

産業ガス事業とは 如何なるものなのか

産業ガス

＝産業プロセスに使用するガス体製品の総称 (但し、エネルギー用途を除く)

産業ガスとは、酸素、窒素、アルゴン、炭酸ガス、水素、ヘリウム、アセチレンなど、産業プロセスに利用するガス体製品の総称である。ガス体製品といっても、LPガスや都市ガス(天然ガス)などエネルギーに使うガスを除く。産業ガスは、鉄鋼、金属、化学、自動車、半導体、ガラス、紙パルプなど多様な製造業の生産プロセスで使われることから工業ガスとも呼ばれている。産業ガスは、先の工業プロセス以外にも医療や食品・飲料、農業・漁業といった生活関連産業にも、多くの用途を持つ。ガスの姿を最終製品にみることは殆どないけれども、我々の身の回りに欠かすことのできない製品なのである。

産業ガス事業

＝ガス体製品を製造し、使用条件にあわせた 純度、圧力、量を最適化してユースポイントまで届ける事業

産業ガスはガス体の製品だけに、効率よく貯蔵したり、運んだりするために高圧ガスや低温の液体用の専用容器に詰めなければならない。こうした産業ガスを製造し、専用の容器に詰めてユーザーのユースポイントまで届ける事業が産業ガス事業であり、その事業を手掛けているのが、産業ガス企業である。

産業ガス企業の中でもばらばらガスを製造(例えば酸素、窒素、アルゴンは大気を原料に分離精製して製造する、炭酸ガスや水素は原料ガスから分離・精製して製造している)している事業者の事を産業ガスメーカーと呼び、これらメーカーが製造したガスを高圧ガスシリンダーやトレーラー、液体製品としてユーザーサイドにまで運ぶ業務を担っているのが、産業ガスディーラーである。

産業ガスには多様な種類があり、同じ企業であってもメーカー、ディーラーのポジションはガス種によって異なってくる。

産業ガス市場

＝産業ガス製品+ガス供給関連機器設備+工事・検査を含む

これら産業ガス企業によって、営まれている事業の事を産業ガス市場という。産業ガス市場には、産業ガス製品はもちろん、ガスの製造・供給に必要な機器、例えば深冷空気分離装置、PSA、膜分離装置、水素発生装置や容器(シームレス容器、超低温容器、液ローリー)、関連機器(バルブ、圧力調整器、圧力センサなど)、そしてガス供給のための配管工事、設備エンジニアリング、保安のための検査事業なども含まれる。産業ガスは、非日常的な高圧、極低温下で貯蔵されたり、輸送されたりする。安全に取り扱わないと甚大な事故や被害を招く危険がある。それだけに産業ガス事業には、厳しいレギュレーションがあり、そのレギュレーションを遵守できるものだけが事業活動を許されている。

用語解説

シリンダー(しりんだー)

一般に鋼製シームレス容器や溶接容器のこと。産業ガス供給の最小単位。シリンダー以外に、ボンベやパラ瓶、容器などともいう。

深冷空気分離装置(しんれいくうきぶんりそうち)

大気を断熱圧縮・膨張を繰り返すことで液化し、各成分の沸点差を利用して酸素、窒素、アルゴンなどのエアセパレートガスを製造する装置。ASUとも呼ばれる。セパレートガス製造の中核的装置である。ガス発生量は100m³/h～10万m³/h。

→製造プロセスはChapter5に詳報。

PSA(ピーエスエー)

Pressure Swing Adsorptionの略語。活性炭やゼオライトの持つ分子ふるい機能を利用して空気から酸素、窒素を分離する方法のこと。活性炭は窒素ガスの製造用として窒素PSAに、またゼオライトは酸素ガスの製造用として酸素PSAに用いられる。PSAは深冷空気分離と異なり、常温での空気分離が可能となる。また、運転圧力も10MPa未満で高圧ガス保安法の適用外となる。こうした利点を活かして、PSAは、手軽な酸素ガス、窒素ガス発生装置として普及している。

→製造プロセスはChapter5に詳報。

膜分離装置(まくぶんりそうち)

高分子膜が様々な物質に対して選択的透過性を持つことや、物質によって透過速度が異なる性質を利用して気体成分の分離を行う技術。ガス分離では、窒素膜分離や酸素膜分離が工業用として実用化している。特に窒素膜分離装置は窒素PSAと並び、高圧ガス保安法適用外のガス窒素発生装置として、クミカル製のバージ用など不活性ガス雰囲気制御に使われている。

水素発生装置(すいそはっせいそうち)

都市ガス(天然ガス)、メタノール、LPガスを原料にユーザーサイドで水蒸気改質法で水素を製造し、供給する装置のこと。月間水素消費量20万m³を超える大規模消費家に向けての水素供給法として開発された。装置能力は50Nm³/h～300Nm³/h。一方、水の電気分解で水素を製造する水電解装置が、再エネ電源と組み合わせたグリーン水素製造用として実績をつけ始めている。こちらは

10Nm³/h～100Nm³/hだが、エネルギー水素向けに装置の大容量化が進んでいる。

シームレス容器(しーむれすようき)

