

【資料】

危険物事故の対応にあたる者に必要とされる能力の基準(その 4)

危険物技術者(Hazardous materials technician)の能力

梅津隆弘

4-1 一般

4-1.1 緒言。危険物技術者は、認知レベル及び実務レベルの応急対応者の能力並びにこの章に掲げる能力全てを充足するように訓練されなければならない。また、危険物技術者は、適用される米国運輸省(DOT)、米国環境保護庁(EPA)、労働衛生安全局(OSHA)及び他の適切な州、地域又は地方の労働安全衛生規則義務を充足するようあらゆる付加的訓練を受けなければならない。

4-1.2 定義。危険物技術者とは、危険物の放出又は可能性のある放出に対し、これらをコントロールする目的で対応する者である。危険物技術者は、特殊な化学物質保護衣及び特殊なコントロール装備を使用することが求められる。

注。危険物技術者とは、危険物事故対応のための装備並びに知識及び技能を有する者であり、海上保安庁では特殊救難隊及び起動防除隊などが該当する。

残念ながら、日本においては危険物技術者に適応される労働安全衛生関係の法律・規則が不備であるため、これらに代わる組織内規則を制定する必要がある。この章の内容は、このような組織内規則を作成する上での参考になるものと考えられる。

4-1.3 目標。この章の目的は、次に掲げる任務を安全に実行するための知識及び技術を危険物技術者に付与することである。このため、危険物技術者は、認知レベル及び実務レベルの応急対応者の能力のほか、次に掲げることができなければならない。

- (a) 以下に掲げる任務実行により生じる結果の観点から、問題の重大性の判断のために危険物事故を分析すること。
1. 関係する特殊容器の特定、未知の物質の特定又はクラス分類並びに監視装備の使用による危険物の存在及びその濃度の確認のために、危険物事故を調査すること。
 2. 出版リソース、技術的リソース、コンピューター・データベース及び監視装備から、存在危険及び対応情報を収集し、解釈すること。
 3. 容器の損傷の程度を判断すること。
 4. 複数の物質が関係するとき、放出された物質及びその容器の蓋然性の大きい挙動を予測すること。
 5. コンピューター・モデル、監視装備又はこの分野の専門家を用いて、危険に晒さ

235－危険物事故の対応にあたる者に必要とされる能力の基準（その４）

れる地域の大きさを推定すること。

- (b) 以下に掲げる任務を遂行することにより、利用可能な人員、個人用保護具及びコントロール装備の能力範囲内での対応を計画立案すること。
 - 1. 危険物事故の対応目標を特定すること。
 - 2. 対応目標に基づき利用可能な、行動の可能性のある選択肢を特定すること。
 - 3. 与えられた行動の選択肢に基づき、要求される個人用保護具を選択すること。
 - 4. 適切な除染手続きを選択すること。
 - 5. 利用可能な人員、個人用保護具及びコントロール装備の能力の範囲内にあり、安全に関する考慮事項、地域緊急対応計画及び組織の標準作業手続きに沿った、行動計画を作成すること。
- (c) 以下に掲げる任務を遂行することにより、組織の標準作業手続き及び安全に関する考慮事項に沿った、結果好転のために計画された対応を実行すること。
 - 1. 地方事故管理系統(IMS)内で割当てられた危険物部門の任務を実行すること。
 - 2. 適切な呼吸器保護を有する液体飛沫保護衣及び対蒸気保護衣の両方(但し、これらに限定されない)を含め、適切な個人用保護衣を着装し、装着状態で作業し、脱装すること。
 - 3. 行動計画で特定されたコントロール機能を実行すること。
- (d) コントロール機能の効果を評価することにより、計画された対応の進捗状況を評価すること。
- (e) 以下に掲げる任務を遂行することにより事故を終了させること。
 - 1. 事故後の報告に関し支援すること。
 - 2. 事故評価に関し支援すること。
 - 3. 事故報告書及び記録を提出すること。

注. 上に掲げたように、対応者レベルとは異なり、危険物技術者にはかなり高度の知識・技能が要求されている。これらの知識には、化学、物理などに限定されたものではなく、安全工学がその範疇とする材料物性、危険性物質(日本の消防法の危険物ではなく、IMOのIMDG Codeをもその一部とする、ありとあらゆる危険物)、火災防止、爆発・破裂防止、試験・測定、検出・制御・警報、環境・測定、公害対策、個人防護、災害調査、法規・基準といった学問分野⁰⁾のものに加え、過去の事故事例から得られた教訓、危険評価、意思決定などの実務分野のものも含まれるものである。また、これらの技能には、検知器その他の装備に関する適用の可否判断能力、使用実務なども含まれる。

この章は、これらのうち、危険物技術者の最低限必要とされるものを提供するものである。

4-2 能力－事故の分析

4-2.1 危険物事故の調査。危険物技術者は、関係する特殊な容器を特定しなければならず、適切な装備が与えられたとき、未知物質の認識又はクラス分類し、危険物の特定を確認し、危険物の濃度を判断しなければならない。危険物技術者は次に掲げることができなければならない。

4-2.1.1 種々の特殊容器の例が与えられたとき、各々の容器を名称により特定し、当該容器の一般的な収納物質及びその危険クラスを特定すること。

4-2.1.1.1 以下に掲げる鉄道車両の例が与えられたとき、種類により各車両を特定し、当該車両の一般的な運搬物質及びその危険クラスを特定すること。

- (a) 低温液化ガスタンク車
- (b) 高压チューブ車
- (c) 非圧力タンク車
- (d) 空力により荷卸するホッパー車
- (e) 圧力タンク車

注。日本では、現在、船舶による鉄道車両の海上運送は行われていない。現在、鉄道貨物を輸送する鉄道会社は、旧国鉄系、民間系があり、これらで使用される貨物車両の構造の相違については判明しなかった。また、旧国鉄系では、上のうち(b)に相当する車両は存在していないと思われる。日本においては、鉄道貨物車両の海上輸送は行われていないため、詳細は割愛する(なお、日本における鉄道貨物車両の慣用記号については JIS E 4010 を参照のこと)。

4-2.1.1.2 以下に掲げる複合輸送形態タンクの例が与えられたとき、種類により各複合輸送形態タンクを特定し、各タンクの一般的な収納物質及びその危険クラスを最低 1 つ特定すること。

- (a) 複合輸送形態非圧力タンク
 - 1. IM-101 可搬タンク(IMO type 1)
 - 2. IM-102 可搬タンク(IMO type 2)

