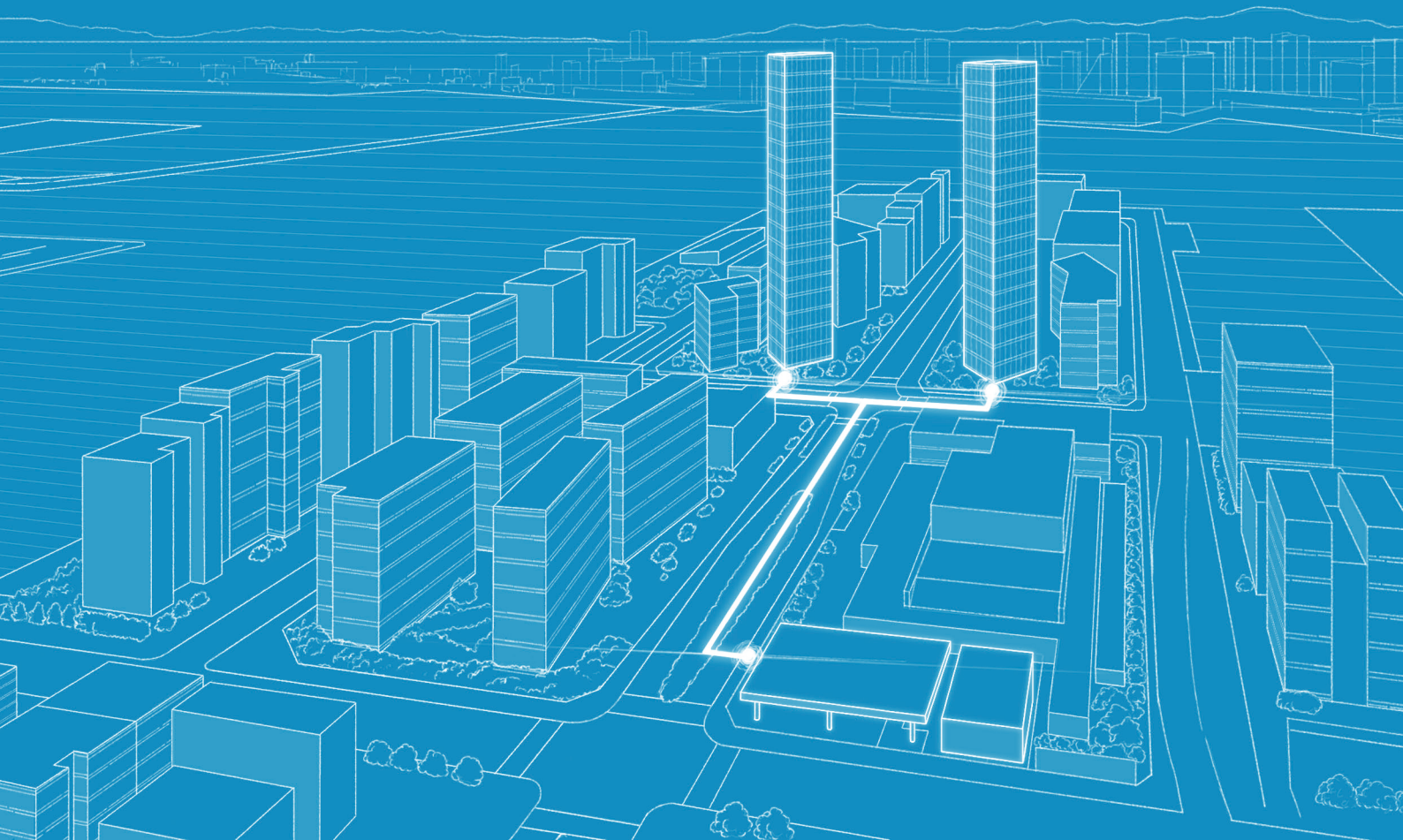




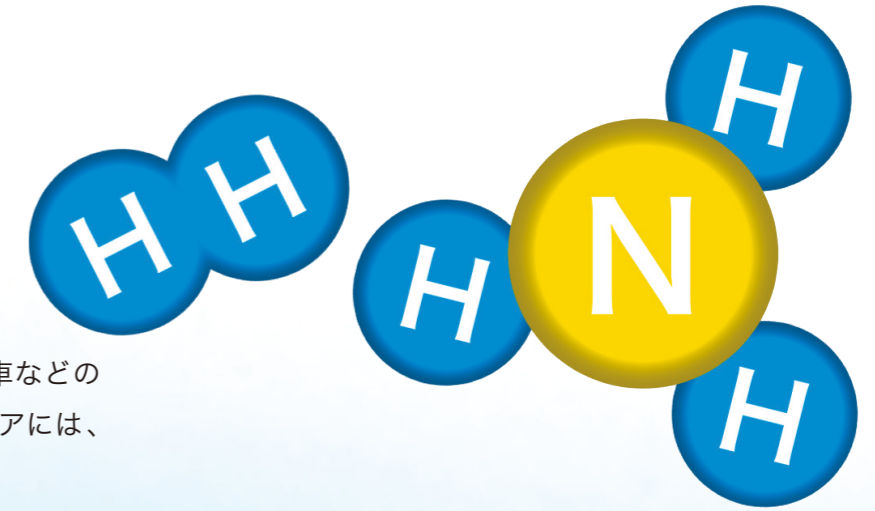
経済産業省
Ministry of Economy, Trade and Industry

水素・ アンモニア等の 保安について



水素・アンモニアの性質

～水素・アンモニアの安全な利用のために～



昨今、カーボンニュートラル実現に向けた鍵となる新たなエネルギー源として、水素 (H₂) やアンモニア (NH₃) を活用する取組が進められています。発電や自動車などの燃料として一部が既に実用化されており、今後水素は新たなエネルギー源として、より身近なものになっていくと考えられます。一方水素・アンモニアには、既存のエネルギー源である天然ガス等と比べ、以下のような**特徴的な性質があり**、これらの性質を十分に理解して取り扱う必要があります。

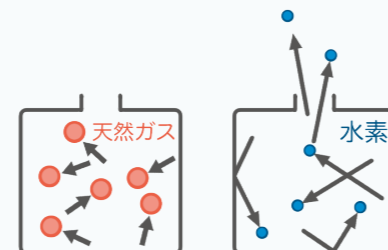
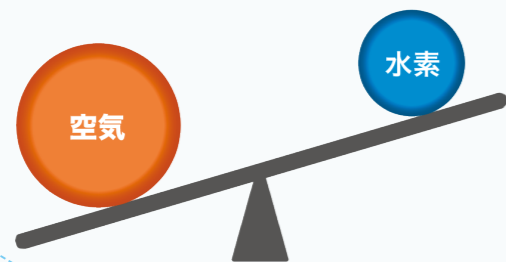
水素の性質について