一般的な高圧ガス容器のことで、本体に溶接を行わない、溶接シームが無いという意味でシームレス容器と呼んでいる。一般的には内容積47ℓのシームレス中容器で、内容積1ℓ～30ℓのものはシームレス小容器と呼ばれる。大型のものでは、圧縮水素トレーラに使われる長さ8m程度(内容積1300ℓ)の長尺容器もある。

超低温容器(ちょうていおんようき)

液体酸素、窒素、アルゴンなどの液体ガスを供給するために開発された小型、可搬式の液貯槽。LGCとも呼ばれる。シリンダーよりも体積当たりの貯蔵量が大きくとれるのが特長。内容積175ℓタイプが中心で月間消費量400m³～4000m³の供給に向いている。容器内は極低温の液体で満たされるため、真空断熱が施されている。

液ローリー(えきろーりー)

液体酸素、窒素、アルゴン、炭酸ガスなどの液製品を液体のまま輸送する車のこと。タンクローリー、ローリー車とも呼ばれる。低温容器、加圧蒸発器、ポンプを装備している。車載タンクから客先CEへの移充填では、ポンプ方式とローリータンクの内圧を上げて差圧充填する方式がある。

バルブ(ばるぶ)

高圧ガスを充填した容器や配管設備のガス放出、遮断機能を持ったパーツ。容器充填時には、ガスの受け入れ口の役割も果たす。酸素バルブの口金の方式が日本列島の東西で異なる。

圧力調整器(あつりょくちょうせいき)

容器から出るガスや配管・設備内のガス圧力を調整する機器。アーク溶接用、医療用、高純度用、設備用、超高圧用、溶断用、理化学用がある。

圧力センサ(あつりょくせんさ)

ガス圧力を電気信号に変換して圧力測定を行う機器。半導体分野の微圧から超高圧までの圧力測定をはじめ、微小な漏洩や流量監視を行う。

主要ガス別解説

2-1

主要ガス別解説 酸素

特長と歴史

成人一人が一日活動するのに必要なエネルギー量は3000キロカロリー。このエネルギーを生み出すために酸素が6㎡必要で、人間は1日あたり6㎡の酸素を吸入している。酸素は生命維持に欠かせないガスであるとともに産業ガスビジネスの祖となったガスでもある。酸素ガスの製造が工業規模で実現するのは、1900年を越えた頃。イギリスのハン普森、ドイツのリンデ、フランスのクロードらが、相次いで低温液化装置を開発している。最初の酸素ガスの用途は、鉄鋼材の溶断、溶接用である。酸素とアセチレンの混焼により2900～3100℃の高温が得られ、鋼材を切断したり、くっつけるのに最適手段だった。

日本で酸素ガスの知名度を高めたのは1918年からのスペイン風邪(インフルエンザ)の流行である。15万人が肺炎を併発、死亡した。病人が楽になるとして酸素吸入を行った。現代のコロナ禍同様、呼吸器疾患に酸素ガスの有効性が示された最初の例だった。工業用酸素の需要が大きく拡大したのは1955年以降、酸素製鋼の登場である。銑鉄を溶かしてその中に含まれる炭素などの不純物を取り除き、鋼に仕上げると同時に鋼に大量に酸素が使われるようになった。現在の高炉向けオンサイトの源流がこの頃に形成された。

酸素の物性及び性質／化学式: O₂

分子量	ガス密度 kg/m ³ (0°C, 1atm)	比重 空気=1(0°C, 1atm)	液密度 kg/l(沸点)	沸点 °C(1atm)	融点 °C(1atm)
32	1.429	1.11	1.141	-183	-218.9
熱伝導率 mW(m ⁻¹ ・k)25°C, 1atm)	最低発火温度 °C(空气中)	爆発限界 vol%(空气中)	許容濃度 ppm	性質	供給形態
26.5	—	—	—	支燃性	圧縮、低温液化

市場課題

老朽化プラントの更新

大気から酸素、窒素を分離する深冷空気分離装置は、エアセパレートガス事業に欠かせないガス発生装置である。この深冷空気分離装置の更新に当たって、現在ではプラント設備費・工事費の上昇が問題となっている。同じ発生能力のプラントを更新する場合、20年前と比べて建設・工事費はざっと2倍近くに増加している。プラント建設費・工事費の上昇は、ガス製造原価の上昇につながり、収益性にも影響を及ぼす。収益性を確保していくために販売価格への転嫁(価格マネジメント)を実施していく必要がでてきている。

窒素との需要格差拡大

深冷空気分離装置は、1台で酸素と窒素の両方を生産できるシステムである。ただ、低迷する酸素需要と緩やかな伸びを見せる窒素との需要格差は広がるばかりである。深冷空気分離装置の酸素と窒素の生産バランスの最適化が求められている。

最近のトピック

陸上養殖向けに需要拡大

製鋼プロセスや金属加工、医療用酸素など既存酸素需要は低迷している。そうした中で陸上養殖は、数少ない今後も伸びが期待できる酸素需要家となっている。天然の海洋資源が乏しくなる中で、人工の水槽で水温や水質を制御する陸上養殖は安定した収量が得られる手段として今後も拡大していくことが予想される。酸素の新規需要先として注目されるのである。

