貯蔵所		その他の貯蔵の基準の遵守	要	法第15条
	高圧ガスの消費	第2種貯蔵所と同じ		
特定高圧ガス の消費者		特定高圧ガス消費の届	要	法第24条の2
	貯蔵設備がある場合	前項の貯蔵所と同じ		
その他の高圧 ガスを消費者		その他の消費の技術基準遵守	要	法第24条の5
	貯蔵設備がある場合	前項の貯蔵所と同じ		

表4.1-5 第1種製造者に係る製造の許可の申請（1／3）

No	実施事項	内容・留意点	法令条項
1	製造計画書（案）の作成（注1）		法第5条、 一般則第3条
2	都道府県との調整	1項の「製造計画書（案）」を基に都道府県と調整を行い、申請方法、製造計画書（案）に問題がないか確認する。 また必要な指導を受ける。	
3	高圧ガス製造許可申請書の提出	1) 前記調整により必要な訂正を加え、製造計画書を完成させ、高圧ガス製造許可申請書（一般則様式第1）に添付して、都道府県知事に提出する。 2) 許可書が交付された後に設備に変更が生じた場合には、高圧ガス製造施設等変更許可申請となる場合があるので、提出書類に間違いのないよう、注意すること。	法第5条、 一般則第3条
4	製造許可書の交付	都道府県が申請内容を検討し、申請内容に問題がなければ、許可書が交付される。	法第8条
5	設備の設置工事	製造許可書を受領した後、工事に着工すること。	
6	危害予防規程の制定・届出(注2)	一般則様式第32に、制定した危害予防規程を添付して都道府県知事に届出る。	法第26条、 一般則第63条
7	完成検査の申請	1) 工事の進捗を見込み、都道府県知事、KHK又は指定完成検査機関に対し、一般則様式第13の申請書を提出する。 2) 完成検査機関は事業所が自由に選択できる。	法第20条、 一般則第31条
8	保安統括者等の選任届の提出	1) 完成検査申請の前後の時期には選任し、完成検査を受検する前に一般則様式第33、33の2を用いて届け出る。 代理者も同じ 2) 保安統括者を除き、選任には法的な資格要件（製造保安責任者免状及び高圧ガスの製造経験）がある。 3) 保安統括者は、当該事業所においてその事業の実施を統括管理する者を充てる。 4) 高圧ガスの製造量が規定量より大の場合には、別途高圧ガス製造保安主任者又保安企画推進員を選任し届け出る。	法第27条の2、同条の3 一般則第65～67、78条 法第27条の3
9	保安教育計画の策定（注3）	完成検査を受検する前には策定しておくこと。	法第27条
10	完成検査の受検	製造施設の設置工事が完了した後、完成検査を受検する。	法第20条
11	完成検査証の交付等	1) 都道府県知事の行う完成検査を受検し合格した場合には、都道府県知事より完成検査証が交付される。 2) 都道府県知事以外の機関が行う完成検査を受検した場合には、受検完了後速やかに一般則様式第17又は18を用い、完成検査受検届を都道府県知事に提出する。	一般則第31条 第2項