水素は分子式H₂で表される、常温・常圧で気体 (ガス状) の物質です。

HYDROGEN

水素はあらゆるガスの中で**最も軽い**という特徴を持っています。

水素は他のガスと比べて**拡散しやすい**ため、**こくわずかなすきまからも漏えい**する可能性があります。



水素は**無色・無臭**のガスであり、そのままの状態では人間の感覚で検知することが困難です。また水素が燃焼したときの**火炎もほとんど目に見えません**。

空気より軽い

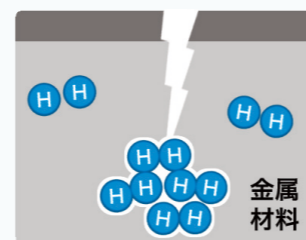
拡散しやすい

無色・無臭

水素の性質

金属材料を脆化させる

水素には、一部の金属材料中に侵入し、強度等を低下させる性質があります。



着火しやすい

爆発のおそれがある



水素は**可燃性のガス**で、**静電気程度のわずかな火元**で着火する可能性があります。また着火後は、**爆発を起こすおそれ**があります。



静電気注意

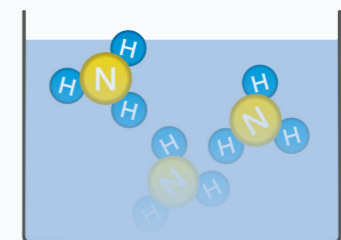
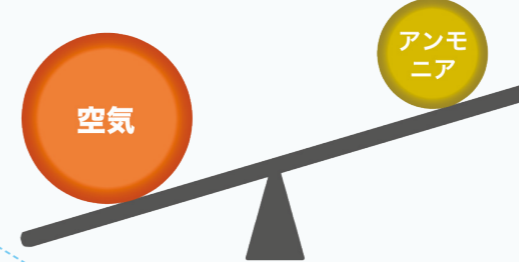
アンモニアの性質について

アンモニアは分子式NH₃で表される、常温・常圧で気体 (ガス状) の物質です。

AMMONIA

水素よりは重く空気よりは軽いという特性を持っています。

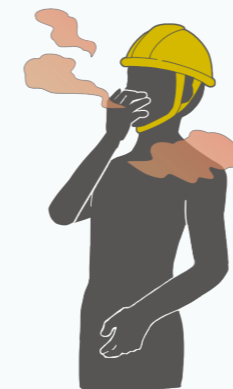
アンモニアは水に溶けやすい特性を有しています。アンモニア水溶液はアルカリ性を有します。