主な製法

酸素をはじめ窒素、アルゴンなどエアセパレートガスは、大気を原料に分離、精製して製造される。主な製造装置は、①深冷空気分離装置、②PSA、③膜分離装置の3つ。

①深冷空気分離装置

深冷空気分離装置は、沸点の差を利用して気体成分を分離する装置で、1つのプロセスで例えば酸素と窒素の2成分を分離できる。最も一般的なエアセパレートガス製造方法として製鉄所向け大型オンサイト装置(酸素発生量が数万㎡/h)から1000㎡/hまでの幅広い製造量に対応している。

②酸素PSA

酸素PSAはゼオライトを吸着材として用いて大気から酸素を分離する技術。分子径のサイズから酸素とアルゴンを分離することはできない。酸素PSAによる発生純度は93%が限界で深冷空気分離には劣る。高圧ガス保安規制に係る深冷空気分離と異なり、PSAは高圧ガス保安法適用外で運用されるため法規制の縛りなく酸素ガスを発生させることができる。消費電力も深冷空気分離装置よりも小さくなるため、酸素ガスでは3000㎡/h以下の発生量におけるオンサイトガス発生装置やユーザーの自家消費用としても使われている。

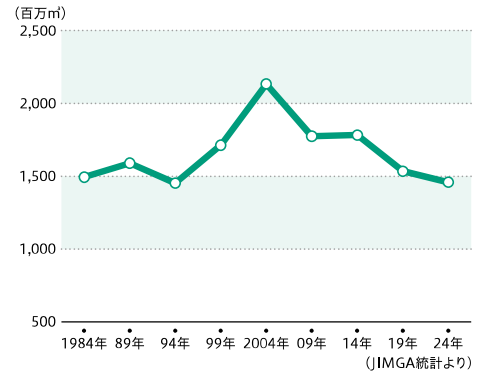
③膜分離装置

膜分離装置も、PSA同様、高圧ガス保安法適用外で酸素ガスを製造できる。かつては酸素分離膜を搭載したエアコンなど酸素リッチな空気を供給できる装置が販売されたこともあったが、工業用にも民生用にも酸素分離膜を利用した酸素ガス製造装置は実用化されていない。

酸素の質量と容量の換算表

質量 kg	液体 L(b.p)	ガス体(N) m ³ (0°C, 1atm)	ガス体(S) m ³ (35°C, 1atm)
1.000	0.876	0.700	0.789
1.141	1.000	0.799	0.901
1.429	1.252	1.000	1.128
1.267	1.110	0.886	1.000

酸素の販売量推移



国内酸素販売量は、鉄鋼をはじめ化学や金属加工の生産量減少を受けて減少トレンドにある。2024年の販売規模は、40年前の84年の水準に近くなってきている。

主な用途

酸素は文字通り酸化剤、酸化源として鉄鋼、ガラス溶解、鋼材の溶断溶接、製紙、化学などの工業プロセスで使われている。酸素は生命維持にも不可欠なガスであり、人間では医療分野での酸素吸引、人間以外でも魚の養殖、汚水処理(好気性バクテリアの活性化)に使われている。

主な供給法

酸素は深冷空気分離装置によるパイピング(オンサイト)供給の他、ローリー車による液バルク供給、LGC、カードルシリンダーによる供給と消費量に併せた多彩な供給法がある。PSAによるオンサイト製造は、高圧ガス保安法適用外の1MPa未満のガス製造で手軽なオンサイトガス供給法として普及している。HOT(在宅酸素療法)で患者宅で使用される酸素濃縮器も、酸素発生量1ℓ～5ℓ/分の小型酸素PSAである。

主要分野の解説

産業ガスは多様な用途を持つことが特長の一つとなっている。

それら多様な産業ガスの用途については、先のガス別の解説の中で紹介しているが、ここではエレクトロニクス分野と医療分野のガス利用の在り方について解説する。

エレクトロニクス分野では、ガスそのものが半導体の材料となるだけでなく微細な加工プロセスを実現するための不純物ページや有害物質の排除にガスの機能が欠かせないものとなっている。他分野にはない高純度グレードを必要とし、ガス精製や供給機器、分析などの技術の発展、熟成に寄与してきた用途でもある。エレクトロニクス分野は、各種ガスの供給だけでなく、供給に必要な各種機器や配管施工事も産業ガス関連企業にとって、大きな事業インパクトを持っている。世界の産業ガス用途を代表する分野である。

一方の医療分野で使われる医療ガスには、生命維持に欠かせない酸素をはじめ、手術や治療行為に欠かせない複数のガスがある。医薬品としての側面も併せ持つ医療ガスは、一般工業用ガスと同様の高圧ガスとして品質管理、安全管理とともに医薬品ならではのトレーサビリティ機能が求められる。さらに日本の場合、保険診療制度の中で、ビジネスモデルも異なるのが特徴である。