注。海上及び陸上の複合輸送に使用されるこの 2 つのタンク・コンテナは形状がほぼ同一(主に長さ 20ft のものが使用されており、矩形、楕円形又は円形の横断面を有する。相違の一つとして、配管及びマンホールの有無があり、IMO type1 は配管がタンク頂部の覆いの内部に納められており、IMO type2 は、通常、タンク端の外部に配管を有し、タンク頂部にマンホールを有しているとされる)であり、一般的に見受けられる(海陸輸送用タンク・コンテナの 90%以上を占めるとされる)タンク・コンテナである。これらの使用圧力は、IMO type1 については 25.4~100psig(ゲージ圧約 1.75~6.90 気圧)であり、IMO type2 については 14.5~25.4psig(ゲージ圧約 1.00~1.75 気圧)である。両者とも非圧力タンクに分類されており、こ

233－危険物事故の対応にあたる者に必要とされる能力の基準（その４）

これらの最大容量は、6,300 ガロン(約 23,877ℓ 24m³)である。いずれのタンクも危険物及び非危険物の輸送に用いられるが、IMO type1 の積載可能危険物には高度可燃性液体(引火点 0℃未満、日本の消防法の危険物の第 4 類の特殊引火物及び第一石油類の一部に相当し、二硫化炭素、エチルエーテル、アセトアルデヒド、酸化プロピレン、ガソリン、ベンゼン、トルエン、メチルエチルケトン、アクリロニトリル等が該当する。これらの危険クラスは 3 である)、腐食性液体(腐食性物質は米国運輸省(DOT)により、「接触部位の人の皮膚組織に可視的破壊又は付加逆的变化を引き起こすあらゆる液体又は固体若しくは鋼鉄又はアルミニウムに対して重篤な腐食速度を有する液体」として定義されている。これらの物質のうち、液体である一般的なものには硫酸、塩酸、フッ化水素酸、硝酸、酢酸、ギ酸、シアン化水素酸、水酸化ナトリウム溶液、ジエチレントリアミン、メチルアミン等が該当する。これらの危険クラスは 8 である。)及び毒性液体(毒性物質は米国運輸省(DOT)により、「輸送時に健康に対する危険をもたらすものとして人に対して毒性であることが知られており又は実験動物により実施された試験に基づき人に対して毒性であることが推定されている、気体以外の、物質」として定義されている。これらの物質のうち、液体である一般的なものには、アセトアルデヒド、アクロレイン、アニリン、クロロピクリンなどがある。これらの危険クラスは 6 である)があり、IMO type2 のそれには可燃性液体(引火点 0～60℃、日本の消防法の危険物の第 4 類の第一石油類及び第二石油類の一部及びアルコール類が該当し、ピリジン、アセトニトリル、メタノール、エタノール、軽油、灯油、キシレン等が該当する。これらの危険クラスは 2 である)、除草剤、樹脂及び殺虫剤などの中程度の危険性を有する製品がある^{1)～9)}。

(b) 複合輸送形態圧力タンク DOT 51(IMO type 5)

注. 海上及び陸上の複合輸送に使用される IMO type5 は、20ft の長さを有し、円形の横断面を有する鋼鉄又は軟鉄により作られることがほとんどの可搬タンクである。この使用圧力は 100～500psig(ゲージ圧 6.90～34.5 気圧)であり、最大容量は 5,500 ガロン(約 20,845ℓ 21m³)である。製造年が新しいものには、バネ加重式の圧力開放バルブの設置が義務付けられている。LPG、無水アンモニア、臭素、アルキルアルミニウムなどの液化ガス及び高揮発性液体の輸送に使用され、これらの危険クラスは 2(気体)、3(可燃性液体)等である。液面ゲージを除く、全ての開口はタンク頂部又はタンクの一端に一つにまとめられている。全てのバルブ、付属物、安全装置、計測装置等は、保護装置又は覆い内に収められ、機械的損傷から保護されていなければならない。充填又は排出配管には遮断バルブが設けられている^{1,2,3,4)}。

(c) 複合輸送形態特殊タンク

1. 低温液化ガス用複合輸送形態タンク(IMO type 7)

2. 集合ガス容器(tube module)

注. IMO type 7 は、液化アルゴン、液化ヘリウム、液化窒素、液化酸素などクラス 2(気体)の低温液化ガス用の可搬タンクである。タンク外殻及び内殻のとの間の空隙は断熱状態とされている^{3,10)}。

集合ガス容器(tube module)は、シリンダー、チューブ及びシリンダー束の組み合わせで、マニホールドにより相互に接続され、枠組み内に構成され、堅固に固着されたものをいう、と定義されている¹¹⁾。開放型枠組み内に恒久的に固着された、9~48 インチの数本の継ぎ目無し鋼鉄製シリンダーからなり、その使用圧力は 2,400psi(約 160 気圧)以上までのものがあり、ヘリウム、窒素、酸素などのクラス 2(気体)である圧縮気体に用いられる³⁾。

4-2.1.1.3 以下に掲げる貨物タンクの例が与えられたとき、各タンクの一般的な収納危険物及びその危険クラスを最低 1 つ特定すること。

- (a) 乾燥ばら荷タンク(dry bulk cargo tank)
- (b) MC-306/DOT-406 貨物タンク
- (c) MC-307/DOT-407 貨物タンク
- (d) MC-312/DOT-412 貨物タンク
- (e) MC-331 貨物タンク
- (f) MC-338 貨物タンク

注. 乾燥ばら荷タンクは、硝酸アンモニウム肥料、セメント、乾燥苛性ソーダ、プラスチック・パレットなどのクラス 4(可燃性固体)、クラス 5(酸化性物質)、クラス 8(腐食性物質)の危険物及び非危険物の固体の粉体・粒体の輸送に用いられるものである^{2,3)}。

MC-306/DOT-406 貨物タンクは、大気圧貨物タンクであり、石油製品(ガソリン、燃料油)、その他の可燃性液体(アルコール)、毒性液体、液体食品(牛乳など)のクラス 3(可燃性液体)、クラス 6(毒物)、クラス 8(腐食性物質)などの液体貨物の大気圧下での輸送に用いられるものであり、ほとんどの場合、タンクの横断面は楕円形となっている^{2,3,4,12)}。