アンモニアは強い刺激臭を持つ気体です。

空気より軽い

水に溶ける



強い刺激臭

アンモニアの性質

強い毒性を有する

アンモニアは毒劇法において劇物に指定されています。



可燃性を有する

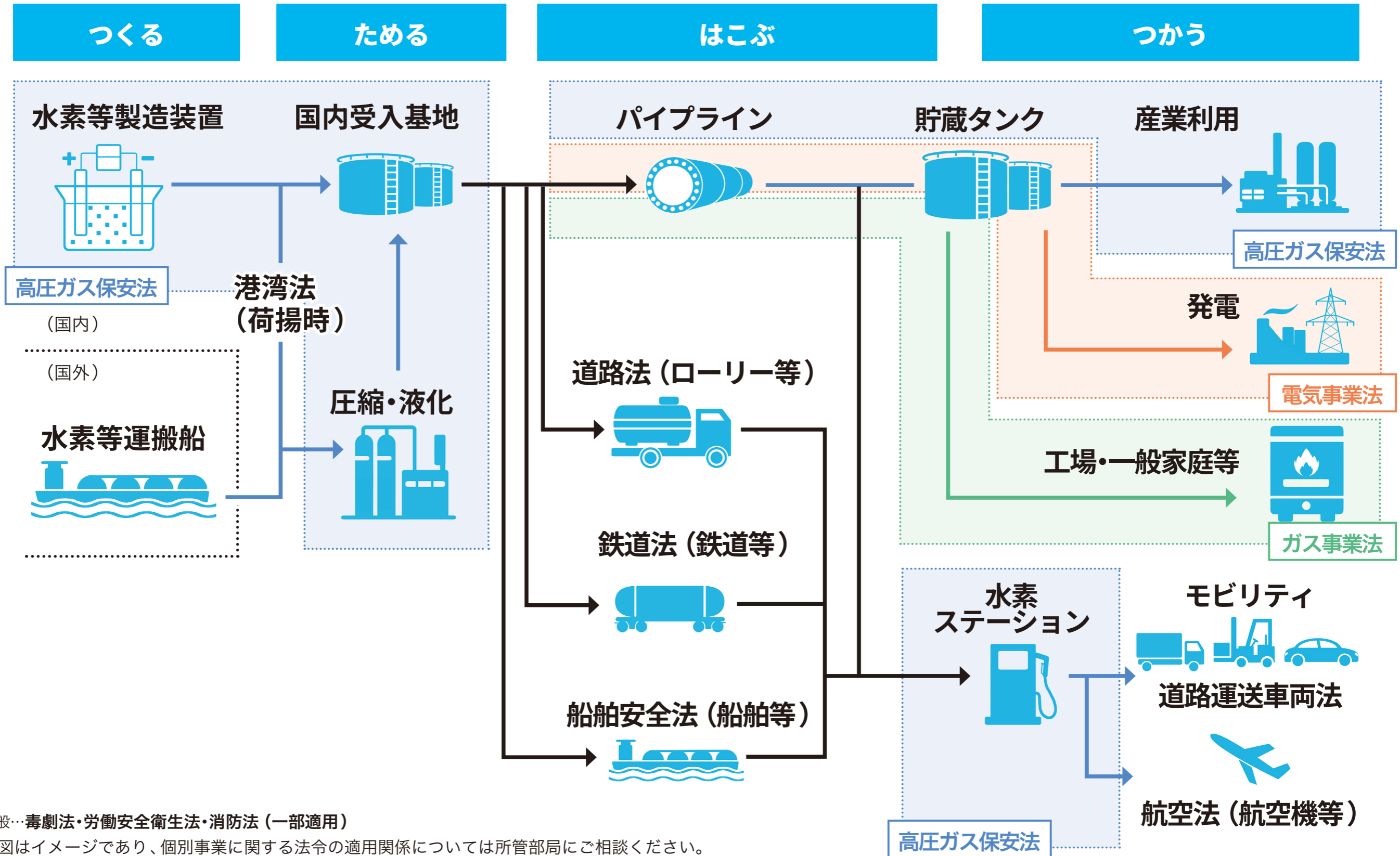
腐食性を有する

燃焼性は弱いので、ガスに点火しても燃えませんが、空気と混合したガスは発火源があると火炎が全体に伝播します。



アンモニアは酸と激しく反応し、腐食性を示します。また、銅、アルミニウム、亜鉛およびこれらの合金を侵す性質があります。

水素・アンモニアサプライチェーンと関係法令



全般…毒劇法・労働安全衛生法・消防法 (一部適用)
 本図はイメージであり、個別事業に関する法令の適用関係については所管部局にご相談ください。

水素・アンモニアに関する産業保安関係法令

水素・アンモニアを製造・使用する場合、使用形態等に応じて以下の産業保安法令の遵守が求められます。

常温で1MPa以上の水素・アンモニアガス、液化水素・液化アンモニアの場合

高圧ガス保安法

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、移動その他の取扱い及び消費並びに容器の製造及び取扱いを規制します。

高圧ガス保安法に該当する例

- ・ 常温で1MPa以上の水素・アンモニアガス
 - 圧縮ガスに該当
 - ・ 常用の温度で圧力1MPa以上
 - ・ 温度35°Cで圧力1MPa以上
- ・ 液化水素・液化アンモニア
 - 液化ガスに該当
 - ・ 常用の温度で圧力0.2MPa以上
 - ・ 0.2MPa以上になる温度が35°C以下

詳細はこちらまで

経済産業省
産業保安・安全グループ 高圧ガス保安室



発電用途の水素・アンモニアの場合

電気事業法

発電所や燃料電池などを電気工作物として設置する場合、工事・維持・運用の安全確保の枠組みで、保安体制の構築や検査等により安全を確保する法令です。

電気事業法に該当する例

- ・ 燃料電池に使用される水素
- ・ 火力発電（専焼・混焼）に使用される水素・アンモニア

詳細はこちらまで

経済産業省
産業保安・安全グループ 電力安全課



一般の需要に供される水素の場合

水素社会推進法（水素等供給等促進法）

低炭素水素等の供給・利用を早期に促進するため、「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行のための低炭素水素等の供給及び利用の促進に関する法律（水素社会推進法・水素等供給等促進法）」が成立し、令和6年10月に施行されました。この法律では、認定を受けた計画に基づく設備は、経済産業大臣の承認を受ければ、高圧ガスの製造開始から3年間、国が保安を確保するための検査を行うことを可能とする等の高圧ガス保安法の特例が措置されています。

