

大陽日酸の IHC 活動における半導体材料ガスの取扱いに関する
国際整合化貢献と将来の活動への貢献

大陽日酸株式会社 羽坂 智、仲山 一郎

日本の半導体産業における半導体材料ガスの取り扱いのリスク

1980 年代、日本の半導体産業が世界市場で台頭してきた頃、シランなどの金属水素化物ガスによって重大かつ致命的な事故が発生した。1982 年に発生した宮崎沖電気のシラン火災事故を日本のメディアが報道したことによって、日本の一般市民は、半導体生産工場で危険な材料ガスが使用されていることに始めて気づかされた。

他の半導体材料ガスでも同様な事故が発生しており、ゲルマンガス容器爆発事故が 1984 年東京近郊の当社の川崎事業所でも発生した。1991 年には、大阪大学で半導体材料ガス供給システムの故障によりシランの容器の爆発が発生し、2 名が亡くなる事故があった。

そのため、日本の国内法である高圧ガス保安法は、半導体材料ガスであるシラン、ジシラン、アルシン、ホスフィン、ジボラン、ゲルマン、セレン化水素について貯蔵量に関わらず厳しい制限を加えた。日本の半導体製造メーカーとガス製造業者は、多くの事故を経験したことによって、半導体材料ガスの安全な使用と取扱いに関して多くの知見を得ることができた。

1990 年に入って、環境や人体への悪影響に関する懸念が提起され、多くの化学物質の有害性に関して検討されるようになった。多くの半導体材料ガスは、変異原性や発ガン性の危険因子として分類指定され、また、2000 年代に入り、GHS（国際整合化システム）は可燃性、毒性、環境影響等に関して区分を定義し、さらに、ヨーロッパ連合から REACH や RoHS 規制を受けるようになった。アルシンに対する TLV（耐限量）については、ACGIH から健康への悪影響が無い状況でも繰り返し暴露を考慮した化学物質の時間平均値として、50ppbv から 5ppbv に下げることが推奨されている。

半導体材料ガスの取扱いに関する国際整合化文書

このような社会的な問題や懸念に沿うようにして、アルシンとホスフィンのガイドラインの作成プロジェクトが 2006 年に IOMA GC より提案され、2007 年より JIMGA と AIGA の共同リードによって、JIMGA と AIGA（日本、アメリカ、台湾シンガポールに拠点をもち）メンバーによってタスクチームが構成され、羽坂がそのプロジェクトリーダーを務め、整合化文書の作成が開始された。その年に台湾夏季ミーティング、日本冬季ミーティングが開かれ、その結果、「アルシンの安全な取扱指針、AIGA 050/08//JIMGA -T-S/36/08/E」と「ホスフィンの安全な取扱指針、AIGA 051/08//JIMGA -T-S/37/08/E」が完成した。こ



これらの文書は、2008年5月直ちにCGAとEIGAに周知展開された。

AIGAは、アルシンとホスフィンの両方の文書を直ちに発行し、JIMGAは原文の意味を維持しつつ日本の法規に合うように改正した後、2009年11月にアルシン、2010年4月にホスフィンを日本語で発行した。CGAとEIGAは、CGA発行文書G-16&17、EIGA文書162&163として、2010年に整合化文書を発行した。現在、両文書は、2014年から改正作業が進んでおり、2017年の第二四半期に完了予定である。

これらの半導体材料ガスは、シリコン電子デバイスの熱拡散やイオン注入プロセスでドーピングガスとして応用されたり、化合物半導体である発光ダイオードやパワー半導体に応用されるGaやInと反応する原料としても使用される。多くの半導体材料ガスは、可燃性であり、非常に毒性が強く、1Mp以上の圧力で、容器にガス状もしくは液体状で加圧充填され出荷される。

安全な取扱いに関する文書の発行は、大変重要であり、高圧ガス業界のみでなく、半導体材料ガスの消費者にとっても役に立つ。これらの整合化文書は、アルシンやホスフィンの供給業者、配送業者やユーザー、あるいは関連する取扱装置業者のために用意したものである。また、装置、容器やバルブの使用、取扱の管理、及び安全の設計指針のみでなく、火災防止、ガス検知器、排気及び関係する安全ガードの設計指針を含んでいる。

