ヘリウムの需要と供給——最近の情勢

田 中 聖 三

日本ヘリウム㈱ 横浜市鶴見区駒岡町535

(1982年 9 月 6 日受理)

The Supply and Demand for Helium—Present Situation

Seizo TANAKA

NIPPON HELIUM, INC. 535 Komaoka, Tsurumi-ku, Yokohama

(Received September 6, 1982)

Synopsis:

This paper briefly reviews the present helium market situation: short supply, price increase and its probable causes in the U.S., the largest producer and exporter of helium in the world.

After that, the paper will discuss the future supply-demand prospects and will stress the need for a long-range projection of the future helium availability.

1. はじめに

上記の表題、とくに「最近の情勢」という題をいただいて、たいへん困惑したのが実情である。というのは、この問題はすでに工業ガス関係の新聞雑誌がセンセーショナルに取上げているし、いろいろなデータがその中に掲載されている。その上に筆者のようなヘリウムの供給に携わっているものが屋上屋を架すると、あらぬ誤解を招くおそれもないとは言えない。まして情報過剰のこの時代に、信頼できるニュースを選び出すこと自体容易ではない。

しかし、現在の情勢をできるだけ正しく把握することは低温工学の将来を考える上から緊急の要務であると思われるので、あえて自分なりに信頼できると思われる資料を選び、できるだけ客観的に現在のヘリウム事情を概観させていただくことにしたい。

2. 日本の現況

日本のヘリウム市場は、現在のはなはだしい混乱の中にある。ことのおこりは今年4月に日本のヘリウム関係各社へのアメリカからの値上げの申入れに始まる。もちろん会社によって多少の差はあるものの、例年の5～10%と1桁がう値上率を見て驚かない方が不思議である。しかし結局は各社とも時期のずれこそあれこの申入通り受入れざるを得なかった。というのは先方よりの申入れが、20%以上もの供給の削減を伴う交渉の余地のない一方通告的なものだったため、全面的にヘリウムの供給をアメリカに依存しているわが国の現状では選択の余地がある訳もなかったからである。

アメリカ側のあげた値上げ理由としては、ヘリウムを分離している天然ガスの供給が異常に減少して操業率が極端に低下していること、インフレによる諸物価とくにエネルギーコストの増大がこれに拍車をかけた

こと、アメリカ国内の季節的な需要の増加が輸出余力を低下させたこと、などであった。

しかも、この値上げは一時的なものではなく永続的なものであり、さらに再値上げ、再再値上げもありうるとの予告つきだったケースもあるというから、まことにヘリウムは一方的な売手市場であったと言う当然の事実を各社とも再認識させられたというところである。もっとも、資源小国日本としては石油をはじめとして資源的にはつねに売手市場に振廻されているので“ヘリウムよお前もか”ということなのだろうか。

これによって市場は大混乱に陥り、各社ともかつての“未来を開くヘリウム、一千億産業にチャレンジ”と持てはやされたバラ色の夢どころではなく、ヘリウムの確保と、値上り分の処理に苦慮することになる。

これによる混乱がそれなりに固定したのは6月すぎであり、ちょうどそのころ Chemical Week (June 2, 1982) に「ヘリウム市場ひっ迫」という次のような内容の記事が掲載された。

「ヘリウム市場は、ヘリウム含有量の多い天然ガスの減産と、通例の季節的な需要増の結果として、非常にひっ迫しつつある。この結果、価格は急上昇し5月1日から実施された値上げの一例は基本料金、追加料金の両方を約50%上げている。年に100~200万立方フィート引取っている顧客は今や100立方フィートあたり6~7ドルの基本価格となり、これより量の少い供給に対してはさらに追加料金が加算される。しかしヘリウムのユーザーは、潜水や溶接のための不活性雰囲気を作るのにヘリウムが必要なので、ほとんど選択ができない。潜水作業は沖合の石油基地が天候のいい時期にもっと検査をする予定を組んでいるし、溶接作業の需要は組立作業が通常この季節に上向きになるため上昇を続けている。一方、工業ガス会社のヘリウムのコストは分離精製コストがずっと上がり続けているため相当に高くなっていた。さらに供給側は、液体としてより圧縮ガスとして前より少い量をもっと数多く配送しなければならないので、配送コストも上がっている。矛盾した話だが、政府所有のテキサス州エクセル工場から精製ヘリウムを販売しているアメリカ政府は、長い間値上げをしていないし、今も長尺容器トレーラーの充填を100立方フィート当たり3.50ドルでやっている。」