MC-307/DOT-407 貨物タンクは、40psi(約 2.7 気圧)までの低圧タンクであり、100° F(約 38°C)における蒸気圧が 18psi(約 1.2 気圧、900mmHg)以上で、170° F(約 77°C)における蒸気圧が 40psi(約 2.7 気圧)を超えない可燃性液体、毒性物質、化学物質などのクラス 1(爆発性物質)、クラス 2(気体)、クラス 7(放射性物質)以外の物質(溶融状態の硫黄、アスファルト)の輸送に用いられることがあるため、クラス 4(可燃性固体)も範疇に入る)の輸送に用いられるもので、タンクの横断面は円形であるが、ほとんどの場合、タンクは断熱のために二重構造になっているため、タンク外殻の横断面は円形でないこともある^{2,3,4,13)}。

MC-312/DOT-412 貨物タンクは、高密度の腐食性液体、毒性液体などの、クラス 6(毒物)、クラス 8(腐食性物質)の輸送に用いられるもので、タンク直径は比較的小さく(4~6ft(1.2~

231-危険物事故の対応にあたる者に必要とされる能力の基準（その4）

1.8m))、一般的に外部環状補強材がタンク周りに取り付けられており、円形のタンク横断面を有するものが多いが、断熱のための外殻を有する場合にはタンク横断面は円形とはならないことがある^{2,3,4)}。

MC-331 貨物タンクは、最大使用圧が 100～500psi(約 7～33 気圧)の高压タンクであり、LPG、プロパン、ブタン、無水アンモニア、無水塩化水素、塩化メチル、二酸化硫黄、塩素などのクラス 2(気体)の圧縮液化ガスを輸送するために使用されるのが一般的である、鏡板が半球球状の非断熱単殻タンクである^{2,3,4)}。

MC-338 貨物タンクは、液化酸素、液化水素、液化アルゴン、液化二酸化炭素など、クラス 2(気体)の低温液化ガスの輸送に用いられるもので、断熱のため二重殻を有しているものである^{2,3)}。

以上は、米国運輸省規則 49 CFR 178 に定められた仕様であり、日本の法令においてこれらに相当する陸上輸送用タンクの仕様については、総務省(消防法の危険物関係)、経済産業省(高压ガス関係)、厚生労働省(毒物関係)と主管省庁が分かれている上、非危険物輸送用タンクについては、主管省庁がどこかなど、タンク構造、主管省庁等について、筆者の浅識では未だに不明な点が多い。

4.2.1.1.4 以下に掲げる施設用タンクの例が与えられたとき、各タンクの一般的な収納危険物及びその危険クラスを最低 1 つ特定すること。

- (a) 非圧力タンク
- (b) 圧力タンク

注. 施設用の固定式タンクについては、船舶輸送とはあまり関わりがないと考えられるが、臨海工業地帯の事故対応の可能性が存在することから、簡単に掲げておく。

非圧力タンクは、タンク内圧が大気圧程度(0～5psig、0～0.3 気圧(ゲージ圧))において、液体を貯蔵するタンクであり、垂直円筒型地上タンク(円錐屋根タンク(コーン・ルーフ・タンク(cone roof tank))、持上げ屋根タンク(リフター・ルーフ・タンク(lifter roof tank))、浮き屋根タンク(フローティング・ルーフ・タンク(floating roof tank))、内部浮き屋根タンク(インター・フローティング・ルーフ・タンク(internal floating roof tank))、蒸気円蓋付き屋根タンク(vapordome roof tank))、伸縮式タンク(telescoping tank))、水平円筒型地上タンク及び地下タンクがあり、クラス 3(可燃性液体)、クラス 6(毒性物質)、クラス 8(腐食性物質)のほか、液体の非危険物の貯蔵に用いられる^{2,3,4)}。

圧力タンクは、タンク内圧が大気圧を超えた状態(5～3,000psi 以上(0.3～200 気圧以上))において、圧縮ガス又は液化ガスを貯蔵するタンクであり、円蓋屋根タンク(ドーム・ルーフ・タンク(dome roof tank))、球形タンク、水平タンク、低温液化ガス貯蔵タンクがあり、クラス 2 の貯蔵に用いられる^{2,3,4)}。

日本では、消防法(昭和二十三年法律第百八十六号)の圧力タンクとは、次に掲げるものを

指す。

①高圧ガス保安法(昭和二十六年六月七日法律第二百四号)第二十条第一項又は第三項の規定の適用を受ける高圧ガスの製造のための施設である圧力タンク(圧縮、液化等の方法でガスが原則として容積一日 100m^3 以上である設備又は冷凍のためガスを圧縮、液化して高圧ガスを製造する設備で一日の冷凍能力が原則として 20 トンである設備若しくは原則として容積 300m^3 以上の高圧ガス容器で経済産業省令で定める技術上の基準に適合するもの)

② 労働安全衛生法施行令(昭和四十七年政令第三百十八号)第十二条第二号(第一種圧力容器: ゲージ圧力が 0.1MPa (約 1 気圧)以下で使用する容器で、内容積が 0.2m^3 以下のもの又は胴の内径が 500mm 以下で、かつ、その長さが $1,000\text{mm}$ 以下のもの並びに その使用する最高のゲージ圧力をメガパスカル(MPa)で表した数値と内容積を立方メートルで表した数値との積が 0.02 以下の容器を除くもので、蒸気その他の熱媒を受け入れ、又は蒸気を発生させて固体または液体を加熱する容器で、容器内の圧力が大気圧をこえるもの、容器内における化学反応、原子核反応その他の反応によって蒸気が発生する容器で、容器内の圧力が大気圧をこえるもの、容器内の液体の成分を分離するため、当該液体を加熱し、その蒸気を発生させる容器で、容器内の圧力が大気圧をこえるもの及び大気圧における沸点をこえる温度の液体をその内部に保有する容器)

③ 労働安全衛生法施行令第十三条第二十四号に掲げる機械等(紡績機械及び製綿機械で、ビーター、シリンダー等の回転体を有するもの)である圧力タンク

4-2.1.1.5 以下に掲げる非ばら荷容器の例が与えられたとき、各容器の一般的な収納危険物及びその危険クラスを最低 1 つ特定すること。

- (a) 袋
- (b) カーboy
- (c) シリンダー
- (d) ドラム

注. 袋は、IMDG Code の改訂付属書 I で、「紙、プラスチックフィルム、織布、織物その他の適当な材料により作られる柔軟な容器をいう(flexible packagings made of paper, plastics film textiles, woven material or other suitable materials)」と定義されている非ばら荷包装の一つであり、火薬、硫黄、肥料、殺虫剤、腐食性粉体などのクラス 1、クラス 4、クラス 5、クラス 6、クラス 8 の固体の危険物及び固体の非危険物の貯蔵に用いられる^{9,14)}。