3-1

主要分野の解説

エレクトロニクス

エレクトロニクスにガスは必要不可欠な存在

半導体や電子部品の製造などのエレクトロニクス分野において、ガスは必要不可欠な存在である。

例えば微細な電子回路で構成されているシリコン半導体の製造では、ウェーハが酸素と化合すると酸化被膜が形成されてしまい表面が加工できなくなる。そのため製造プロセスにおいては酸化防止及びプロセス中の不純物排除を目的とする「ページ」、ガス成分を運ぶキャリアや可燃性ガスの爆発を防ぐ

「防爆」のために、不活性ガスである窒素を大量に使用する。半導体工場の隣接地には、大気から窒素ガスを製造する空気分離プラントが設置され、そこから半導体工場の内部に張り巡らされている窒素ガス配管へと供給する。空気分離プラントで製造されたガスは純度を高めるためにガス精製装置を通るのが一般的となっている。

窒素以外にも酸素やアルゴン、ヘリウムといったガスが、それ

半導体製造プロセスで使用する主なガス一覧

プロセス名	ガス名			
CVD	NH ₃	N ₂ O	SiH ₄	SiH ₂ Cl ₂
	TEOS	GeH ₄	Si ₂ H ₆	WF ₆
	NO	C ₂ H ₂	C ₃ H ₆	
ALD	3DMAS	TDMAH	TEMAZ	TBTEMT
	AlCl ₃	MoCl ₅	WCl ₆	HfCl ₄
	ZrCl ₄	TEOS		
拡散	O ₂	PoCl ₃		
スパッタリング	Ar			
レジスト/フォトリソ	CDA	CO ₂	Xe	Kr
	Ne	C ₃ H ₆	C ₂ H ₂	H ₂
電極形成	WF ₆	WCl ₆	TiCl ₄	

* 特殊材料ガスの供給法は、シリンダーが基本、単体ガスもあれば混合(希釈)ガスもある。

その特性を活かした用途で使われている。さらに近年ではシリコンウェーハの乾燥工程向け炭酸ガスや最先端リソグラフィでのEUV露光装置向け水素などの用途が登場している。プロセスの進化に併せて、新しいガス用途が生まれている。

エレクトロニクス向けガス供給で特徴的なのが、特殊材料ガス(電子材料ガスともいう)である。このガスは文字通り、半導体の材料となるガスのこと。半導体製造プロセスでは実に30種類以上の特殊材料ガスが使われる。

半導体の材料にガスを使う理由は、半導体を効率的かつ大量に作るのに最適だからだ。シリコンウェーハ基板の上に材料を均一に反応させるには固体や液体の材料よりも拡散性が高いガス体材料が効果的である。製造プロセスは基本的に熱化学反応であり、活性度が高いガス体が有利となる。

代表的な特殊材料ガスには、シリコン酸化膜形成で主に用いられるモノシランや窒化膜CVD材料のアンモニア、エッチング用の四弗化炭素、八弗化シクロブタンなど半導体の材料に直結するものやプロセスチャンパーのクリーニング(反応後の残渣物除去)に使われる三弗化窒素などが挙げられる。

微細化、多層化が進む最先端半導体の製造プロセスでは、ガス体だけでなく常温・常圧で液体や固体の材料を使用するケースも出てきている。ただ、これら材料もプロセスで使用する際はペーパー装置により蒸気化し、ガス体として使われる。エレクトロニクスガスを供給する事業者は、これら固体や液体材料についてもガス体材料同様に、安全かつ安定的に供給できるための技術開発を行っている。

メーカーやディーラーが多種多様な特殊材料ガス供給を支える

多様な種類がある特殊材料ガスの供給法の主体はシリンダーである。比較的消費量の大きいクリーニングガスでも、工場当たりの供給法はトン容器や長尺容器である。特殊材料

プロセス名	ガス名			
エッチング	HBr	CF ₄	C-CF ₄	C ₂ F ₆
	C ₆ F ₈	COS	CHF ₃	CH ₃ F
	HCl	Cl ₂	CO	CCl ₄
	CCl ₂ F ₂	BCl ₃	O ₂	TMB
アッシング	TMP	C ₃ H ₆		
	O ₃	O ₂	N ₂	Ar
不純物注入	He			
	PH ₃	B ₂ H ₆	CCl ₃	AsH ₃
ガス洗浄(各工程間で発生)	POCl ₃	BF ₃	Ar	
	NF ₃	C ₂ F ₆	ClF ₃	SF ₆
	CoF ₂			

ガスは多品種だけでなく一つのポリウムは少量であるのも特長だ。

さらに半導体プロセスに使われるガスは、いずれも他の分野にはない高純度品となる。そのためガス純度だけでなく、供給容器はコンタミを防ぐため内面研磨を施した特別なクリーン仕様であり、バルブや継手などの供給機器も半導体グレードの材質を使った特別品が使われる。高純度な品質を保証するための分析技術も不可欠な用途となっている。

特殊材料ガス供給の流れを説明すると、特殊材料ガスの多くが、化学メーカーの製品のパイプロで製造されている。化学メーカーで製造された特殊材料ガスは、その場でシリンダーやカードル、ISOコンテナに充填される。そこからコースポイントである半導体工場などに運ばれるわけだが、先述のように特殊材料ガスは他分野にはない少量多品種である。半導体工場では、日々多種多様な特殊材料ガスが消費されている。このガスをそれぞれの化学メーカーが個別に配送しているのは、非合理極まる。