この記事の末尾の100立方フィート当たり3.50ドルが何故矛盾した話なのかは、つぎのような事実による。すなわち去る1961年に政府がヘリウム保存計画を実施

するため、ヘリウム生産を民間企業に委託し、購入資金を償還するために当時まで100立方フィート当たり1.95ドルだったヘリウム価格を3.50ドルに値上げしたところ、民間企業が2.5ドル以下で販売しだしたため政府の販売が激減し、ついには資金難で保存計画を10年あまりで打切らざるを得なくなってしまい、その後10年たった今でも法廷で係争中であると言う事実があるため、歴史の皮肉とでも言うべきであろうか^{2) 5) 7) 8) 10)}。

ともあれこうした出来事があり、それが地球の裏側の日本で“暗雲タレ込めるヘリウム戦線”“ヘリウム供給に赤信号”“世界を震撼させたヘリウムショック”“ヘリウムショックと業界の対応”と言った記事になったわけである。

こうした現況とその行方を考えるためには、日本が現在ほぼ全面的に依存しているアメリカのヘリウム事情を見なければならぬ。

(以下つぎのような略号を使用：立方フィート……CF, 10³…M, 10⁶…MM, 10¹²…B, 10¹⁵…T, ドル…\$ またとくに断わらなくても一般に70°F, 1 atmでの立方フィートである。)

3. アメリカのヘリウム事情

3.1 生産能力と需要の問題

現在のヘリウム工場は、つぎの3種類に別けられよう。すなわち、A) 粗製ヘリウム生産工場、B) 粗製・精製・液化ヘリウム一貫工場、C) 粗製ヘリウムよりの精製・液化ヘリウム生産工場の3種である。もちろん、この区別は確定したものでなく、自工場の天然ガス田が涸渇しかけているため、90%あまりを購入した粗製ヘリウムの精製液化でまかなっている工場などもありその場合はB/Cということになる^{1) 2) 3) 7) 11)}。

つぎに現在稼働中の工場、あるいは稼働可能休止工場を表1、図1に示した。以前はこのほかにも7工場あまりあったが、天然ガスの涸渇、コスト高などの理由で撤去あるいは閉鎖されてしまっている。それはともかくとして、この表で見られるように今年の7月に本格稼働を始めた Air Products and Chemicals の新鋭工場を含めた年産能力は2,000MMCFあまりであり、1982年の国内／輸出合計を過去5年間の平均伸び率(国内7.5%, 輸出15.7%)により1980年から計算して合計1,400MMCFとしても稼働率は70%でしかない。さらに、Union Carbide や Kansas Refined Helium の設備増強が完成すれば、稼働率は一時的に

表1 アメリカのヘリウム工場と生産能力

種 別	会 社 名	所 在 地	稼 動 開 始	生産能力 MMCF		備 考
				粗 製 ヘリウム	高純度および 液化ヘリウム	
A	Phillips Petroleum Co.	Hansford County, Texas	1962 (Dec.)	400		粗製ヘリウムを Elkhart と A.P.C.I. へ
B/C		Elkhart, Kansas	1966 (Dec.)	180	180	
(A)		Dumas, Texas	1963 (Apr.)	(600)		1976操業中止
A	Cities Service Helix, Inc.	Ulysses, Kansas	1963 (June)	610		
C	Cities Service Cryogenics, Inc.	"	1968 (Sept.)		330	
A		Scott City, Kansas	1968 (Oct.)	200		粗製ヘリウムを Ulysses へ
(A)	National Helium Corp.	Liberal, Kansas	1963 (July)	(1,050)		1975/1976 操業中止
A	Northern Helix Co.	Bushton, Kansas	1962 (Dec.)	675		粗製ヘリウムを U.C.C./K.R.H. へ
C	Union Carbide Corp.	"	1977 (Nov.)		300	
B/C	Kansas Refined Helium Co.	Otis, Kansas	1966 (Apr.)	230	230	
B		Shiprock, New Mexico	1975	54	54	
C	Air Products & Chemicals, Inc.	Sherman, Texas	1982 (June)		250	
	民間工場 計	+ (2) 10		+ (1,650) 2,349	1,344	
B	Bureau of Mines, Dept of Commerce	Exell, Texas	1943 (Mar.)	360	210	
B		Keyes, Oklahoma	1959 (Aug.)	420	360	
	政府工場 計	2		780	570	
	総 合 計	+ (2) 12		+ (1,650) 3,129	1,914	

(1981年10月現在)