表4.1-5 第1種製造者に係る製造の許可の申請（2／3）

No	実施事項	内容・留意点	法令条項
12	製造開始届の提出	都道府県知事より完成検査証を受理、若しくは完成検査受検届を提出した後、速やかに一般則様式第23を用い、都道府県知事に製造開始届を提出する。	法第21条、 一般則第42条
13	技術基準の維持	製造施設及び製造の方法を技術上の基準に従って維持する。	法第11条
14	日常点検の実施（注4）	高圧ガスの製造は、製造設備の使用開始時及び使用終了時に当該製造設備の属する製造施設の異常の有無を点検するほか、1日に1回以上製造設備の作動状況について点検する。	一般則第6条 第2項第4号
15	帳簿の記載（注5）	製造者は帳簿を備え、高圧ガスの製造、販売若しくは出納について、経産省令で定める事項を記載し、これを保存する。	法第60条、 一般則第95条
16	規程の遵守	危害予防規程及び関連基準の遵守	法第26条
17	教育計画に従い保安教育の実施	1) 教育訓練の記録は理解度（習熟度）評価も記入し保管。 2) 外部団体等の講習会も活用する。	法第27条
18	定期自主検査の実施（注6）	設備が法で定める技術上の基準に適合しているか否かを、製造者自らが検査する（外注も可）。	法第35条の2、 一般則第83条
19	保安検査申請（注7）	1) 都道府県知事、KHK又は指定保安検査機関に対し、一般則様式第38を用いて、検査の実施を申請する。 2) 受検すべき保安検査機関は、事業所で自由に選択できる。	法第35条、 一般則第79条
20	保安検査の受検		
21	保安検査証の交付	都道府県知事の行う保安検査を受検し合格した場合には、都道府県知事より保安検査証が交付される。	一般則第79条第4項
22	保安検査受検届の提出	KHK又は指定保安検査機関の保安検査を受検し合格した場合には、一般則様式第40、41を用い、都道府県知事に保安検査受検届書を提出する。	一般則第80条第3、4項
23	製造施設等変更許可申請	製造のための施設の位置、構造若しくは設備の変更の工事をし、又は製造をする高圧ガスの種類若しくは製造の方法を変更しようとするときは、都道府県知事の許可を受ける。 1) 変更明細書（案）の作成（1項を参照） 2) 都道府県との調整（2項を参照） 3) 高圧ガス製造施設等変更許可申請書提出（3項を参照） 4) 変更許可書の交付 5) 設備の変更工事着工（5項を参照） 6) 危害予防規程の変更・届出 製造施設の変更にともない、規定内容の変更が必要となった場合一般則様式第32に、変更の明細と変更した危害予防規程を添付し、変更届を都道府県知事に提出する。 7) 完成検査の申請（7項を参照）	法第14条、 一般則第14条 法第8条 法第26条 一般則第63条 法第20条、

表4.1-5 第1種製造者に係る製造の許可の申請（3／3）

No	実施事項	内容・留意点	法令条項
23		<p>8) 保安統括者等の選解任届の提出 施設変更にもない保安係員等の追加、その他変更が生じた場合、一般則様式第33、33の2を用いて届け出る。 代理者も同じ。</p> <p>9) 保安教育計画の改正 → (法第27条) 施設変更にもない変更が必要になった場合、改正。 <u>以降、10項につなげる。</u></p>	法第27条の2、 同条の3
24	製造施設等軽微変更届	<p>1) 19項の変更が、経産省令で定める軽微な変更の工事に該当する場合には、許可申請は要さない。</p> <p>2) 軽微な変更の工事をしたときは、その完成後遅滞なく、その旨を都道府県知事に届け出る。</p>	法第14条第1、2項、 一般則第15条
25	保安統括者等選解任届（注8）	<p>1) 保安統括者等に変更があった場合、都道府県知事に届け出る。</p> <p>2) 保安統括者（代理者を含む）の場合と他の責任者（代理者を含む）とでは、届出の時期が違う。</p> <p>3) 保安技術管理者、保安係員等は法定の資格（製造保安責任者免状、及び高圧ガスの製造の経験）が必要なので、人事異動の際、該当者が不足しないよう注意を要する。</p>	法第27条の2、 同条の3、 一般則第65～67、78条)
26	承継届	<p>相続、合併又は分割（当該第1種製造者の許可に係る事業所を承継させるものに限る。）があつた場合、承継者は、一般則様式第3により、承継の事実を証する書面を添えて、遅滞なく都道府県知事に届出る。</p>	法第10条、 一般則第9条
27	危険時の対応	危険時の措置及び届出（注9）	法第36条、
28	事故届（注10）		法第63条
29	製造の休止届（注11）	<p>計画をもって、高圧ガスの製造を1ヶ月以上、継続して中止している製造施設を“使用を休止した製造施設”という。</p>	一般則第79条
30	製造廃止の届出	<p>一般則様式第24により、遅滞なく都道府県知事に届け出る。</p>	法第21条 一般則第42条