そこで、一旦、特殊材料ガス充填所に各化学メーカーが製造した特殊材料ガスを集め、ここで、ユーザーごとにまとめて配送するようにしている。さらに特殊材料ガス充填所では、ユーザーごとに仕様の異なるガスを混合したり、移充填するとともに純度分析などの品質管理を行うなどの一連の配送業務を行っている。少量多品種の特殊材料ガスの安定供給と品質保証に特殊材料ガス充填所が大きな役割を果たしている。

消費場所となる半導体工場には、ゲートキーパーと呼ばれる事業者(主にガスディーラー)がおり、高圧ガスや毒性ガスに対する取り扱いや保安などのノウハウのもと、在庫管理や安全な容器交換などの役割を担っている。ガスを販売するだけでなく、日々の供給管理までをガスサプライヤーが手掛けている。

多様な産業用途に使われる産業ガスであるが、ガスサプラ

産業ガス企業の変遷

今日の産業ガス市場で事業を展開している産業ガス企業の中には、これまでの事業歴の中で合併、統合、撤退を行ってきたところも多い。ここでは、主要な産業ガス企業の統合、再編の経緯について、ガス種や機器などのカテゴリー別に変遷の図表とともに解説する。

4-1

産業ガス企業の変遷

エアセパレートガスメーカー

2026年3月現在、国内工業ガスメーカーは、日本酸素ホールディングスの国内事業会社である大陽日酸や、グローバルガスメジャーのエア・リキッドグループの日本法人である日本エア・リキッドをはじめ、エア・ウォーター、岩谷産業、高圧ガス工業、東邦アセチレン、小池酸素工業の7社であるが、これら国内工業ガスメーカーは90年代以降再編統合を重ねてきた。それ以前は、日本酸素、ほくさん、大同酸素、大阪酸素工業、テイサン、大陽酸素、東洋酸素、岩谷産業、高圧ガス工業、小池酸素工業、東邦アセチレンの11社あったが、30年余を経過して統合再編されてきたことになる。日本酸素ホールディングス、エア・ウォーター、日本エア・リキッドは、いずれも合併再編を経てきており、今日まで独立独歩の道を歩んできたのは、岩谷産業、高圧ガス工業、小池酸素工業、東邦アセチレンである。

合併統合の歴史を振り返ってみる。まずエア・ウォーターは、93年、大同酸素とほくさんが合併した大同ほくさんを経て、2000年の住友金属(当時)系の工業ガス企業、共同酸素と合併して誕生した。大陽日酸は、95年、大陽酸素と東洋酸素が統合した大陽東洋酸素と日本酸素が04年に合併してスタート、大陽日酸はその後14年11月に国内化学大手の三菱