表2 世界の高純度ヘリウムの生産と需給 (単位: MMCF)^{1) 9) 11)}

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
(生 産)												
ア メ リ カ	760	647	577	627	647	699	745	808	947	1,001	1,062	1,159
そ の 他	90	90	112	122	132	140	146	146	149	149	181	120
計	850	737	689	749	779	839	891	954	1,096	1,150	1,243	1,279
(アメリカの供給)												
政 府	361	231	174	173	180	169	184	195	217	221	210	188
民 間	399	416	403	454	467	530	561	613	730	780	852	973
計	760	647	577	627	647	699	745	808	947	1,001	1,062	1,161
(アメリカの需要)												
国 内	670	542	470	515	530	570	601	634	779	811	817	863
輸 出	90	105	107	112	117	129	144	174	168	190	245	298

図1 アメリカのヘリウム工場

図2 アメリカの天然ガスの季節変動

は一層低下することになる。したがって、今年中に政府所有の Keyes 工場と Phillips Petroleum 所有の Elkhart 工場が閉鎖される予定になっていた訳である。ここで参考のため最近12年間の世界の生産/供給状

況を見ると表2のようにになっている¹⁾⁹⁾¹¹⁾。したがって、企業間の供給能力差は別として、全体的供給能力は工場が正常に稼動していさえすれば当面の需要に対して問題があるとは思えない。

3.2 天然ガスの問題

現在のヘリウム生産が世界的にヘリウム含有量の多い天然ガス（一般に He 0.3% 以上）からの分離によって行われていることは衆知の通りであるが、天然ガスの生産/供給に季節的変動があるのは当然のこと、ヘリウムの生産量もこれに伴って変動するであろう。ただヘリウムについての月別生産量のデータがないので、天然ガス需要の季節的傾向を図2に例示しておいた¹⁴⁾。もちろんすべての天然ガスがヘリウムを含んでいるにしても、今日の技術で経済的生産が可能なのはヘリウム含有量 0.3% 以上のものであり、そのため図1に示したようにアメリカ中西部にヘリウム生産工場が集中しているわけであるから、図2は単に参考程度に見ていただきたい。

ただ図2で感じたことだが、天然ガスの場合の貯蔵機能に似た機能を、ヘリウムについては Cliffside Field と 425 マイルのパイプラインが持っている訳であり、その貯蔵量は天然ガスの約 3 月分に比べて 100 倍以上大きい。もちろん Cliffside に貯蔵された純度 60~70 % のヘリウムは政府の買上分がほとんどで民間企業の

私費貯蔵分は5%くらいであるが、応急措置が取れない訳ではないし、現に一昨年だったかある会社が相当な高値で貯蔵されていた粗製ヘリウムを政府から買戻した例があるようだ¹³⁾。

ただし天然ガスの供給の不安定さが長期間継続するとなると話は別であり、これについては後で触れて見たい。

3.3 コストの問題

ヘリウムの生産コストについて、もっとも大きく影響するのは原材料である天然ガス価格とエネルギー価格だと考えられる。稼働率は、もちろん製造直接費／一般管理販売費を含めて、全般にコストを大きく左右するが、ここでは次元の異なる要因なので考えない。

表4 アメリカの天然ガスの価格指数の変動

	単 位	基 準 1967年	1981月	1982年		1982年5月の価格
			11 月	4 月	5 月	
州 間	1,000CF	100	360.0	403.4	407.8	\$/1,000CF 2.613
州 内	"	100	190.7	202.2	209.8	3.005
輸 入	"	100	264.5	261.7	264.4	4.988

(出典：Producer Prices and Price Indexes Data for March 1982, Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor)

これに見るように天然ガス／天然ガス液の価格は、この一年でそれぞれ14.7%、24.3%値上りしている。逆に原油は市況の軟化を反映して7.5%の値下りとなっているが、石炭は9.6%の値上りを示している。

さらに天然ガスについては、1978年の天然ガス政策条令 Natural Gas Policy Act of 1978によって、産地／州間／州内などによって細分化された統制下にあり¹³⁾、表4のような傾向を示している。これらの指数が表わしているようにアメリカ国内の天然ガス価格は半年の間に8～10%上昇し、表3の傾向が継続していることが解る。

したがって、エネルギーおよび原材料としての天然ガスの価格上昇が年に15～20%あれば、これがヘリウムの価格に影響して来ることは当然であるが、とても50%以上の値上りを全部説明することはできない。ここで対照のため、ここ1年あまりの間に一般の工業ガス価格の変動指数を表5にまとめて見た¹⁴⁾。ただし、たいへん残念なことだが、ヘリウムはこの表に顔を出すほどの統計的な重要性がないようである。それはそれとして、この中で最高の値上率でも25%弱であるこ