表4.1-6 第1種貯蔵所に係る貯蔵の許可申請（1／2）

No	実施事項	内容・留意点	法令条項
1	貯蔵計画書（案）の作成（注12）		法第16条、 一般則第20条
2	都道府県との調整	1項の「貯蔵計画書（案）」を基に都道府県との調整を行い、申請方法、貯蔵計画書（案）に問題がないことを確認する。また必要な指導を受ける。	
3	第1種貯蔵所設置許可申請書提出	1) 前記調整により必要な訂正を加え、貯蔵計画書を完成させ、第1種貯蔵所設置許可申請書（一般則様式第7）に添付して、都道府県知事に提出する。 2) 許可書が交付された後に設備に変更が生じた場合には、第1種貯蔵所位置等変更許可申請となる場合があるので、提出書類に間違いのないよう、注意すること。	法第16条、 一般則第20条
4	貯蔵所設置許可書の交付	都道府県が申請内容を検討し、申請内容に問題がなければ、許可書が交付される。	法第16条
5	設備の設置工事	製造許可書を受領した後、工事に着工すること。	
6	完成検査の申請	1) 工事の進捗を見込み、都道府県知事、KHK又は指定完成検査機関に対し、一般則様式第14の申請書を提出する。 2) 完成検査機関は事業所が自由に選択できる。	法第20条、 一般則第31条
7	貯蔵設備管理規程の制定	法的規制はないが、高圧ガスの貯蔵を開始するまでに貯蔵設備の運用・維持管理に係る基準、保安管理に関する基準等を規定する当該基準を制定することが望ましい。 (第1種製造者用の危害予防規程を参照。)	
8	保安教育計画の策定	法的規制はないが、貯蔵を開始するまでに保安教育計画を策定することが望ましい。	
9	完成検査の受検	貯蔵設備の設置工事が完了した後、完成検査を受検する。	法第20条
10	完成検査証の交付等	1) 都道府県知事の行う完成検査を受検し合格した場合には、都道府県知事より完成検査証が交付される。 2) 都道府県知事以外の機関が行う完成検査を受検した場合には、受検完了後速やかに一般則様式第17又は18を用い、完成検査受検届を都道府県知事に提出する。	一般則第31条第2項
11	貯蔵の開始	都道府県知事より完成検査証を受領、若しくは完成検査受検届を提出した後に貯蔵を開始できる。	法第21条、 一般則第42条
12	技術の基準維持	貯蔵所を技術上の基準に従って維持する。	法第18条
13	日常点検の実施（注4）	法的規制はないが、貯蔵設備について点検計画を立案し、日常の設備点検を実施することが望ましい。	
14	帳簿の記載（注5）	貯蔵所の所有者若しくは占有者は帳簿を備え、高圧ガスの貯蔵について経産省令で定める事項を記載しこれを保存。	法第60条、 一般則第95条

表4.1-6 第1種貯蔵所に係る貯蔵の許可申請（2／2）

No	実施事項	内容・留意点	法令条項
15	規程の遵守	法的規制はないが、自主的に制定した“貯蔵設備管理規程”に従い、保安管理を実践することが望ましい。	
16	保安教育の実施	1) 法的規制はないが、自主的に制定した“保安教育計画”に従い、保安教育を実施することが望ましい。 2) 教育訓練の記録は理解度（習熟度）評価も記入し、保管する。 3) 外部団体等の講習会も活用する。	
17	第1種貯蔵所位置等変更許可申請	貯蔵所の位置、構造若しくは設備の変更の工事をしようとするときは、都道府県知事の許可を受けなければならない。 1) 変更明細書（案）の作成（1項を参照） 2) 都道府県との調整（2項を参照） 3) 第1種貯蔵所位置等変更許可申請書の提出（3項を参照） 4) 貯蔵所変更許可書の交付 5) 設備の変更工事着工（5項を参照） 6) 完成検査の申請（6項を参照） 7) 貯蔵設備管理規程の改正 法的規制はないが、自主的に制定した当該基準を、貯蔵所の変更に伴い必要な修正を加え改正することが望ましい。 8) 保安教育計画の改正 法的規制はないが、貯蔵設備の変更に伴い必要な修正を加え、改正することが望ましい。 <u>以降、9項につなげる。</u>	法第19条、 一般則第27条 法第20条
18	製造施設等軽微変更届	1) 17項の変更が、経産省令で定める軽微な変更の工事に該当する場合には、許可申請は要さない。 2) 軽微な変更の工事をしたときは、その完成後遅滞なく、その旨を都道府県知事に届け出る。	法第14条第1、2項、 一般則第15条
19	承継届	相続、合併又は分割（当該第1種貯蔵所の許可に係る事業所を承継させるものに限る。）があつた場合、承継者は、一般則様式第8により、承継の事実を証する書面を添えて、遅滞なく都道府県知事に届け出る。	法第17条、 一般則第24条
20	危険時の対応	危険時の措置及び届出（注9）	法第36条、 一般則第84条
21	事故届（注10）		法第63条、
22	貯蔵所廃止の届出	一般則様式第26により、遅滞なく都道府県知事に届け出る。	法第21条、 一般則第43条