カーboy(carboy)は、外部包装に納められることがあるガラス製又はプラスチック製の大型(750 を超えるものもある)の瓶であり、酸、腐食性物質及び水などのクラス 8 などの液体の危険物又は非危険物の貯蔵に用いられる^{4,9,14)}。

シリンダー(cylinder)は、圧縮ガス、液化ガス及び溶解ガスのクラス 2 の危険物に用いられる。エアゾール容器、非断熱容器及び断熱容器の 3 種類のシリンダーが存在している。

229－危険物事故の対応にあたる者に必要とされる能力の基準（その４）

エアロゾル容器は、推進剤としてプロパンなどの可燃性気体が用いられることがある清淨剤、潤滑剤、塗料、化粧品及び殺虫剤などの危険物を推進剤と共に収納している金属製、ガラス製又はプラスチック製の小型のシリンダーであり、輸送時には箱の中に収められる。非断熱容器は、鋼鉄製、アルミニウム製又は繊維ガラス・アルミニウム(fiberglass aluminum)製のもので、20lb(約 10kg)のプロパン・シリンダー～1tの塩素シリンダーなど種々の寸法があり、アセチレン、LPG、塩素及び酸素などのクラス 2 の圧縮ガス等の貯蔵に用いられる。断熱シリンダーは、外部保護金属被覆内に収められた断熱された金属製シリンダーで、内容物に応じて種々の使用圧及び寸法があり、液化アルゴン、液化ヘリウム、液化窒素及び液化酸素などのクラス 2 の低温液化ガスの貯蔵に用いられる³⁾。

ドラムは、IMDG Code の改訂付属書 I で、「金属、ファイバ板、プラスチック、合板、その他の適当な材料により作られている天面及び地面が平面又は凸面の円筒形容器をいう。金属又はプラスチックにより作られている他の形状、例えば、テーパネック型又はペール型の容器も含むものとする。木樽及びジェリカン³⁾は含まないものとする (flat-ended or convex-ended cylindrical packagings made of metal, fiberboard, plastics, plywood or other suitable materials. This definition also includes packagings of other shapes made of metal or plastics, e. g. round taper-necked packagings, or pail-shaped packagings. Wooden barrels and jerricans are not covered by this definition)」と定義されている非ばら荷包装の一つであり、その材質・構造によるがクラス 3 以外の液体及び固体の危険物及び液体及び固体の非危険物の貯蔵に用いられている^{3,9)}。

4-2.1.1.6 以下に掲げる放射性物質包装の例が与えられたとき、種類により各包装を特定し、各包装の一般的な収納物質を最低 1 つ特定すること。

- (a) type A
- (b) type B

注. A 型放射性物質包装は、輸送の通常条件下において内容物の喪失又は分散を予防するために設計されたものである。

B 型包装は、A 型包装としての基準に適合しており、更に、仮定された事故条件下での性能基準に適合するように設計されたものである。

いずれの容器も、クラス 7 の放射性物質及び放射性廃棄物の輸送時の包装として用いられる^{3,15)}。

注. この NFPA 472 には掲げられていないが、水上輸送の用に供される船舶も、特殊な容器の一つであるとされる。危険物輸送に関連する船種(艇を含む)は、おおよそ、次に掲げるものがあると思われる^{2,16-37)}。

通常貨物船／多目的貨物船

これらの貨物船は、パレットに載せられたドラム、箱、容器、圧縮包装された軽貨(紙袋、プラスチック袋など)及び非ばら荷容器を含めた、広範な品物を運搬する。ある場合には、冷蔵船倉を有するものもある。通常貨物船は船倉内にそのほとんどの貨物を積載する。多目的貨物船は複合輸送形態容器をその甲板上に積載することもあり、一般貨物のほか、鉱石、石炭、木材、鋼材、コンテナ、自動車を貨物の対象としている、車両のロール・オン・ロール・オフ荷役・コンテナや一般貨物のクレーン荷役など多目的に使えるものである。したがって、これらの船舶に積載されることがありえる危険物は、クラス1～9である。

RORO 船

この貨物船は、コンテナ、パレットなどを利用して貨物を一つの単位として纏めたユニット化貨物をフォークリフトにより、トレーラー積貨物をトラクターにより、貨物積載自動車などを自走により、岸壁、船舶間を船尾部に設けられた斜道(ランプ)を介して車両による積荷・積み下ろしするため、roll on roll off(車両による荷役、RORO)式貨物船と称される。荷役が人力等によらないことを除けば、積載される貨物は普通貨物船/多目的貨物船と相違はなく、この船舶に積載されることがありえる危険物は、クラス1～9である。

コンテナ船

この貨物船は、4-2.1.1.2に掲げたタンク・コンテナを含むコンテナ化されたあらゆる複合形態輸送貨物コンテナを積載する構造の船倉を有するものである。港湾での荷役は、人力によらず岸壁又は船体に設けられたクレーンにより行われる。大型のコンテナ船では、数千個のコンテナを積載する。この船舶に積載されることがありえる危険物は、クラス1～9である。現在、種々の大きさのものがあり、小型のものでは1000TEU(twenty-foot equivalent units, 20フィート換算(20ftコンテナを1単位とするもの))未満のものから、6000TEUを超えるものまで存在し、現在(2004年)8500TEUのものが建造されており、将来的には10000TEUを超えるものが建造されると見込まれている。これらの船舶に積載されることがありえる危険物は、クラス1～9である。

液体貨物船

この貨物船は、液体貨物を船倉内にばら積みして運搬するものであり、タンカーと称される。これらは、その積載貨物により次のように分類されている。

油タンカー

液体の原油・燃料油又は揮発油・軽油などの油及び類似の可燃性液体を積載するもので、オイル・タンカーとも称される。外航の原油タンカーの主力は30万重量トン級(積載量に換算すると約34万kℓ)であり級これらは中東→製油所間の輸送を行う。製油所から国内各地へ重油、揮発油などを輸送する内航のタンカーの平均船型は2000～5000kℓ(重量トンに換算すると約1800～4500重量トン)である。この船舶積載される危険物は、クラス3に該当するが、原油によっては、毒性気体を放出す