表3 アメリカのエネルギー価格指数の変動

	1975年12月	1981年3月	1982年3月
天 然 ガ ス	100	426.4	530.0
天 然 ガ ス 液	100	385.7	479.4
原 油	100	321.0	283.7
石 炭	100	129.2	141.6

(出典：Producer Prices and Price Indexes Data for March 1982, Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor)

とくに天然ガスはヘリウム工場の自家発電にも使われているので重要な要因である。表3には最近のエネルギー源（天然ガス／原油／石炭）価格を示した¹⁴⁾。

表5 アメリカの工業ガスの価格指数の変動

	基 準 1981月 6 年	1982年		
		1 月	4 月	5 月
工業ガス一般	100	101.5	102.8	103.2
アセチレン	100	110.7	110.7	110.7
炭酸ガス	100	121.2	124.7	124.5
液／ガス	100	113.5	115.3	115.0
窒素(ガス)	100	106.1	105.7	105.3
酸素(液)	100	95.6	98.6	101.7
その他のガス	100	100.3	101.1	101.3
製品ガス	100	104.1	108.9	108.1

(出典：表4と同じ)

とは参考になる。

3.4 その他の問題

以上の項目だけでは今回の倍以上もの値上げの原因を十分に説明するに足らないとなると、その他の原因として次のようなものが考えられる。

- i) ヘリウム含有量の多い天然ガスの季節的変動以外の長期的な減産^{14) 15)}

表 6 天然ガス需要の用途別分類 (1980年)

用 途	民生用	商業用	工業用	電力用	その他	計
使 用 量 (BCF)	5.1	2.4	8.5	3.8	0.6	20.4
内訳(%)	25.0	11.7	41.7	18.6	0.3	100.0

(出典：Chemical Week, June 16, 1982)

- ii) 上記ガス田の涸渇の進行^{1) 2) 3) 5) 6) 7) 8) 10) 11)}
- iii) ヘリウム生産工場の工程内のトラブル
- iv) その他¹⁵⁾

まず i) について調べて見ると、前述のようにヘリウム含有量の多い天然ガスだけのデータはないが、全体的な低落傾向にあることは事実である。もともと天然ガスを需要別に分類してみると、1980年の実績では表6のように工業用が断然多い。工業用の中では化学工業用が大部分であり、“天然ガスは化学工業の生命線である”と言われるほど関係が深い、アメリカ化学工業の最近の業績はきわめて不振である。業界誌の伝えるところによると、景気の後退は昨年7月ごろから始まり、とくに基礎化学産業は今年の第1四半期で前年同期に比べ、

売 上	収 益	生 産	利 益 率
- 4%	-33%	-10%	6.4%→4.6%

と落込み、操業率も70%前後を低迷していて、回復は早くても来年後半になろうと言う見方が強い。そのため化学工業各社とも大幅な戦略変更をせまられ現実的には Union Carbide の Oak Ridge National Laboratory 工場からの撤退；Exxon のエネルギー省との工場運転契約不更新、オイルシェールプロジェクトからの撤退；Cities Service* の低密度ポリエチレン工場売却、建設中の高密度ポリエチレン工場の中途打ちなどとなり、その一方 Cities Service* と Mesa Petroleum, Gulf Oil と Cities Service* と言った他社の合併吸収を目指した Take Over Bid 戦が起り、他方では売上の 3.5%，前年度比 +19.3% にも達する空前の研究開発費を計上して、将来を見すえながら足元を固めると言う政策をとっているわけである。

いずれにせよ、こうした低迷の中で天然ガス消費量の中に占める化学工業の割合は 1980 年の 41.7% から 24%に落ちてい るし、天然ガス自体が景気の後退、他燃料への切換、購入者側の消費節約によって需要減退

* ヘリウムのトップメーカーの親会社である。(表 1 参照)

している上に、州によっては大型ボイラーへのガス量制限、新しいガスの州外パイプラインの接続制限などを実施しているため、Natural Gas Policy Act of 1978の統制解除の時期や方法との関係もあるが、天然ガスの生産がここ当分上向きになることはあるまいとの見方が強い。したがって、この面からのヘリウムの減産は相当長期にわたる可能性があるだろう。(最近も Kansas City の近くの石油精製工場が 2 工場閉鎖されたため天然ガスの地区需要が一層落込み、Cities Service が Transwestern Pipe Line からの天然ガス購入を削減し、その影響で西オクラホマのガス井が一時的に天然ガスの採取を中止するという事態が起り、この秋にはもっときびしい情勢が予想されている。この Pipe Line 上にヘリウムの分離工場があるかどうか未確認であるが、ヘリウムの生産地にきわめて近い地区の出来事なので気になる話である。)