アルシンやホスフィンの整合化文書に加え、「半導体材料ガスの安全な取扱い AIGA 018/15」についても、JIMGA 仲山とAIGA共同リードにて、タスクチームメンバーと協議し、2008年にその案を作成した。昨年2015年第四四半期に、整合化文書(AIGA 018, CGA P-46, EIGA Doc199 and JIMGA IHC-Doc/29)として完成した。半導体材料ガスの世界的な急激な増加を踏まえ、その使用時に関わる固有な危険やリスクを含むものとなっている。

この文書は、半導体材料ガスが、半導体や太陽電池産業で主に使われ、単体ガスや混合ガスとして取り扱われており、これらの単体ガスや混合ガスが製造されたり、製造工場からユーザーに運ばれたり、貯蔵や消費されたりする作業場において安全性を向上するための最適な行動指針を推奨している。これらのガスは、一般に高圧の状態で充填され、反応性、可燃性、毒性、もしくは腐食性が高いため、ガス濃度が非常に低く、不活性ガスとして区分されるようであっても、取扱には非常に多くの注意が必要である。

また、IHC活動においては、安全性と危険性の解析から国際整合化文書の必要性を明確にするため、ギャップ分析プログラムが2013年より開始されている。特定された危険性に対して適切な基準が必要かどうかを決めることが目的である。CGAとEIGAは共同で、使い



やすい ASU とアセチレンのギャップ分析プログラムを完了させた。現在、AIGA と JIMGA のリードによって、半導体材料ガスのギャップ分析プログラムが進められており、可燃性を有する可燃性ガスであり、世界的に重大事故が報告されているシランについて解析を行っている。仲山が半導体材料ガスプログラムのコーディネーターを担っており、シランと可燃性ガスについて、2017 年初旬までに終了するよう、JIMGA, AIGA, CGA や EIGA の専門家と共同で作業を行っている。

大陽日酸の IHC 活動に対する将来の貢献

国連は、2050 年までに世界の人口が 90 億人となると見積もっており、現実のものとなると、将来の政治、経済、もしくはイデオロギーを含めたさまざまな社会的な問題が発生し、産業ガス業界としてもそれらを避けることはできないであろう。すなわち、水資源、エネルギー資源、金属資源が枯渇するだけでなく、高齢化社会や都市化も含まれる問題が発生する。

大陽日酸は、その問題に対して、医療ガスとして、「吸入酸素」や癌の診断に使用される「水- ^{18}O 」の販売を加速している。「水- ^{18}O 」については、すでに 3 つの空気分離プラントを導入し、年間 600kg の生産能力を有している。写真 1 に、2016 年 2 月に新規に増設された 3 番目の生産設備を示す。

エネルギー消費に関しては、水素燃料電池自動車用に移動式水素ステーションを開発し、日本全国、あるいは、他の国でも配送できるように展開中である。低コストで、コンパクトな移動式水素ステーションは、写真 2 に示すように、2013 年 8 月に、市場投入されている。

上記のほかに、IoT、AI、クラウドデータベースの進展に伴って、自動化設備の導入が進み、ガス生産においても生産の仕方が大きく変化し、事故の低減や効率的な業務の実行に大きく役立つ可能性がある。



写真 1. 「水-¹⁸O」生産設備



写真 2. 移動式水素ステーション

著者紹介



羽坂 智；1984年に日本酸素（現；大陽日酸）に入社し、23年間半導体材料ガスの研究開発に従事した。1989-1992には、東北大学、1995-1997には、アメリカ マチソンガスプロダクツ、2010-2012には、アメリカ IBMに勤務。現在技術本部技術標準化推進部長。JIMGAのIHC-WG長とIOMA-GCのオブザーバーを兼任している。



仲山一郎；1983年に日本酸素（現；大陽日酸）に入社し、研究開発、医療ガス、整合化活動などさまざまな職種を経験。2013年より、JIMGA 国際部会事務局、並びに国際部会下部組織 IHC-WG、規制改革 WG 事務局。