表4.1-7 特定高圧ガス消費の届（1/2）

No	実施事項	内容・留意点	法令条項
1	消費施設等明細書（案）の作成（注13）		法第24条の2 一般則第53条
2	都道府県との調整	1項の「消費施設等明細書（案）」を基に都道府県との調整を行い、届出方法、明細書（案）に問題がないことを確認する。また、必要な指導を受ける。	
3	特定高圧ガス消費届の提出	前記調整により必要な訂正を加え、消費施設等明細書を完成させ、特定高圧ガス消費届書（一般則様式第29）に添付して、都道府県知事に提出する。	法第24条の2、 一般則第53条
4	施設の設置工事	特定高圧ガス消費届書を受理をされた後、工事着工すること。	
5	消費施設管理規程の制定	法的規制はないが、高圧ガスの消費を開始するまでに消費施設の運用・維持管理に係る基準、保安管理に関する基準等を規定する当該基準を制定することが望ましい。 (第1種製造者用の危害予防規程を参照)	
6	保安教育計画の策定	法的規制はないが、消費を開始するまでに保安教育計画を策定することが望ましい。	
7	完成時検査	工事が完了したならば、“完成検査の方法”を参考に技術基準に適合していることを確認すること。	
8	消費の開始		
9	技術の基準維持	消費施設及び消費の方法を、技術上の基準に従い維持する。	法第24条の3
10	日常点検の実施（注4）	高圧ガスの消費は、消費設備の使用開始時及び使用終了時に消費施設の異常の有無を点検するほか、1日に1回以上消費設備の作動状況について点検する。	一般則第60条 第18号
11	帳簿の記載	特定高圧ガス消費のみでは帳簿の記載の法的規制はないが、高圧ガスの授受、設備の異常等につき記載を行うことが望ましい。	
12	規程の遵守	法的規制はないが、自主的に制定した“消費施設管理規程”に従い、施設管理、保安管理を実践することが望ましい。	
13	保安教育の実施	1) 法的規制はないが、自主的に制定した“保安教育計画”に従い、保安教育を実施することが望ましい。 2) 教育訓練の記録は理解度（習熟度）評価も記入し、保管する。 3) 外部団体等の講習会も活用する。	
14	定期自主検査の実施（注6）	設備が法で定める技術上の基準に適合しているか否かを、消費者自らが検査する（外注も可）。	法第35条の2、 一般則第83条