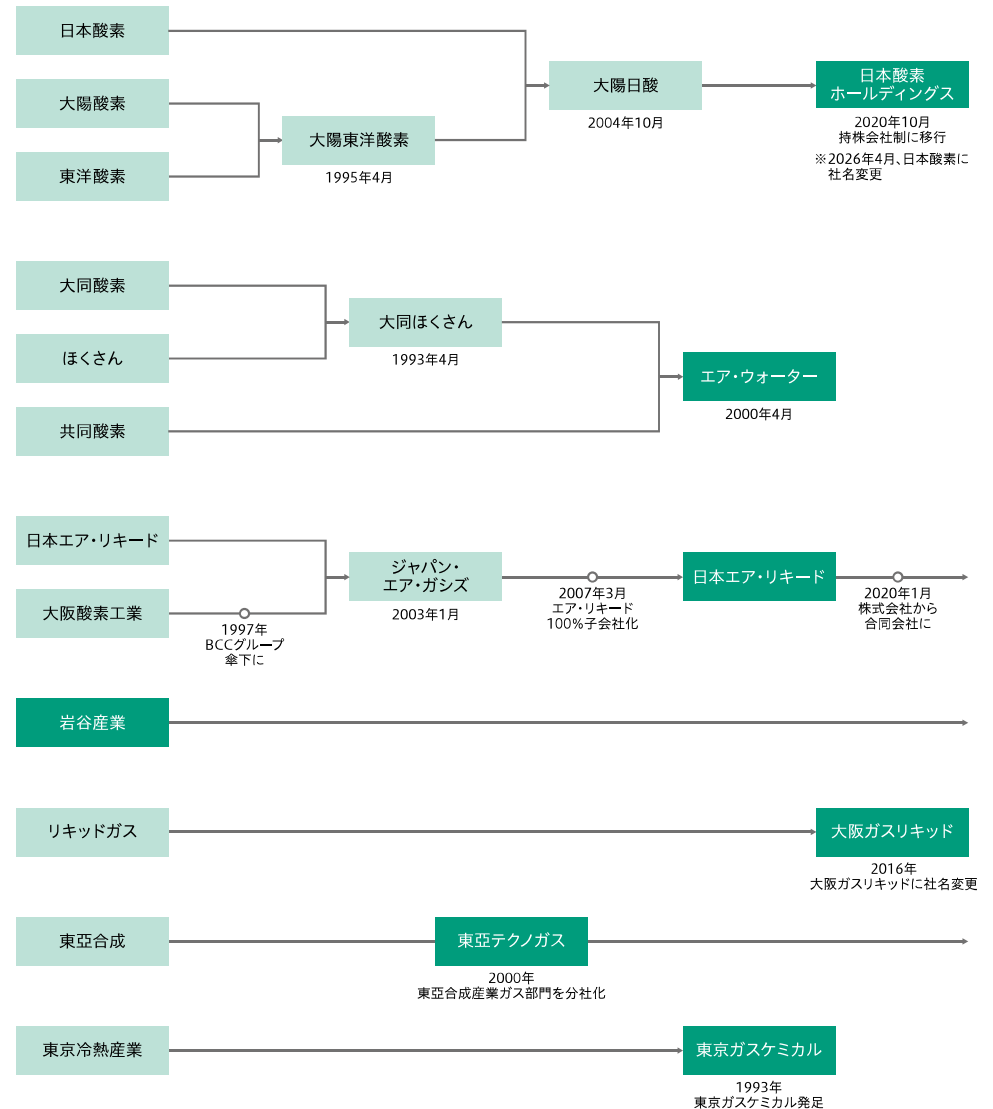
ケミカルホールディングスの傘下に入った。

20年10月に世界4セグメント(日本、米国、欧州、アジア・オセアニア)の事業会社からなる持株会社制に移行、日本酸素ホールディングスとなり、大陽日酸の社名は傘下の日本事業法人に引き継がれた。25年8月には、グローバルブランドをNIPPON SANSOに統一、26年4月には社名を日本酸素とする。

工業ガスメジャー、仏エア・リキッドの日本法人である日本エア・リキッドは、創業100年を超える国内最古参の工業ガスメーカーの一つだが、外資系同士の合併を経て今日に至る。エア・リキッド傘下の帝国酸素にルーツを持つ日本エア・リキッドと英BOC(現:リンデ)の傘下に入った大阪酸素工業が93年、産業ガス事業部門を統合、ジャパン・エア・ガズとなった。その後、BOCがリンデに事業売却され解体した後は、2007年3月エア・リキッドが旧BOC分を含め、株式を買収し、100%子会社とした。

国内にはエアセパレートガスのメーカーポジションを有する企業として、先に挙げた7社以外に都市ガス系の東京ガスケミカル、大阪ガスリキッド、レゾナック子会社のレゾナック・ガスプロダクツ、東亜合成子会社の東亜テクノガスがある。

エアセパレートガスメーカー



5-1

主なガス発生技術

深冷空気分離

100年以上前から使われる
エアセパレートガス製造の基幹技術

深冷空気分離とは、大気を原料とするエアセパレートガス(酸素・窒素・アルゴンなど)を製造するのに用いられる産業ガス製造技術の一つである。同技術を用いた深冷空気分離装置(ASU, Air Separate Unitの略)は、99%以上の高純度かつ大量(1000Nm³/h以上)の酸素、窒素、アルゴンを製造できる。一つの精留プロセスで酸素、窒素などの空気成分を分離・製造できるのが特長である。

深冷空気分離技術は、19世紀末、欧州で技術確立され、1902年にドイツ、フランスでそれぞれ装置化され、そこからわずか5年後の1907年には日本にも20Nm³/hの酸素発生装置が輸入されている。1934年には、日本酸素と神戸製鋼所が国産化に漕ぎつけている。それからおよそ100年経過した現在も、深冷空気分離は産業ガス事業の根幹を成すエアセパレートガス製造の主力として使われ続けている。

気体成分の沸点差を利用して
分離・精製

同技術は、気体成分ごとに異なる「沸点(液体が気体に変化する温度)」、の差を利用して分離・精製するものであり(別表「空気の構成成分と沸点」参照)、空気内に微量に存在するレアガス(ネオン・クリプトン・キセノン)や同位体の分離も可能となる。

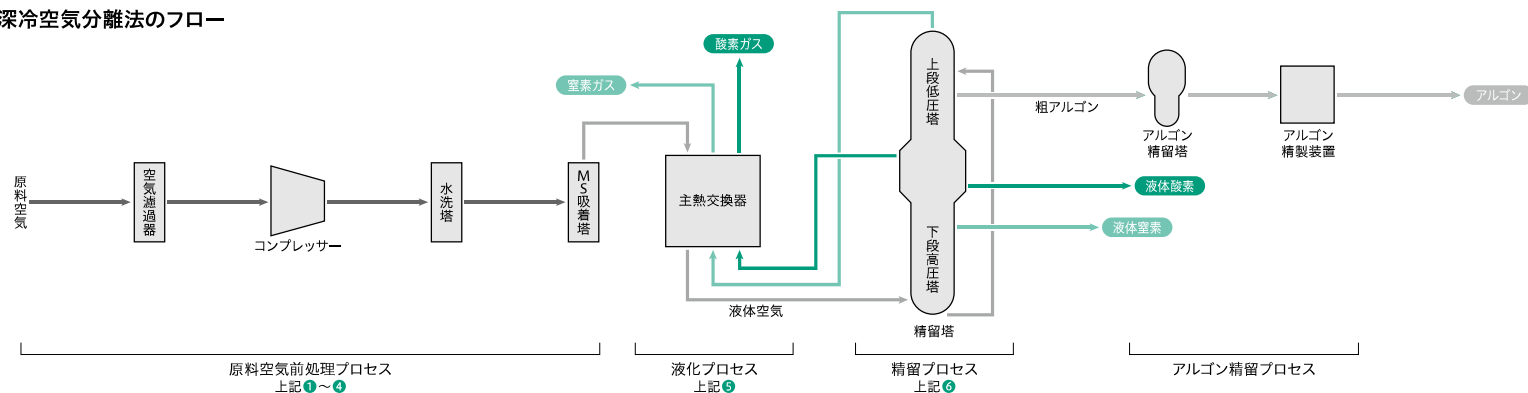
深冷空気分離装置は、原料空気圧縮機、MS吸着塔と呼ばれる空気前処理(不純物を除去する装置)、熱交換器、精留塔などのプロセス機器からなる複合装置である。製造するガス種(ガス体、液体)や流量に応じて、上記プロセス機器の