これらの状況から見て、ヘリウムの生産効率が落ちていることは確かであり、その分の経費負担増がまたもヘリウム価格を押上げることになる。

つぎに天然ガス田の涸渇については、1976年のKerr-McGee, Navajo のガス田涸渇による 工場廃止以来ニュースがないが、今年に予定されている Phillips Petroleum と Bureau of Mines の工場閉鎖は設備の老朽化もあるが、ガス田の涸渇にも原因があると言われてい る。上記の Kerr-McGee がガス田涸渇のため 16 年間で工場を閉鎖したことを考えると、上記 2 工場も同じ運命をたどりつつある可能性は否定できまい。

さらに考えられることとして挙げたヘリウム生産工場の工程上のトラブルについては、よほど大きな事故でもない限り業界誌には載らないし、まして政府刊行物に見る由もないが、少くとも液化機の故障が数回あったこと、落雷による停電で工場が停止したこと、予定された工場の定修が 6 月～7 月の間に行われたことなどのニュースはまず確かなものようである。またヘリウム生産工場のうちの 2 工場が液化機の新設を含む設備増強を開始したことも事実だと思われる。その証左のひとつとして、今年の 8 月に行われたヘリウム工場 (Phillips Petroleum, Elkhart) 売却の入札に参加したのが日本* やヨーロッパのアメリカ現地法人を含むとはいえ、ほとんどがアメリカの現にヘリウムを自社工場で生産して会社、あるいはヘリウムを販売している会社であったと言う事実がある。8 月末現在どこか

* 日本については未確認だが、入手した情報では参加している。

表7 アメリカの化学工業上位39社の業績（1982年第1四半期）

	売上高 (100万ドル)	利 盛 (100万ドル)	前 年 同 期 比		利 益 率	
			売上高	利 益	1982年	1981年
上 位 20 社（平均）	929.0	42.6	-5.7%	-32.6%	4.6%	6.4%
次 位 19 社（平均）	120.7	5.5	-4.5%	-38.0%	4.6%	7.1%
上 位 39 社（平均）	535.2	24.5	-5.6%	-33.3%	4.6%	6.5%

（出典：Chemical and Engineering News, May 17, 1982）

（出典：Chemical and Engineering News, May 17, 1982）

図3 アメリカ化学工業上位40社の過去12年の業績の推移（1982年は予定）

の会社が落ちるかは見当の域を出ないので差控えるとしても、前述のアメリカのヘリウム生産能力から考えると奇妙な現象であり、現時点でのヘリウム生産能力が正常以下（工場によっては30～50%とのうわさもある）の状況になっていることを裏書きしているように思われる。

その他の要素として考えられるのは、この世界的な不況の中でもヘリウムの需要は他に適当な代替物がない場合が多いため伸び続けているということである。不採算部門の縮小／売却とともに、採算部門の維持、強化、増益を計るのは民間企業として当然考えることであり、ましてヘリウムは西側諸国のほとんどの供給源はアメリカである。

たとえば年間 300MMCF 程度のヘリウム生産工場が仮に \$ 3.00/100CF の値上げを行ったとすると、年に900万ドル（約23億円）の増益となり、昨今の化学工業関係会社の利益の低下を考えると無視できない額であると考えるのは、考えすぎであろうか。

参考のため表7として1982年第1四半期の化学工業上位39社の平均業績を計算した結果を示し、図3には過去12年間の化学工業上位40社の売上高／利益／利益率（1982年度は予定）を図示してみた。

（できるならヘリウム関連の会社だけを集めてみたいと思ったが、データがそろわなかったので全体で算出することしかできなかった。）

おそらく、上記のような種類の事情が重なりあって今回の値上げと供給不安定を引起したのではないかとと思われる。

4. 世界のヘリウム事情

世界のヘリウム事情を考えるためには、やはり資源から考えはじめるのがふつうであり、ついで供給と需要のバランス、価格の変動、その他の問題といった順序で進めてみたい。

4.1 資源^{2) 3) 5) 6) 7) 8) 10) 11) 12) 13) 15)}

資源的な面でもっとも調査が進んでいるのはアメリカであり、他の国々のデータについても大部分がアメリカの調査によることにならざるを得ない。

まずアメリカ国内の資源についてはアメリカ政府内務省所属の鉱山局のデータがもっとも一般的である。鉱山局 Bureau of Mines は1917年から1980年までの間に15,000種類あまりのガス田のサンプルをとり、ヘリウム含有量の分析を行って来たが、ここ20年あまりは新しい有望なヘリウム資源は発見されなかった。し