るものも存在するため注意を要する。

ケミカル・タンカー

石油化学製品、石炭化学製品、化成化学製品、溶解物質及び溶融物質などの液体物質を輸送できるように計画されたもので、数十種類以上の物質を積載できるように計画された多目的ケミカル・タンカーと特定の化学物質を積載するように設計された専用ケミカル・タンカーに分けられることもある。外航のケミカル・タンカーは、3000～50000 重量トンの範囲にあり、内航のケミカル・タンカーの平均船型は500～1000 重量トンの範囲にあり最大のものでも2000 重量トン級である。この船舶に積載されることがありえる危険物は、クラス2～4、8（クラス2に該当するものは高濃度のアンモニウム水溶液など；クラス4に該当するものは溶融硫黄など）である。

液化ガス運搬船

常温常圧下で気体である物質を、常温下での圧縮(LPG、プロピレン、ブチレン類、アンモニア、ブタジエン、塩化ビニル、塩素、酸化エチレンなど)、冷却及び圧縮(エチレン、エタン、プロピレン、LPG、アンモニアなど)又は常圧下での冷却(LNG、エチレン、LPG)により液化したものを輸送するものをいう。外航の液化ガス運搬船の平均船型は17500 総トン、主力 LNG 船の容量は135000m³(約75000 重量トン)、LPG 船は航路によりかなりのばらつきがある。内航の高圧液化ガス船の平均容量は1300m³(平均では、約750 重量トンとなる)。この船舶に積載される危険物はクラス2である。

乾燥ばら積貨物船(dry bulk carrier)

乾燥ばら積貨物船は、穀物、肥料、石炭、鉱石、セメントなど包装されていない固体物質を大量に輸送するものであり、鉱石運搬船、石炭運搬船、穀物運搬船、セメント運搬船、土砂砂利運搬船などが該当する。外航のこれらの船の船型は、積載物に応じて、20000～250000 重量トンと幅がある。内航においては、セメント専用船、石灰石専用船が主な乾燥ばら積貨物船のようである。これらの船舶の一部に積載される危険物は主にクラス4であるが、過去には毒性気体を放出するものなども積載されていたことがあるため、注意を要する。

貨客船

貨客船については、危険物船舶運送及び貯蔵規則(昭和三十二年八月二十日運輸省令第三十号、最終改正：平成十六年四月一日国土交通省令第五一号)第七条に基づく船舶による危険物の運送基準等を定める告示(昭和五十四年運輸省告示第五百四十九号、最終改正：平成一五年一二月二二日国土交通省告示第千六百十六号)第五条により、通常貨物船又は多目的貨物船などにより輸送できる危険物のうち特定のものの輸送が禁止されている。しかし、同規則第三百九十条の二により同第七条の規定によらないことができるとしてされており、これにより従来旅客フェリーに積載して運

送ることができなかったガソリン及びLPGを積載したタンク自動車を離島航路に限りこの禁止が条件付で解除されている。これらの船舶に積載されることがありえる危険物は、クラス1～9である。

4-2.1.2 施設用及び輸送用容器の3つの例が与えられたとき、各容器の概略の容量を特定すること。

4-2.1.2.1 容器上の標識を用いて、以下に掲げる例示の輸送車両の容量(重量及び/又は体積による)を特定すること。

- (a) 貨物タンク
- (b) タンク車
- (c) タンク容器

注. 米国においては、陸上輸送についても IMDG Code に準じた表示義務がある。これらの自動車、貨物容器及び鉄道車両への標識(ブラカード、標札)は、クラス1.1～1.3の爆発物、クラス2.3の毒性気体、クラス4.3の対水反応性可燃性気体発生物質(危険物船舶運送及び貯蔵規則(昭和三十二年八月二十日運輸省令第三十号)においては水反応可燃性物質と定義されているが、IMOのIMDG Codeでは、"Substances which, in contact with water, emit flammable gases"となっており、若干意味が異なると思われる)、クラス6.2の毒性物質(包装等級1、吸入毒性のあるもののみ)、クラス7の放射性物質(放射性Ⅲのもののみ)についてはいかなる量であっても表示しなければならず、その他の危険物については1001ポンド(約450kg)以上の場合に表示しなければならない。これらの標識には、これ以外には積載している危険物のUN番号が付されているが、容量(重量及び/又は体積による)に関する表示はなされていない3)。

米国においては、自動車総重量(GVW: gross vehicle weight)が米国政府の法律により80000ポンド(約36トン)に制限されており(州により、この制限が適用されないところもある)。道路及び季節による制限も存在する。これらの自動車総重量の制限値は、車軸にかかる重量により、次式のとおり定められている。

$$W = 500 \left(\frac{LN}{N-1} + 12N + 36 \right)$$

ここで、Wは二軸以上の車両のポンドで表した最大重量、Lは二軸以上の車軸群の中で

のフィートで表した両端車軸間距離、Nは対象となる車軸群の車軸数である。これを使用し自動車の車軸数、車軸間隔、自動車の長さにより求めた車両重量(これは積載重量を上回ることがないため、ほぼ積載最大量と考えることができる)及び前述の4-2.1.1.3に掲げた乾燥ばら荷タンク、MC-306/DOT-406 貨物タンク(大気圧貨物タンク)、MC-307/DOT-407 貨物タンク(低圧タンク)、MC-312/DOT-412 貨物タンク(高密度液体タンク)、MC-331 貨物タンク(高圧タンク)、MC-338 貨物タンク(低温液化ガス・タンク)の標識

から得られる情報により、概略の容量等を知ることができる^{37,38,39)}。

日本の陸上輸送においては、IMDG Codeに掲げる危険物を所管する官庁が、経済産業省(火薬類、高圧ガス、毒性物質)、総務省消防庁(消防法の危険物(可燃性液体、酸性物質、可燃性固体、自然発火性物質及び禁水性物質並びに自己反応性物質))、国土交通省(火薬類、放射性物質)、厚生労働省(感染性物質)などと多岐に渡っており、それぞれ個別の法令により車両等の標識等が定められている。

火薬類(クラス 1 に相当)の自動車等の運搬時の標識については、火薬類取締法(昭和二十五年五月四日法律第百四十九号)第十九条第一項及び第二十條第二項の規定を受けた火薬類の運搬に関する内閣府令(昭和三十五年十二月二十八日総理府令第六十五号、最終改正：平成一五年九月二九日内閣府令第八四号)第十六条により、十キログラム以下の火薬、五キログラム以下の爆薬、百個以下の工業雷管若しくは電気雷管、二十五個以下の導火管付き雷管、一万個以下の銃用雷管、千個以下の実包、空包若しくはコンクリート破砕器、百メートル以下の導爆線、二十メートル以下の制御発破用コード又は薬液注入用薬包を運搬する場合を除き、原則として、昼間にあっては赤地に○火と白書した標示板を車両の前部、後部及び両側部の見やすい箇所に、夜間にあっては標示板の○火の部分に反射剤を用いたものを掲げるとともに赤色灯を車両の前部及び後部の見やすい箇所につけなければならない(自動車の場合)。