表4.1-7 特定高圧ガス消費の届（2/2）

No	実施事項	内容・留意点	法令条項
15	特定高圧ガス消費施設等変更届	<p>消費施設の位置、構造若しくは設備の変更の工事をしようとするときは、都道府県知事に届け出なければならない。</p> <p>1) 変更明細書（案）の作成（1項参照）</p> <p>2) 都道府県との調整（2項参照）</p> <p>3) 消費施設等変更届の提出（3項参照）</p> <p>4) 消費施設の変更工事着工（4項参照）</p> <p>5) 消費設備管理規程の改正</p> <p>法的規制はないが、設備変更に伴い必要な修正を加え、改正することが望ましい。</p> <p>6) 保安教育計画の改正</p> <p>法的規制はないが、設備変更に伴い必要な修正を加え、改正することが望ましい。</p> <p><u>以降、7項につなげる。</u></p>	<p>法第24条の4、</p> <p>一般則第56条</p>
16	消費施設等軽微変更記録	<p>1) 15項の変更が、経産省令で定める軽微な変更の工事に該当する場合には、届出は要さない。</p> <p>2) 軽微変更の届出は法的に不要であるが、設備台帳等に変更状況を明確に記載する。</p>	
17	承継届	<p>相続、合併又は分割（当該特定高圧ガス消費の届出に係る事業所を承継させるものに限る。）があつた場合、承継者は、一般則様式第29の2により、承継の事実を証する書面を添えて、遅滞なく都道府県知事に届出る。</p>	<p>法第24条の2第2項</p>
18	危険時の対応	危険時の措置及び届出（注9）	法第36条
19	事故届（注10）		法第63条
20	消費設備廃止の届	<p>一般則様式第31により、遅滞なく都道府県知事に届ける。</p>	<p>法第24条の4</p> <p>一般則第58条</p>

参考資料-9 水素の有効利用ガイドブック(水素の基本特性)

2. 水素の基本特性

2.1 水素の主要物性

原子番号1番の水素原子(元素記号はH)は、原子量が1.00794であり、すべての元素の中で最も軽く、最も小さい。水素分子(分子式は H_2)のことを一般に水素もしくは水素ガスと呼んでいる。水素は火災、爆発の危険性の高いガスとして認識されており、ここでは水素の全般的な物性を示し、水素を安全に取り扱う上で参考となるように、関連する物性データをできるだけ掲げるようにした。

水素は、常温、常圧で無色、無臭、無味の可燃性ガスであり、酸欠(窒息性)を除いてその毒性は知られていない。

地球において単体の水素は大気中にのみ存在し、その組成は乾燥大気換算で0.5 ppm程度ときわめて希薄である。地殻中では化合物として存在し、その存在度は質量比で0.14 %程度であるが、元素全体の10番目である。水素原子は、大気および地殻にほとんど存在しないが、海洋中の水(H_2O)として多量に存在している。

水素分子は、2個の原子核(水素原子の原子核は1個の陽子からなる)と2個の電子を有する。2個の原子核スピンの平行であるか、あるいは反対向きであるかによって2種の水素分子が存在する。原子核スピンの平行な水素分子をオルト水素($o-H_2$)、反対向きの水素分子をパラ水素($p-H_2$)と呼んでいる。

分子内エネルギーはパラ水素の方が低く、低温ではパラ水素の存在比が増加する。高温ではボルツマン分布にしたがい、オルト水素75 %、パラ水素25 %の混合物になる。これをノルマル水素($n-H_2$)と呼んでいる。

その平衡組成と絶対温度の関係を、表2.1-1に示す。表2.1-1の絶対温度[K]とパラ水素濃度[%]をグラフに表したものが、図2.1-1である。20 K以下ではパラ水素のみとなる。温度が上がるとパラ水素はオルト水素に変換され、200 Kで3 : 1のオルト水素対パラ水素の平衡組

成が達成され、この組成は500 Kまではほとんど変わらず、ノルマル水素の組成に相当する。この転換反応が平衡に到達するまでの時間は、低温ではかなり遅い。

表2.1-1 パラ水素の平衡濃度と転換熱量の温度依存性 [1][3]

絶対温度 [K]	パラ水素の平衡濃度 [%]	ΔH [kJ/mol]
0	100.0	1.0627
10	100.0	
20	99.82	
25	99.01	
30	97.02	
35	93.45	1.0621
40	88.73	
50	77.05	
60	65.39	
75	51.86	
100	38.62	0.9710
150	28.60	0.3302
200	25.97	
273	25.13	
300	25.07	
500以上	25.00	

ΔH : ノルマル水素がパラ水素へ転換する際の発熱量

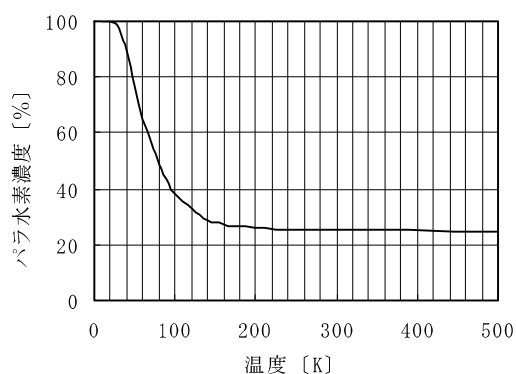


図2.1-1 温度とパラ水素濃度の平衡関係 [1][3]