スペックが最適になるよう組み合わせている。従って、深冷空気分離装置は、個々のプロセス機器の性能だけでなく、最適化を図るエンジニアリング力が問われる装置といえる。

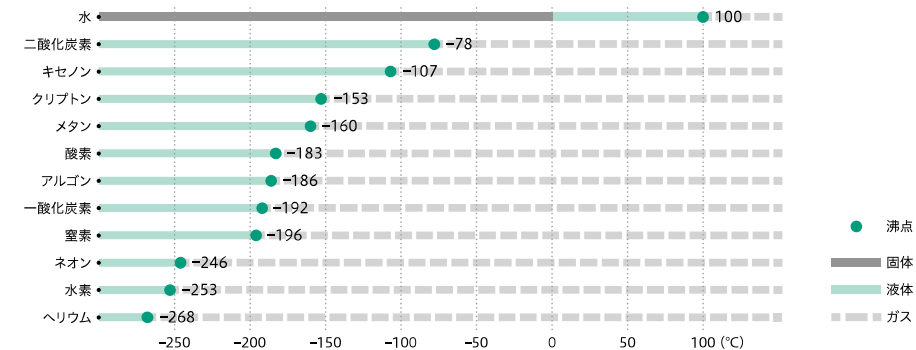
具体的な酸素、窒素の製造フローは、①原料空気をフィルターに通してゴミを取り除き、②圧縮機で後の液化に必要となる圧力・約0.5MPaまで加圧、③加圧によって約80℃まで上昇した温度を水洗冷却塔で約10℃まで予備冷却し、④低温で固化すると配管が詰まる原因となる水分や炭酸ガスをMS吸着塔(MS=モレキュラーシーブ、吸着剤)にて吸着除去、⑤熱交換器で-200℃程度の極低温まで冷却することで液化したあと、⑥精留塔に導入して蒸留することで酸素と窒素に分離するという流れとなる。

-200℃近傍の環境を保つため、熱交換から精留までの

深冷空気分離法のフロー



空気の構成成分と沸点(1気圧の場合)



一連のプロセスは「コールドボックス」と呼ばれる断熱保冷庫のなかで行われる。なお、液体のまま酸素と窒素を取り出すことも可能だが、大量に取り出してしまえばプロセス全体の効率を悪化させてしまうことから、ガスと液化ガスを併産する場合は、ガスを液化する装置(液化機)を別途導入して製造を行っている。

アルゴンについては、酸素に近い沸点(-186℃)を持つため、まず酸素の分離ポイントにあるガス(酸素90%/アルゴン10%)を粗アルゴンとして取り出し、その粗アルゴンを専用の精留塔に供給して再度精留を行うことで、高純度なアルゴンが得られる仕組みとなる。ただし、本誌2-3の主要ガス別解説「アルゴン」の欄でも述べたように、大気中に1%という含有量の低さから、酸素発生量5000Nm³/h以上のASUでない設備費が高み収益性が悪化してしまう。

レアガスについて、ネオンは沸点が-246℃と窒素よりも低く、クリプトン(同-153℃)とキセノン(同-107℃)は酸素よりも高い。そのため、ネオンは初めに窒素ガスに含まれる粗

ネオン(ネオン75%/水素5%/ヘリウム20%)を取り出し、さらに専用の精製装置で粗ネオンから水素とヘリウムを除去することで、高純度なネオンが得られる仕組みとなる。一方のクリプトンとキセノンは、酸素ガスに含まれる様々な成分を含んだ粗ガスを取り出し、そこからまずは爆発の危険性がある炭化水素を、触媒燃焼を用いて炭酸ガスと水に変えて除去するとともに、再び冷却・蒸留することで酸素も除去。これにより得られたクリプトンとキセノンの混合ガスを、専用の精製装置でさらに精留・分離することで、それぞれ高純度なガスが得られるという仕組みである。