表8 アメリカのヘリウム資源 (単位: BCF)

推定時期	1960 (July)		1966 (January)		1977 (January)	1978 (January)	
埋 蔵 量 内 訳 (BCF)	Arizona	0.6	Rocky Mountain Area Arizona, Colorado, Montana, New Mexico, Utah, Wyoming	25.5	Measured (Proved) 201	同 左	198
	Colorado	0.6			Indicated (Probable) 150	同 左	153
	New Mexico	0.2	Midcontinental Area Kansas Oklahoma Texas	169.2	Hypothetical (Possible) 175	同 左	179
	Texas Oklahoma Kansas	190.1			Speculative 184	同 左	188
	Utah	5.8	Conservation Helium Cliffside	9.0			
全埋蔵量 (BCF)	197.3		203.7		710	718	
回収可能量 (BCF)	159.0						
注	He 0.3%以上のもの のみ		同 左		Measured に Cliffside 貯蔵分を含む (38.3BCF)	同 左 (39.6BCF)	
出 典	“Helium” Oil and Gas Journal Feb. 15, 1962		Technology of Liquid Helium, NBS Monograph 111, 1968		Helium Resources of the United States, IC 8803, Bureau of Mines, 1977	Helium-Energy Act of 1979 (H.R. 2620)/ 1980 (H.R. 7336)	

たがって、10州にある 100 余のガス田が今なお有力な資源であり、その主なものは下表に示した通りである。これらの資源を含めて、現在までの推定のいくつかをまとめて表 8 とした。

ガス田	Tip Top Field	Hugoton Field	Keyes Field	Cliffside Field ^a	Pan-handle Field
(州)	(Wyoming)	(Kansas) (Oklahoma) (Texas)	(Oklahoma)	(Texas)	(Texas)

ただし、こうした埋蔵量の推定値の信頼性となると他の天然資源の推定と同様に不確定要素が多く、たとえば最近開発中の Tip Top Field についても埋蔵量に 44~79BCF という差があることに留意していただきたい¹⁵⁾。ここでは一応 もっとも新しい 718BCF (これもごく最近 693BCF だといわれている) を採用しておくが、これにはつぎのような別け方がある¹³⁾。

Depleting	594	Non Depleting	124
Undiscovered	454	Identified	264
Subeconomic & Undiscovered	536	Economic & Identified	182
718BCF			

ただしこの埋蔵量もきびしく見ると、その中の83%は涸渇しつつあり、63%は未発見、しかも75%は非経済的であるという状態であり、頼りになるのは 60BCF

位だろうときびしい見方もある。

もちろん天然ガス以外のヘリウム資源として、自然発生的なメタン／溶存ガス／核融合／石炭の高温分解／鉱石／その他があるが、この中で多少見込のあるのは石炭だろうと言われる現状であり、しかも石炭の場合もこれからの試験研究に待たなければならない状況である。もっとも、最近の明るいニュースとして昨年秋 Exxon が Wyoming の Sublette County にヘリウム 0.5% を含むガス田を発見したが、そのヘリウム埋蔵量は一説には30BCF、他の説によるとその数倍とも言われ、鉱山局はこの天然ガスに含まれているヘリウムの取扱いについて検討しているという話である¹⁵⁾。

アメリカ以外の資源についてはデータが少いが、つぎのようなものが挙げられている³⁾。(表 9)

4.2 需要と供給

アメリカ以外でヘリウムの生産を行っているのは、おそらくフランス／ポーランド／ソ連だけではないかと思われる。(表 2 参照)

ただポーランドについては、1979年の爆発事故で1年あまり復旧作業にかかったが、再開後まもなく理由不明なままヘリウム生産を中止したということで、現在の状況はさだかでない¹¹⁾。