詳細はこちらまで

経済産業省
産業保安・安全グループ 産業保安企画室



ガス事業法

導管でガスを供給する場合、ガス工作物を技術基準に適合するよう維持し、需要家保安や緊急時対応を含めて安全を確保します。

ガス事業法に該当する例

- ・ 工場や一般家庭等に供給される水素

詳細はこちらまで

経済産業省
産業保安・安全グループ ガス安全室



水素・アンモニアに関する関係法令

水素・アンモニアを製造・使用する場合、使用形態等に応じて以下の法令の遵守が求められます。

全般に係る法令

労働安全衛生法

- ・水素・アンモニアを取り扱う作業全般に適用されます。
- ・水素は危険物（可燃性ガス）に該当し、取扱い時は爆発や火災の防止対策が求められます。アンモニアは有害性の観点から、ばく露対策の実施等が必要です。
- ・ボイラー及び圧力容器安全規則において、ボイラーや圧力容器に関する安全基準が定められています。

消防法

- ・火災の予防・警戒・調査、消防設備、消火活動、救急業務、危険物の取扱いなどを規定しています。
- ・水素・アンモニアの取扱いについては防火対策として適用される可能性があります。

毒劇法

- ・アンモニアを製造・輸入・販売・譲渡する際に適用されます。
- ・アンモニアは「劇物」に該当し、劇物表示や所定の方法での保管、事故時の届出等が求められます。

各ユースケースに係る法令

港湾法

- ・港湾区域内における水素・アンモニアの受入拠点整備（ターミナル・荷役施設）に適用されます。
- ・港湾計画の設定や港湾施設としての整備・管理、港湾区域内の占有・使用許可等が求められます。

道路運送車両法

- ・圧縮水素等を燃料とする燃料電池自動車（FCV等）に、適用されます。
- ・車両の構造・装置（燃料装置、ガス容器、附属品等）の安全基準との適合が求められます。
- ・FCV等に関する保安基準等の規制合理化が行われています。

道路法

- ・圧縮水素やアンモニアを積載した車両が特定のトンネル区間を通行する場合や、高速道路の水素ステーション（道路占有の規定）に適用されます。
- ・通行禁止・制限への対応や道路占有許可の取得が求められます。

船舶安全法

- ・水素・アンモニアを船舶の燃料（バンカリング含む）や搭載物として扱う場合に適用されます。
- ・水素燃料電池船／水素・アンモニアに関するバンカリングのガイドライン等が策定され、安全対策が整理されています。

航空法

- ・水素を航空機燃料や搭載物として扱う場合に適用されます。
- ・航空法に基づく耐空証明および型式証明の対象となり、燃料システムを含む安全性評価を受ける必要があります。

鉄道事業法

- ・圧縮水素ガスを燃料とする車両（燃料電池車両）に適用されます。
- ・具体的には、水素ガスの貯蔵・供給システム及び水素ガスを使用する発電システムに関して車両走行時等の安全の確保が求められます。

水素実験・実証アライアンス

水素の実験・実証環境を有する関係機関が有機的に連携し、円滑な実験・実証環境の実現を目指すパートナーシップです。水素安全の確保を証明する科学的データの取得に必要な実験・実証環境を提供しています。