深冷空気分離によるガス製造は、原料の空気にはコストがかからないものの、空気からガスを分離するまでのプロセスで多くの電力を消費する。なかでも圧縮機が必要となる電力が大きい。JIMGA(日本産業・医療ガス協会)によると、産業ガス業界の年間電力消費量は94億kWhで日本の総電力消費量の2.4%に相当する。その大半は深冷空気分離装置によるガス製造によるものである。

地域ガス市場の特性

地産地消型の製品である産業ガスは、地域産業の特性を色濃く反映した市場構成となっている。

ここでは、ガスレビューがこれまで蓄積してきた全国の産業ガス市場の長を、

北海道・東北・関東・中部・近畿・中国・四国・九州の各地域別に紹介していく。

地域ごとの人口、産業規模、域内生産額、製造品出荷額等といった指標データとともに

酸、窒素、アルゴン、炭酸ガス、水素、アセチレンの主要産業ガス製造プラント、充填所、

主要地域ガスディーラー、メーカー営業拠点を掲載、国内産業ガス市場の実勢を地域視点で紹介する。

※2026年3月時点の社名で記載。26年4月より以下の社名変更あり。

- 大陽日酸→日本酸素、●大陽日酸ガス&ウェルディング→日本酸素G&W、●大陽日酸北海道→日本酸素北海道、
- 大陽日酸東関東→日本酸素東関東、●四国大陽日酸→四国日本酸素、●大陽日酸メディカルサイト→日本酸素メディカルサイト

6-1

地域ガス市場の特性

北海道

地理的特性

北海道の総土地面積は国土の約22%を占め、日本列島の最北に位置し、冷涼な気候の元、農地や森林、周りを囲む世界有数の漁場などの資源に恵まれた土地である。北海道の

項目	数値	年度	全国比
1 面積	83,422km ²	24年度	22.1%
2 人口	514万人	23年1月1日	4.1%
3 域内総生産額	20兆5409億円	21年度	3.7%
4 従業者数	16万8703人	19年	2.2%
5 事業所数	4,982ヶ所	19年	2.7%
6 製造品出荷額等	6兆488億94百万円	19年	1.9%

*1,2,3「最近の北海道経済の動向等について」(北海道財務局)より作成

*4,5,6 経産省2020年産業別統計表より作成

農業産出額は全国の14%で全国第1位、一方の製造品出荷額は1.9%であり、第一次産業の占める割合が高い地域である。

産業構成

都道府県のなかで面積が最も広い(約8万3000km²)うえに、農林水産資源も豊富であることで、メインは第一次産業となっている。このため製造業においても食品加工業の占める割合が全国と比べて高く、一方で製造業のウェイトは低いとされる。工場は札幌や苫小牧、室蘭といった道央エリアに集積しており、2023年には千歳市にて、政府支援のもと次世代半導体の国産化を目指すRapidus(ラビダス)の工場建設が注目を集めた。

需要面

公共投資によるインフラ整備や都市再開発などでの溶接/溶断用の酸素・アセチレン需要が代表的なものに挙げられる。特に青森-札幌間で進められている北海道新幹線の整備に関しては消費量が多く、トンネル掘削時の排水処理(中和)用として炭酸ガスも消費されている。

このほか、都市部では先述したラビダス向けに半導体用ガスの需要があるほか、地方でもサーモンの陸上養殖向けで酸素、枝豆の鮮度保持向けで窒素といった第一次産業での需要に加え、ロケットの開発・燃料用として酸素・水素などの需要がある。

供給面

道内で生産されているガスは、エアセパレートガス、炭酸ガス、アセチレン、水素となる。工場は函館を除き、製造業が集積する道央エリアに立地している。

本州と北海道をつなぐ陸路はガス運搬に制限のある青函トンネルに限られるため、ユーザーにガスを安定的かつ効率的に供給するためには、道内で調達を完結することが求められる。万が一のトラブルや定修時のバックアップなどを考えると、生産拠点を複数所有するのが理想だが、炭酸ガスと水素についてはいずれも一ヶ所しかない。市場規模を踏まえた採算性の観点から、最小限となっているのが現実である。

北海道地域の産業ガスプラント一覧 (2026年3月時点)

●セパレートガスプラント生産能力

工場	液酸・窒素 (Nm ³ /h)	アルゴン (Nm ³ /h)
大陽日酸北海道/苫小牧	C 1,400	—
エア・ウォーター輪西/室蘭	D 800	600
エア・ウォーター千歳/千歳	B 1,600	—
函館酸素/函館	E 600	—
苫小牧共同酸素/苫小牧	C 5,800	—
日本エアリキード北海道恵庭/恵庭	A 1,000	—
合計	11,200	600

●炭酸ガスプラント生産能力

工場	液化炭酸ガス (t/月)	ドライアイス (t/日)
共同炭酸/室蘭	D —	90
エア・ウォーター・グリーンデザイン 室蘭/室蘭	D 3,600	—
合計	3,600	90

●水素プラント生産能力

工場	水素 (Nm ³ /h)
エア・ウォーター・ライフソリューション/苫小牧	C 480
合計	480

●アセチレンプラント生産能力

工場	アセチレン (Nm ³ /h)
北海道アセチレン/苫小牧	C 200
大陽日酸北海道/苫小牧	C 70
合計	270

(ガスレビュー調べ)