したがって西側諸国のほとんどがアメリカからの供給に依存している訳であるが、アメリカ商務省の統計にもとづいて作成した内訳が表10である。

これで見ると日本の輸入量はアメリカの輸出総量の

表9 アメリカ以外のヘリウム資源

国 名 (ガス田名)	ヘリウム含有量 (V%)	注
北 海 ガ ス 田		
イ ギ リ ス 区 域	0.05—0.12	
ノ ル ウ ェ ー 区 域	0.02	
オ ラ ン ダ 区 域	0.06	
ア ル ジ ェ リ ア	0.17	
ナ イ ジ ェ リ ア	0.02	
カ ナ ダ	0.02—1.9*	ヘリウム埋蔵量 約 33BCF
メ キ シ コ	0.05	
オ ー ス ト ラ リ ア	0.08	
ニ ュ ー ギ ニ ア	0.02	
ポ ー ラ ン ド	0.02—0.14	
ソ 連 邦	<0.15	
(中 国)	(0.2—0.6)	
(カナダ：アルバータ州)	(0.01—1.5)	Alberta Helium Ltd. のレポートによる (埋蔵は 32.9BCF)
(日 本)	(0.001—0.59)	地質調査所月報 Vol.21, 23, 25 によるが、 産出量が少い

* カナダの埋蔵量のうち約 13% だけが He 0.3% 以上
(出典：カッコ内以外は ERDA-13, その他は個人的に入手したものなど)

表10 アメリカのヘリウム輸出内訳
(単位：MCF)

輸 出 先	輸出年度1980	輸出年度1981
カ ナ ダ	15, 175	12, 077
中 南 米	20, 155	83, 083
ヨ ー ロ ッ パ	189, 350	203, 353
中 近 東	8, 017	23, 692
大 洋 州	13, 344	13, 160
日 本	43, 127	47, 583
そ の 他	8, 594	6, 541
合 計	297, 762	389, 489

(出典：U.S. Export, Schedule E, Commodity by Country, U.S. Department of Commerce
のデータをまとめた)

1/7~1/8ということになっている¹⁴⁾。

この中でヘリウムの自国内生産を目指している国としてはカナダがある。もともとカナダはSaskatchewan州の Swift Current でヘリウムの生産を行っていたが、1977年にガス田が涸渇して生産中止となった。1960年代には日本にも輸入されていた実績がある。現在カナダでヘリウムを天然ガスから分離する研究を行っているのは Alberta 州であり、その方法はアメリカの低温分離方式と異った浸透膜プラス PSA によるものであり、実験プラントでの結果は満足すべきもの

だったようである。ただし現在のところ工業生産の時期は未決定であるが注目すべき事柄だと思う¹²⁾。

その他の国については具体的な計画のニュースは入っていない。

4.3 価格^{2) 3) 7) 9) 11) 12)}

ヘリウムの価格は前述のような理由で、アメリカの価格がつねに基本になって来ていると言って良いと思われるので、図4にこれまでの価格の推移を示した。ただし今後の状況については別の観点から見る必要があると考えられるので、1974年の Argonne National Laboratory のデータを引用することにしたい²⁾。もっとも1974年と現在では前提条件が相当変化しているので、ここでは原データの 1975年の価格を 100として年度ごとの変動を見ると下のようになる。

年度	1980 ~	1985~	1990~	2005~	2010~	2015~	2045~*
価格	144	400	911	1, 022	1, 400	1, 588	8, 750

* ヘリウムの空気よりの分離がはじまる

仮に 1979 年までのアメリカの実勢価格(実線)をこの係数によって延長してみると図4の点線のようになる。もちろん上記の計算は単なる試行であってそれほど意味のあるものでもないが、いずれにしても今後のヘリウム価格は新しい資源、空気からの経済的な分離技術、適当な代替物質の発見などがない限り、高騰

図4 ヘリウム価格の傾向¹⁾²⁾¹¹⁾¹⁵⁾ (単位: \$/100SCF)

の一途をたどることになる。

4.4 生産技術²⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾

ヘリウムの生産技術については種々の方法が考えられており、今日使われている低温吸着／拡散分離の方法* も当然それらに含まれている。ここでは、各方法の技術的な可能性、経済性と現時点でのその技術の発達程度を尺度として評価比較したものを表11として引用した¹³⁾。

その結論は“現時点で、現在実用化されている方法以外に、技術的にもやや可能性のあるのは選択拡散法ぐらいだろう”となっている。

この他に考えられる生産方法としては良く引合いに出される核融合炉でのD-T 反応があるが、これについては統一した見解が得られてないのでここには取上げなかった。

5. 今後の問題

以上、手許にある資料にもとづいてヘリウム情勢の展望を試みたわけであるが、最後に将来の需要と供給の問題について触れておかなければならない。

まず需要の予測については、予測というものに内蔵される不確かさがある上に、とくにヘリウムの場合は今後発

展が期待される超電導関係の新技术が実用化される時期、使用量などをどうとるかではなはだしい差違を生じる。その差の大きさは図5に見られるとおりである²⁾³⁾⁴⁾⁷⁾¹¹⁾。