1 JAXA 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 能代ロケット実験場 (秋田県能代市)

液化水素の大規模・超高压実験の実施。能代ロケット実験場は、1973年以降の液体ロケットエンジン研究開発を通じて獲得した、液化水素に関する様々な試験技術と広大な屋外試験スペース、1km以上の保安距離を設定可能な立地を活用し、近年では、わが国の水素社会構築を目指す研究開発事業に貢献。2025年には、液化水素システムに対する様々なシビアアクシデントの影響評価が可能なリモート実験設備として、能代ロケット実験場「南地区」を拡張。

【出典】JAXAウェブサイト
<https://www.isas.jaxa.jp/about/facilities/noshiro.html> https://x.com/JAXA_NTC



4 CERJ 一般財団法人化学物質評価研究機構 東京事業所 (埼玉県北葛飾郡)

高压環境下での高分子材料への水素適合性評価を実施。

【出典】CERJウェブサイト
<https://www.cerj.or.jp/>



5 HySUT 一般社団法人水素供給利用技術協会 水素技術センター (山梨県甲府市)

実際の商用水素ステーションと同様の実環境下における各種試験が実施可能。

【出典】HySUTウェブサイト
<http://hysut.or.jp/>



2 JARI 一般財団法人日本自動車研究所 城里事業所 (茨城県東茨城郡)

水素漏えい、火災、燃焼、爆発リスクの伴う評価試験及び高压水素容器に関わる各種試験を実施。

【出典】JARIウェブサイト
<https://www.jari.or.jp/test-courses/stc/>



6 KHK 特別民間法人高压ガス保安協会 総合研究所 (東京都町田市)

水素ステーションの蓄圧器、FCV用FRP容器、水素用高压ガス設備等の各種試験 (水圧サイクル試験、破裂・耐圧試験、材料試験) や構造解析による研究開発支援・製品評価を実施。大型蓄圧器のサイクル試験、破裂・耐圧試験や300L級水素スタンド用蓄圧器等のサイクル試験に対応可能。



【出典】KHKウェブサイト
https://www.khk.or.jp/research_development/research_institute/

3 NIMS 国立研究開発法人 物質・材料研究機構 (茨城県つくば市)

水素関連材料等に関する研究を実施。2024年10月、低温の水素環境下における材料の機械的性質を評価する試験設備の本格運転に向けて稼働を開始。従来に比べて低温の水素環境下での材料試験領域を世界初の温度・圧力領域 (温度: 20K~353K、圧力: 常用~10MPa) に拡大。

【出典】NIMSウェブサイト
<https://www.nims.go.jp/index.html>



7 JIA 一般財団法人日本ガス機器検査協会名古屋検査所 (愛知県小牧市)

ガス燃焼機器の検査の中核拠点として、最新設備を備えた先進的な施設。水素ガス消費機器に関する試験設備も保有しており、設備利用のほか、水素ガス消費機器 (業務用水素ガス厨房機器) の検査認証を実施。

【出典】JIAウェブサイト
<https://www.jia-page.or.jp/>



8 HyTReC 公益財団法人水素エネルギー製品研究試験センター (福岡県糸島市)

水素ステーションで使用される大型水素容器をはじめ、水素ガス環境下で使用されるバルブ、センサー、ホースなどの耐久性試験や共同研究開発などを実施。



【出典】HyTReCウェブサイト <https://www.hytrc.jp/>



水素取扱い時の留意点

(※1)参考:国土交通省「港湾における水素・アンモニアの受入環境整備に係るガイドライン(案)」

(※2)出典:繁森,水素の物性と安全な取り扱いについて,低温工学(2020)

(※3)参考:井上,水素の安全利用,電気設備学会(2016)

(※4)参考:佐藤,安全に関わる水素の性質,安全工学(2005)

(※5)参考:三宅,水素の爆発と安全性,水素エネルギーシステム(1997)

(※6)参考:小林,カーボンフリーアンモニア燃焼,日本燃焼学会(2016)