ノルマル水素が、3:1のオルト水素対パラ水素の比率になる理由は、オルト水素の合成スピン量子数が1であるのに対し、パラ水素の合成

スピン量子数が0であるためである。スピン量子数が1の場合、磁気量子数は3つの状態をとることができるが、スピン量子数が0の場合、磁気量子数は1つの状態しかとり得ない。したがって、オルト水素は内部状態が3つあり、パラ水素は1つだけであるため、3:1の比率が成立する。

オルト、パラ水素の化学的性質の差異はないが、エンタルピー、エントロピーおよび熱伝導度のような熱的特性に関する物性値に明確な差がある。その他の物性はほとんど変わらない。

水素の主な物理的性質を窒素および酸素と比較したものを表2.1-2に示す。水素ガスの分子量は2.0159 g/molで、すべての気体中で最小である。このことが、水素の物性値に大きな影響を及ぼす。水素は、気体、液体、固体の状態、あらゆる物質の中で最小の密度となる。水素のガス密度は、273.15 K(0 °C)、1気圧において0.0899 kg/m³で、空気に対する比重は0.0695になる。窒素、酸素のガス密度と比較すれば、その小ささが理解できる。また、分子の大きさは2.4~3.1 Åで小さい。このため、水素分子は酸素の4倍の運動速度を持っており、最大の拡散速度を持つ。大気中に水素が存在しにくい理由も、地球脱出速度の11.2 km/sを超える運動速度を持つものがあるからである。

以下、圧縮水素ガスと液体水素に分けてデータを掲載する。水素ガスの場合100 K(-173.15 °C)以上ではノルマル水素に対する値で、液体水素ではパラ水素のデータが主になる。また、ここで使用している圧力は絶対圧力で表記してある。

2.1.1 圧縮水素ガスの基本物性

(1) 気体の密度

表2.1-3に、水素ガス密度の温度並びに圧力による変化を示す。ガス密度の温度と圧力との関係を明確にするため、表の値を図に表す。

図2.1-2が、水素ガス密度と温度との関係である。同一の図に異なる数種の圧力条件での密

度変化を併記してある。圧力一定であれば、温度が高くなるほどガス密度は減少する。

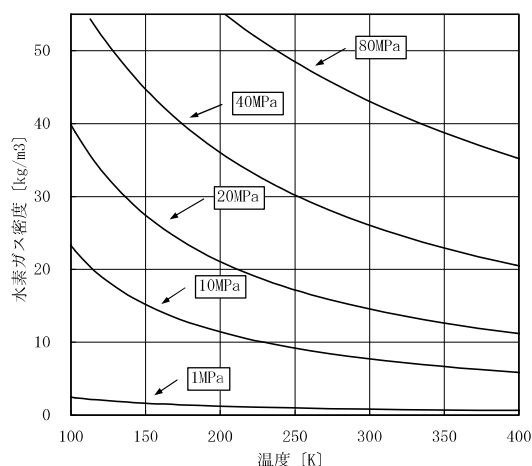
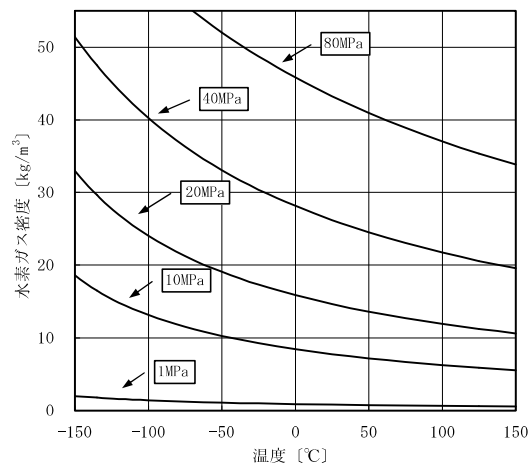