高圧ガス(クラス 2 に相当)の自動車等による運搬時の標識については、高圧ガス保安法(昭和二十六年六月七日法律第二百四号)第二十三条の規定を受けた一般高圧ガス保安規則(昭和四十年五月二十五日通商産業省令第五十三号、最終改正：平成十六年三月三十一日経済産業省第五六号)及び液化石油ガス保安規則(昭和四十一年五月二十五日通商産業省令第五十二号、最終改正：平成十六年三月三十一日経済産業省第五六号)第四十八条により、高圧ガス保安法が定める高圧ガスの内容積 0.10を越える密閉容器を移動させる場合には、車両の見やすい場所に警戒標を掲げなければならない。この警戒標は法定のものではなく、経済産業省資源エネルギー庁原子力保安・安全院の通達「一般高圧ガス保安規則の機能性基準の運用について」(平成 13・03・23 原院第 1 号)の別添「一般高圧ガス保安規則関係例示基準」及び同通達「液化石油ガス保安規則の機能性基準の運用について」(平成 13・03・23 原院第 2 号)の別添「液化石油ガス保安規則関係例示基準」に「高圧ガス」を掲げる旨の例示が示されており、あくまでも例示であること及びその種類(毒性気体、可燃性気体など)については標識から窺い知ることができないことを念頭においておく必要がある⁴⁰⁾。自動車に固定された容器の内容積は昭和五一年五月一日通商産業省令第三五号により、酸素及び可燃性ガスについては 18000ℓ以下、毒性ガス(液化アンモニアを除く)については 8000ℓ以下に制限されていたが、昭和六二年五月十二日通商産業省令第三号により、これらの制限条項が削除された。

毒性物質(クラス 6.1 に相当)の自動車等による運搬時の標識については、毒物及び劇物取締法(昭和二十五年十二月二十八日法律第三百三十三号)第十六条の規定を受けた毒物及び劇物

取締法施行令(昭和三十年九月二十八日政令第二百六十一号)第四十条の五を受けた毒物及び劇物取締法施行規則(昭和二十六年一月二十三日厚生省令第四号、最終改正：平成一六年三月一七日厚生労働省令第二九号)第十三条の四により、1回につき5000kg以上運搬する場合には、○・三メートル平方の板に地を黒色、文字を白色として「毒」と表示し、車両の前後の見やすい箇所に掲げなければならないと規定されている。しかし、5000kg未満の場合には、運搬車両に保護具を備え付ける義務及び運搬する毒物又は劇物の名称、成分及びその含量並びに事故の際に講じなければならない応急の措置の内容を記載した書面を備える義務がないこと並びに1000kg以下の場合には、毒物又は劇物を車両を使用して、又は鉄道によって運搬する場合で、当該運搬を他に委託するときは、その荷送人は、運送人に対し、あらかじめ、当該毒物又は劇物の名称、成分及びその含量並びに数量並びに事故の際に講じなければならない応急の措置の内容を記載した書面を交付する義務がないことを念頭においておく必要がある(同法施行令第四十条の五、同第四十条の六、同法施行規則第十三条の四～六)。

感染性物質(クラス6.2に相当)の自動車等による運搬時の標識については、感染性廃棄物に対しては廃棄物の処理及び清掃に関する法律(昭和四十五年法律第百三十七号)第十二条の二、同施工令(昭和四十六年九月二十三日政令第三百号)第六条の五、同規則(昭和四十六年九月二十三日厚生省令第三十五号)第一条の十により、感染性物質である旨及び取扱い時の注意事項を表示することとなっているが、法定の標識は定められておらず、環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部長通知「感染性廃棄物の適正処理について」(環廃産第040316001号)別添の「廃棄物処理法に基づく感染性廃棄物処理マニュアル」4.5 表示の【解説】1において、「関係者が感染性廃棄物であることを識別できるよう、容器にはマーク等をつけるものとする。マークは全国共通のものが望ましいため、右記(略)のバイオハザードマークを推奨する。マークを付けない場合には、「感染性廃棄物」(感染性一般廃棄物又は感染性産業廃棄物のみが収納されている場合は、各々の名称)と明記すること」となっている⁴¹⁾。遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律(平成十五年六月十八日法律第九十七号)第十二条、第十三条を受けた研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令(平成十六年一月二十九日文部科学省・環境省令第一号)第七条及び遺伝子組換え生物等の第二種使用等のうち産業上の使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令(平成十六年一月二十九日財務省・厚生労働省・農林水産省・経済産業省・環境省令第一号)第五条により、遺伝子組換え生物等の運搬時には、遺伝子組換え生物等が拡散しない構造の容器等に入れること及び当該容器等の見やすい場所に、取扱いに注意を要する旨の表示をすることと定められているが、標識については法定化されていない。病原体の運搬に関しては、日本細菌学会の「日本細菌学会バイオセーフティー指針」があるが、一民間団体の自主指針であることに留意しなければならない⁴²⁾。

消防法の危険物(クラス3、4、5、8に相当)の自動車等による運搬時の標識については、

移動タンク貯蔵所(危険物を貯蔵し、又は取り扱う車両に固定されたタンク、最大容量三万kℓ 1区画の容量4千kℓ 下:危険物の規制に関する政令(昭和三十四年九月二十六日政令第三百六号、最終改正:平成一六年三月二六日政令第七三号)第十五条第一項)にあっては、消防法(昭和二十三年法律第百八十六号)第三章、危険物の規制に関する政令(昭和三十四年九月二十六日政令第三百六号、最終改正:平成一六年三月二六日政令第七三号)第十五条第一項第十七号、危険物の規制に関する規則(昭和三十四年九月二十九日総理府令第五十五号、最終改正:平成一五年一月一七日総務省令第一四三号)第十七条第二項の規定により「○・三メートル平方以上○・四メートル平方以下の地が黒色の板に黄色の反射塗料その他反射性を有する材料で「危」と表示したものとし、車両の前後の見やすい箇所に掲げなければならない」、移動タンク貯蔵所以外の自動車にあって指定数量(危険物の規制に関する政令第一条の十一により、同別表第三に品名ごとに定められた数量)以上の消防法の危険物を運搬する場合にあっては消防法第三章、危険物の規制に関する政令第三十条第一項第二号、危険物の規制に関する規則第四十七条の規定により「車両に掲げる標識は、○・三メートル平方の地が黒色の板に黄色の反射塗装その他反射性を有する材料で「危」と表示したものとし、車両の前後の見やすい箇所に掲げなければならない」と定められている^{6.43)}。