(※7)出典:富山県「高圧ガスの性質と緊急時の措置」

(※8)出典:埼玉県高圧ガス保安対策推進部「高圧ガス事故対応マニュアル」

漏えい時の挙動

【液化水素の挙動^{※1}】

- ・配管中にピンホールが発生した場合、外部からの入熱により蒸発するため、ガスとして流出する。
- ・温度が-251.05°Cに達するまでの間は、水素ガスは空気よりも密度が重いため、浮上せず滞留する。
- ・-251.05°C以上になると、空気より軽くなり大気中を上昇し、短時間で拡散する。

漏えい時の注意点

【無色・無臭】

- ・水素ガス及び液化水素は無色であり、水素ガスは無臭であるため、人間の感覚で検知することが難しい。
- ・水素が燃焼したときの火炎はほとんど目に見えない。

【高い拡散性】

- ・分子の大きさが小さく、拡散係数があらゆる気体の中で最も大きい(0.61cm²/s(常圧、空気中、20°C)^{※2})
- ・他のガスと比べ分子が速く動き、拡散しやすい。

【着火しやすい】

- ・最小着火エネルギー(0.02mJ)が、天然ガスの主成分であるメタン(0.274mJ)の1/10以下に相当するため、静電気等のわずかなエネルギーでも着火するおそれがある。
- ・水素等の可燃性ガスの燃焼は、着火源に加え、酸素等の支燃性ガスとともに特定の濃度範囲で存在する必要がある。この範囲を燃焼範囲といい、水素は4.0~75.0vol%(空気中)である。^{※2,3,4}

【爆発のおそれ】

- ・水素と酸素が2:1の割合(化学量論組成)に近い混合ガスに点火すると、激しい爆発を起こす。^{※2,※5}
- ・燃焼速度が大きく、爆風圧が大きい。^{※4,※6}

緊急時の対応

【漏えい時^{※7}】

- ・バルブを閉めるなど、漏えいを止める。
- ・容器からの漏えいが止まらない場合は、周囲に火気のない通風のよい場所へ移動する。
- ・施設からの漏えいが止まらない場合には、通風をよくして火気を断つ。

【火災時^{※1 ※8}】

- ・ガスの供給を遮断し、粉末消火器や大量の水で消火する。ガスが滞留しないように通風をよくする。
- ・水素ガスの火炎は見えにくいいため、消火剤を周囲に噴霧して、炎の位置と大きさを確認し、風上から消化する。
- ・消火するとガスの滞留により爆発を引き起こす可能性があるため、ガスの供給を遮断できない場合は、消火しない。拡大延焼を防止するため、周囲に噴霧散水し、鎮火を待つ。
- ・消火には火炎を囲い込むように大量の粉末消火剤を短時間内に放出する必要がある。

アンモニア取扱い時の留意点

(※1) 参考:国土交通省「港湾における水素・アンモニアの受入環境整備に係るガイドライン(案)」
 (※2) 出典:一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター「物質(ガス)の危険性」
 (※3) 出典:大嶋・安部「燃料アンモニアの利活用におけるリスクと保険」(日本マリンエンジニアリング学会誌第58巻第2号、2023)
 (※4) 出典:富山県「高圧ガスの性質と緊急時の措置」
 (※5) 出典:国立医薬品食品衛生研究所「化学物質の安全性に関する情報:AEGL情報:アンモニア」
 (※6) 出典:日本肥料アンモニア協会「高圧ガス(液化アンモニア)の移動に関する基準」

漏えい時の挙動

【液化アンモニアの挙動^{※1}】

- ・ 気化速度が極めて遅く、液体として残留しプール状に溜まる。プール上の液化アンモニアからガスが発生する。
- ・ 液化アンモニアから発生した低温のアンモニアガスは、空気中の水分を凝結させ、水分とアンモニアガスが結合したエアロゾルとなり、浮上せず地を這うように拡散する。
- ・ アンモニアガスの温度が高い場合は、白い蒸気雲となり、地面近くから浮上し拡散する。