図2.1-2 水素ガス密度の温度との関係[表2.1-3]

また、図2.1-3に、水素ガス密度と圧力との関係を示す。図には、異なる温度条件での密度変化を複数表示してある。温度が低いほど、圧力によるガス密度の変化率が大きい。一定の温度条件においてガス密度は圧力に対して正比例しない。理想気体であれば、温度または圧力に対するガス密度の変化は一次関数として表される。実在気体は、図のように曲線関係になり、理想気体からのずれが発生する。

表2.1-2 水素と他のガスとの物理的特性の比較 [1][2][3][4][7][8]

	単位	水素	窒素	酸素
化学式		H ₂	N ₂	O ₂
分子量		2.0159	28.01348	31.9988
原子間距離	Å	0.7414	1.0977	1.2074
気体密度(273.15K、0.101MPa)	kg/m ³	0.08988	1.2506	1.4291
臨界密度	kg/m ³	31.426	314	436
液体密度(沸点、0.101MPa)	kg/m ³	71	808	1440
固体密度	kg/m ³	807.8(11.15K)	1026(20.65K)	1425(20.65K)
逆転温度	K	215	621	893
	°C	-58	348	620
臨界温度	K	33.18	126.20	154.58
	°C	-239.97	-146.95	-118.57
標準沸点	K	20.380	77.35	90.17
	°C	-252.770	-195.80	-182.98
三重点温度	K	13.997	63.15	54.36
	°C	-259.153	-210.00	-218.79
標準融点	K	13.55	63.14	54.75
	°C	-259.6	-210.01	-218.4
臨界圧力	MPa	1.3150	3.400	5.043
三重点圧力	kPa	7.20	12.53	0.152
イオン化エンタルピー	kJ/mol	1488.41	1593.36	1164.7
解離エネルギー(298.15K)	kJ/mol	436	945	498
蒸発エンタルピー(沸点)	kJ/kg	446	199	213
	kJ/mol	0.899	5.579	6.816
融解エンタルピー(三重点)	kJ/g	58.2	25.7	13.8
	kJ/mol	117	720	442
定圧モル熱容量(298.15K、0.101MPa)	J mol ⁻¹ K ⁻¹	28.83	29.124	29.36
定圧比熱	kJ kg ⁻¹ K ⁻¹	14.3	1.039	0.9175
C _p /C _v (300K、0.101MPa)		1.405	1.401	1.396
熱伝導度(300K)	10 ⁻³ W m ⁻¹ K ⁻¹	182.8	25.9	26.74
van der Waals係数 a	MPa dm ⁶ mol ⁻²	0.02446	0.1388	0.1400
b	dm ³ /mol	0.02643	0.0387	0.03186
拡散係数(273.15K、0.101MPa、空気)	cm ² /s	0.61	0.18	0.18
粘性率(290K)	10 ⁻⁶ Pa s	8.7	16.45	18.96
Bunsen吸収係数α(298.15K溶解度)		0.0175	0.0141	0.0283

表2.1-3 水素ガスの密度 (単位: kg/m³) [1] [4]