米国と同様、日本においても、道路運送車両法(昭和26年法律第185号)第三章に基づく道路運送車両の保安基準(昭和二十六年七月二十八日運輸省令第六十七号、最終改正:平成一五年九月二六日国土交通省令第九五号)第四条により28トンに制限されている。これらの自動車総重量の制限値は、車軸にかかる重量により定められているため、自動車の車軸数、車軸間隔、自動車の長さが判明すれば特定することができる。

4-2.1.2.2 容器上の標識及び他の利用可能なリソースを用いて、以下に掲げる施設用容器の各々の容積(重量及び/又は体積による)を特定すること。

- (a) 非圧力タンク
- (b) 圧力タンク
- (c) 低温液化ガスタンク

注. 施設容器については、船舶輸送とはあまり関わりがないと考えられるが、臨海工業地帯の事故対応の可能性が存在することから、簡単に掲げておく。

これらのタンクのうち、消防法の危険物を貯蔵するものについては、当該タンク等の見やすい場所に表示された標識(これらの施設に該当する旨を表示するもの、危険物の規制に関する政令第十一条第一項第三号、第十二条第一項第三号、第十三条第一項第五号及び第十四条第一項第三号並びに危険物の規制に関する規則第十七条)及び掲示板(危険物の類、品名及び貯蔵最大数量、指定数量の倍するなどを表示するもの、危険物の規制に関する政令第十一条第一項第三号、第十二条第一項第三号、第十三条第一項第五号及び第十四条第一項第三号並びに危険物の規制に関する規則第十八条)のほか、当該タンクの形態(屋内貯蔵タ

ンク貯蔵所、屋外貯蔵タンク貯蔵所、地下タンク貯蔵所、簡易タンク貯蔵所)等により次のように特定することができる(6,43)。

- ・ 屋外貯蔵タンクについては、原則としてタンクの区分及び危険物の引火点に応じて敷地の境界線からタンク側板までの距離が定められており、引火点 21℃未満のものにあつては当該タンクの水平断面の最大直径(横型のものにあつては、横の長さ)の数値(以下「直径等の数値」という。)に $\cdot 1.8$ を乗じて得た数値(当該数値がタンクの高さの数値より小さい場合には、当該高さの数値)(石油コンビナート等災害防止法(昭和五十年法律第八十四号)第二条第四号に規定する第一種事業所(以下、「第一種事業所」という。)又は同条第五号に規定する第二種事業所(以下、「第二種事業所」という。)に存する屋外タンク貯蔵所の屋外貯蔵タンクで、その容量が千キロリットル以上のものについては、当該タンクの直径等の数値に $\cdot 1.8$ を乗じて得た数値(当該数値がタンクの高さの数値より小さい場合には、当該高さの数値)又は五十メートルのうち大きいものに等しい距離以上)、引火点 21℃以上 70℃未満のものにあつては当該タンクの直径等の数値に $\cdot 1.6$ を乗じて得た数値(当該数値がタンクの高さの数値より小さい場合には、当該高さの数値)に等しい距離以上(第一種事業所及び第二種事業所に存する屋外タンク貯蔵所の屋外貯蔵タンクで、その容量が千キロリットル以上のものについては、当該タンクの直径等の数値に $\cdot 1.6$ を乗じて得た数値(当該数値がタンクの高さの数値より小さい場合には、当該高さの数値)又は四十メートルのうち大きいものに等しい距離以上)及び引火点 70℃以上のものにあつては当該タンクの直径等の数値(当該数値がタンクの高さの数値より小さい場合には、当該高さの数値)に等しい距離以上(第一種事業所及び第二種事業所に存する屋外タンク貯蔵所の屋外貯蔵タンクで、その容量が千キロリットル以上のものについては、当該タンクの直径等の数値(当該数値がタンクの高さの数値より小さい場合には、当該高さの数値)又は三十メートルのうち大きいものに等しい距離以上)に空地を設けるよう定められている(危険物の規制に関する政令第十一条第一項第一号の二)。

更に、屋外貯蔵タンクの周囲に指定数量の倍数の区分に応じ特定の幅の空所を保有することが定められており、原則として、指定数量の 500 倍以下のものにあつては 3m 以上、500 倍を超え 1000 倍以下のものにあつては 5m 以上、1000 倍を超え 2000 倍以下のものにあつては 9m 以上、2000 倍を超え 3000 倍以下のものにあつては 12m 以上、3000 倍を超え 4000 倍以下のものにあつては 15m 以上及び 4000 倍を超えるものにあつては当該タンクの水平断面の最大直径(横型の場合は横の長さ)又は高さの数値のうち大きいものに等しい距離以上。ただし、十五メートル未満であつてはならないとされている(危険物の規制に関する政令第十一条第一項第二号)。

- ・ 屋内貯蔵タンクについては、その指定数量の四十倍(第四石油類及び動植物油類以外の第四類の危険物にあつては、当該数量が二万リットルを超えるときは、二万リットル)以下であること。同一のタンク専用室に屋内貯蔵タンクを二以上設置する場合における

それらのタンクの容量の総計についても、同様とするとされている(危険物の規制に関する政令第十二条第一項第五号)。

- ・ 簡易貯蔵タンクについては、その容量は、六百リットル以下であることと定められている(危険物の規制に関する政令第十四条第一項第五号)。

上に掲げた標識等のほか、危険物貯蔵所等の設置の許可を受ける場合には、貯蔵する危険物の類、品名及び最大数量、指定数量の倍数などを、変更する場合には、その変更の内容を消防法第十一条第一項各号に掲げる区分に応じ、市町村長、都道府県知事又は総務大臣に提出しなければならないと規定されており(危険物の規制に関する政令第六条及び第七条)、これらのものと連絡を取ることで、容積を特定することも可能である。

一方、圧力タンク及び低温液化ガスタンクについては、高压ガス保安法により定められている標識等は、「高压ガス」又は「液化石油ガス」等と表示することと例示基準において例示されている警戒標(一般高压ガス規則第六条第一項第一号、同第四十二号イ、同第六条の二第一項、同第七条第一項第一号、同第七条の二第一項第一号、同第二十二條、同第二十二條第一号、液化石油ガス保安規則第六条第一項第一号、同第三十五号イ、同第七条第一項、同第八条第一項第一号、同第十二條第一号乃至第三号、同第十三條第一項第一号、同第二十三條第一項)、「毒性ガス」と表示することと例示基準において例示されている危険標識(一般高压ガス規則第六条第一項第三十三号、同第六条の二第一項、同第二十二條)だけであり、容量に関する情報等はこれらからは入手することができない⁴⁰⁾。