漏えい時の注意点

【微燃性】

- ・ 燃焼性は弱く、配管より流出したガスに点火しても燃えないが、空気と混合したガスは発火源から火炎が全体に伝播して弱い燃発を起こす。
- ・ 燃焼範囲は空気中濃度15~28vol%。最小着火エネルギーは8mJ~680mJでメタン(0.274mJ)と比較して高いため、メタンなどの既存燃料と比較して燃えにくいものと考えられる。^{※2,3,4}

【毒性】

- ・ 許容濃度:25ppm(日本産業衛生学会)
- ・ 脱出限界濃度:300ppm(NIOSH:米国労働安全衛生研究所及びOSHA:米国職業安全衛生局)
- ・ 有害性物質の公衆に対する閾値濃度として定められた急性曝露ガイドラインレベル(AEGL)は下図のとおり。^{※5}

	10 mins	30 mins	60 mins	4 hrs	8 hrs
AEGL 1	30	30	30	30	30
AEGL 2	220	220	160	110	110
AEGL 3	2,700	1,600	1,100	550	390

単位:ppm

AEGL-1未満:「感知レベル」

不快な臭気・味覚・感覚刺激、あるいは軽度の無感覚性や無症候性の影響が生じる可能性がある。これらは一過性で非障害的である。

AEGL-1:「不快レベル」

感受性の高いヒトも含めた公衆に著しい不快感や、兆候や症状の有無に関わらない可逆的影響を増大させる空気中濃度閾値である。身体の障害にはならず一時的で、曝露の中止により回復する。

AEGL-2:「障害レベル」

公衆に避難能力の欠如や不可逆的あるいは重篤な長期影響の増大が生ずる濃度閾値である。

AEGL-3:「致死レベル」

公衆の生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡の増加が生ずる空気中濃度である。

緊急時の対応

【漏えい時^{※6}】

- ・ 風下の人は、風上などアンモニアガスのない安全な場所へ退避させる、必要あれば水で濡らしたタオル等で、口及び鼻を覆う。
- ・ 漏出した場所周辺にはロープを張り、立入りを禁止するとともに、作業には必ず保護具を着用し、風下で作業することをできるだけ避ける。
- ・ 少量の場合、漏出箇所を濡れた布等で覆い、遠くから多量の水で洗い流す。
- ・ 多量の場合、漏出箇所を濡れた布等で覆い、アンモニアガスに対して遠くから霧状の水をかける(廃液が河川等に流出しないよう注意)。

【火災時^{※6}】

- ・ 消火活動は必ず風上より行う。まずガスの漏出を止めることが原則であり、漏えいが安全に停止されない限り消火しない。
- ・ ガス漏れが多量で火災が発生している場合には、容器を放水で冷却するとともに、周囲に霧状に散水しガスの拡散を防止する。
- ・ 多量の液化アンモニアに注水すると急激にアンモニアが蒸発し火災が拡大する可能性があるため注水してはならない。
- ・ 消火剤として、水、粉末(ABC)消火剤、耐アルコール泡消火剤、炭酸ガス消火器などを利用する。

水素保安に関する問合せ先

水素・アンモニアの保安全般

経済産業省
産業保安・安全グループ 産業保安企画室
bzl-s-suiso-hoan@meti.go.jp

高圧ガス保安法

経済産業省
産業保安・安全グループ 高圧ガス保安室



ガス事業法

経済産業省
産業保安・安全グループ ガス安全室



電気事業法

経済産業省
産業保安・安全グループ 電力安全課
bzl-hatsuden-denan2@meti.go.jp

水素等のプロジェクトにおける 高圧ガス保安法等に関する問合せ

特別民間法人高圧ガス保安協会
水素等保安技術支援チーム 水素等保安技術相談窓口担当
TEL：03-3436-6103 Mail：suisosoudan@khk.or.jp



経済産業省

Ministry of Economy, Trade and Industry