温度 [K]	98.15	103.15	113.15	123.15	138.15	153.15	173.15	198.15	223.15	248.15	273.15	298.15	323.15	348.15	373.15	398.15	423.15									
温度 [°C]	-175	-170	-160	-150	-135	-120	-100	-75	-50	-25	0	25	50	75	100	125	150									
圧力 [MPa]	0.101	1.013	3.040	5.066	10.133	20.265	30.398	35.464	40.530	45.596	50.663	60.795	70.928	81.060	91.193	101.325	111.458	121.590	131.723	141.855	151.988	162.120	172.253	182.385	192.518	202.650
	0.2503	0.2382	0.2171	0.1994	0.1777	0.1603	0.1418	0.1239	0.1100	0.0989	0.0899	0.0823	0.0760	0.0705	0.0658	0.0617	0.0580									
	2.5095	2.3837	2.1675	1.9882	1.7694	1.5945	1.4094	1.2312	1.0934	0.9834	0.8937	0.8190	0.7558	0.7017	0.6548	0.6139	0.5777									
	7.5348	7.1359	6.4605	5.9096	5.2471	4.7215	4.1701	3.6427	3.2361	2.9123	2.6480	2.4279	2.2421	2.0826	1.9446	1.8238	1.7172									
	12.4778	11.7934	10.6501	9.7257	8.6210	7.7537	6.8474	5.9838	5.3187	4.7903	4.3582	3.9990	3.6951	3.4344	3.2086	3.0110	2.8363									
	23.8433	22.5452	20.3638	18.6057	16.5072	14.8636	13.1517	11.5197	10.2633	9.2635	8.4460	7.7644	7.1869	6.6904	6.2593	5.8816	5.5472									
	33.2015	31.5538	28.7049	26.3586	23.5126	21.2582	18.8819	16.6048	14.8423	13.4328	12.2767	11.3095	10.4869	9.7786	9.1612	8.6199	8.1395									
	40.6630	38.8523	35.6750	32.9781	29.6439	26.9461	24.0603	21.2624	19.0756	17.3168	15.8661	14.6468	13.6067	12.7081	11.9240	11.2332	10.6192									
	46.6591	44.8161	41.5044	38.6219	34.9834	31.9897	28.7330	25.5241	22.9905	20.9359	19.2299	17.7923	16.5583	15.4908	14.5554	13.7300	12.9946									
	51.5875	49.7593	46.4260	43.4762	39.6698	36.4713	32.9499	29.4255	26.6110	24.3098	22.3880	20.7589	19.3564	18.1363	17.0663	16.1174	15.2720									
		53.9593	50.6569	47.6920	43.8001	40.4799	36.7698	33.0075	29.9665	27.4602	25.3570	23.5620	22.0089	20.6546	19.4622	18.4032	17.4573									
			54.3403	51.3957	47.4787	44.0895	40.2532	36.3092	33.0874	30.4113	28.1511	26.2132	24.5299	23.0557	21.7539	20.5936	19.5561									
				54.6922	50.7841	47.3585	43.4365	39.3609	35.9973	33.1824	30.7875	28.7252	26.9273	25.3459	23.9456	22.6958	21.5757									
				57.6577	53.7794	50.3391	46.3654	42.1943	38.7184	35.7858	33.2810	31.1103	29.2093	27.5356	26.0479	24.7154	23.5188									
					55.5983	51.5875	47.2975	43.6663	40.5621	37.8806	35.5363	33.4694	31.6353	29.9984	28.5257	27.1976	25.9961									
						56.1257	51.7871	48.0637	44.8462	42.0409	39.5658	37.3705	35.4099	33.6520	32.0637	30.6245	29.3200									
							55.7823	52.0129	48.7207	45.8263	43.2539	40.9596	38.8985	37.0445	35.3609	33.8301	32.4442									
								55.5945	52.2540	49.2983	46.6537	43.9844	42.1419	40.2082	38.4442	36.8368	35.3609									
									55.4998	52.5006	49.8034	47.3723	45.1698	43.1692	41.3421	39.6686	38.1200									
										55.4693	52.7351	50.2603	48.0050	45.9520	44.0713	42.3439	40.7518									
											58.2407	55.4781	52.9684	50.6736	48.5759	46.6490	44.8747									
												60.8337	58.0525	55.5199	53.1917	51.0576	49.0923									
													63.2727	60.4805	57.9269	55.4118	53.0257									
														65.5728	62.7756	60.2099	57.8334									
															67.7526	64.9521	62.3767									
																69.8191	67.0225									
																	71.7870									
																		73.6633								
																			75.4600							
																				69.8187	66.4057	63.9991	61.7678	59.6870	57.7541	55.8374
																					62.0390	59.8187	57.7541	55.8374	53.9748	52.2253
																					64.4386	62.0390	59.8187	57.7541	55.8374	53.9748
																					66.4057	63.9991	61.7678	59.6870	57.7541	55.8374
																					68.2867	65.8761	63.6369	61.5449	59.5966	57.6686
																					70.8747	68.2867	65.8761	63.6369	61.5449	59.5966
																					72.6772	70.0896	67.6773	65.4304	63.3278	61.3688