また、これらの貯蔵施設等の許可申請等の際に添付すべき計画書には、製造又は貯蔵の目的などであり、貯蔵容量に関する事項は含まれていない(一般高压ガス規則第三条第二項、同第四条第二項、同第二十条、同第二十五条、液化石油ガス保安規則第三条第二項、同第四条第二項、同第二十一条、同第二十六条)。

したがって、日本の陸上施設の圧力タンク及び低温液化ガスタンクの容量を特定するためのリソースとしては、当該事業所の責任者又はこれに準じる者しか存在しないものと思われる。

(続く)

参考文献等

- 0) 安全工学協会編、改訂 安全工学便覧、コロナ社(1980)
- 1) Chris Hawley, Hazardous Materials Response And Operations, Delmar, New York(2000)
- 2) David M. Lesak, Hazardous Materials: strategies and tactics, Brady, New Jersey(1999)
- 3) Gregory G Noll et. al., Hazardous Materials Managing the Incident 2nd ed., Oklahoma State University, Oklahoma(1995)
- 4) Michael Wieder et. al., Hazardous Materials for First Responders, Oklahoma State University, Oklahoma(1994)
- 5) HELCOM Manual vol.2, <http://www.coastguard.se/ra/volume2/start.html>
- 6) 三宅正志、危険物取扱いの実務知識、オーム社(2003)
- 7) ユージン・メイヤー著、崎川範行訳、危険物の化学、海文堂(1979)
- 8) Joe Varela, Hazardous Materials Handbook for Emergency Responders, VAN NOSTRAND REINHOLD, New York(1996)
- 9) 運輸省海上技術安全局監修、危険物運送容器基準集(英対訳)、海文堂(1985)
- 10) http://www.chart-ind.com/p_isocontainers.html
- 11) 日本舶用品検定協会、危険物の容器及び包装の検査試験基準、
http://www.hakuyohin.or.jp/tm16_megc.pdf
- 12) National Fire Protection Association, Fire Protection Guide to Hazardous Materials 13th Ed., Massachusetts(2002)
- 13) Barry Leonard, 2000 Emergency Response Guidebook, Diane Pub(2000)
- 14) 12996 の化学商品、化学工業日報社(1996)
- 15) 運輸省船舶局監修、危険物船舶運送及び貯蔵規則、海文堂(1979)
- 16) 上野喜一郎、船と海の Q&A、成山堂(1988)
- 17) フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』、
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%B2%A8%E7%89%A9%E8%88%B9>
- 18) 三木楯彦、物流システムの構築、白桃書房(1990)
(http://www.dis.osaka-sandai.ac.jp/%7Emiki/LOGI/pds89/pds_frame.html)
- 19) 日本造船工業会 HP、<http://www.sajn.or.jp/redas/shippingnow2.pdf>
- 20) 国民経済研究協会、内航海運から見た素材型産業の物流コスト効率化に関する調査報告書、<http://www.naiko-kaiun.or.jp/info/topics/report/cost.pdf>
- 21) 恵美洋彦他、オイル／プロダクト タンカーの基礎、成山堂(1984)
- 22) 恵美洋彦他、ケミカルタンカー、船舶技術協会(1979)
- 23) 恵美洋彦、液化ガス／ケミカルタンカーの基礎、成山堂(1983)
- 24) 日本機械工業連合会、平成 14 年度世界船舶需給見通し及び対応方策の検討による船舶機械産業高度化調査研究報告書、平成 15 年 3 月、
<http://www.jsea.or.jp/VariableJ/nikkirenReport.pdf>

219—危険物事故の対応にあたる者に必要とされる能力の基準（その4）

- 25) 池田良穂、コンテナ船大型化の社会的動向、NAVIGATION、159号、日本航海学会(2004)
- 26) 日本海上コンテナ協会、総合コンテナ実務用語辞典、成山堂(1985)
- 27) Gregory G. Noll et. al., Hazardous materials emergencies involving intermodal containers Guidelines and Procedures, FIRE PROTECTION PUBLICATIONS OKLAHOMA STATE UNIVERSITY, Oklahoma(1995)
- 28) 商船三井グループ HANDBOOK on the Web、
<http://www.mol.co.jp/group-handbook/group/50tkmrn/50thmrn.html>
- 29) サノヤス・ヒシノ 明昌 HP ニュース vol.1、<http://www.sanoyas.co.jp/index7.html>
- 30) 三菱化学物流株式会社 HP、<http://www.mitsubishi-chemical-logistics.co.jp/topics-1.html>
- 31) 日本海事広報協会 HP、<http://www.kaijipr.or.jp/kaiun/kaiun3.html>
- 32) 難波直愛他、クリーンエネルギー輸送～LNG 船の昨日・今日・あした、三菱重工技報、40巻、1号(2003)(<http://www.mhi.co.jp/tech/pdf/401/401032.pdf>)
- 33) 日本造船工業会 HP、<http://www.sajn.or.jp/redas/shippingnow2.pdf>
- 34) 日本ガスライン HP、<http://www.ngl.co.jp/index.html>
- 35) 山根海運 HP(ヤマネ・レターvol.19)、<http://www.yamaneship.co.jp/letter.htm>
- 36) 国土交通省 HP、http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha02/10/101216_.html
- 37) Chris Hawley, Hazardous materials incidents 2nd Ed., Delmar Learning, Canada(2004)
- 38) U.S. DOT, Comprehensive Truck Size and Weight Study Final Report,
<http://www.fhwa.dot.gov/reports/tswstudy/TSWfinal.htm>
- 39) 例えば、North Dakota Highway Patrol, Trucker's Handbook,
<http://www.state.ne.us/ndhp/pdf/handbook.pdf>
- 40) 高圧ガス保安法令関係例示基準資料集(改訂版)、高圧ガス保安協会(2003)
- 41) 環境庁 hp 報道発表資料、<http://www.env.go.jp/press/press.php3?serial=4791>
- 42) 日本細菌学会バイオハザード防止指針の改訂、
<http://www.ai-gakkai.or.jp/jsb/biosafety/biosafety.htm#revise>
- 43) 奥吉新平編、これだけ！甲種危険物試験合格大作戦！！、弘文社(1999)