一方供給についても事情は似たようなものである。その結果、この方面の研究がもっとも真剣に行われ、何回もヘリウム保存のための“ヘリウム—エネルギー法案”が提出されているアメリカでも、需要と供給の

表11 ヘリウム分離方法の評価

分 離 方 法	技術的可能性	経済的可能性	発 達 の 程 度
低 温 吸 着 法	○	○	実用中の技術水準
拡 散 分 離 法	○	○	〃
撰 択 拡 散 法	○	?	ほぼ現在の技術水準
熱 拡 散 法	?	×	同位体の分離に使用中
光 励 起 法 (レーザー)	×	×	概 念 の み
〃 (光 学 的)	?	×	〃
電 子 衝 撃 法	?	×	〃
遠 心 分 離 法	?	×	〃
ベ ッ カ ー ノ ズ 法	?	×	〃
ボルテックスチューブ法	?	×	〃
宇 宙 か ら の 採 取	×	×	〃

(出典: “Energy, Helium, and the Future II”, by M.C. Krupka & E.F. Hammel, 3rd International Conference on Alternative Energy Source, Los Alamos Scientific Laboratory)

* この方法にしても、その所要エネルギー量がひじょうに多いことを特記しておかねばならない。

図5 アメリカの需要予測²⁾³⁾⁴⁾⁷⁾¹¹⁾ (単位: BCF)

図6 アメリカの需給予測¹²⁾¹³⁾ (単位: BCF)

バランスが取れなくなる時期については、下記のようにまちまちな数字が出されている⁸⁾。

データの出所	空気分離によるヘリウム生産の開始時期 (A. D.)
ERDA-13	2,020～2,040
鉱山局	2,016～2,098
NSF	2,040

したがって図6はその1例を挙げたものとして見ていただきたい¹²⁾¹³⁾。この図によると、1990年前後にアメリカのヘリウム生産は需要をカバーできなくなり、1990～2010年の間でアメリカのヘリウム生産は終了する。それ以後の不足分は Cliffside の貯蔵分と（あま

り見込みはないが、もし可能ならばのただし書き付きの）輸入でまかなうことになる。この場合に政府関係の需要が最優先であることは当然予想されることであり、民間企業への放出もむずかしく、とくに輸出については全面停止にならざるを得ないであろう。かりに図6で概算して見ると、輸入を考慮しない場合の空気分離によるアメリカのヘリウム生産開始は2015年前後になりそうである。もちろん4.3価格の項で考えたような値上りによる需要の減少は無視できないとしても、長期的に見てアメリカのヘリウム輸出力がなくなるのは、前記の空気分離によるヘリウム生産時期より20～30年早い1990年代ではないかと考えられる。

6. あとがき

何事であれ、その時になってからでは手遅れであって、それまでに必要な手を打っておかねばならないのは当然である。現在のヘリウム市場のひっ迫は基本的に一過性のものであろうと思われるが、長期的な見通しとなると不透明と言うよりむしろ絶望的と言った方が問題がはっきりしそうな気がしてならない。

したがって、ヘリウムの効率的な使用とロスを最小にする回収技術の研究および代替物質の積極的な開発に力を注ぐことは言うまでもないが、これと平行してヘリウムでなければならない需要の長期予測を行い、国内／国外の資源の調査ならびに確保（これには一般工業ガス製造時の空気分離のオフガスやLNG生産時のオフガスからのヘリウム分離を含む）を大局的見地から早急に進めなければならない時期になっていると思う。

参考文献

- 1) U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines: "Helium", (Minerals Yearbook, 1970 Edition/1980 Edition)
- 2) C. Laverick: "Helium-Its Storage and Use in Future Years", ANL/EE-75-1, Argonne Na-

- tional Laboratory. (1974)
- 3) U.S. Energy Research and Development Administration: "The Energy-Related Applications of Helium", ERDA-13. (1975)
 - 4) Midwest Research Institute: "Comprehensive Investigation and Report on Helium Uses", Prepared for Bureau of Mines. (1977)
 - 5) National Academy of Sciences: "Helium: A Public Policy Problem". (1978)
 - 6) U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines: Helium Resources of the United States 1977", IC 8803. (1979)
 - 7) U.S. General Accounting Office: "Unique Helium Resources Are Wasting: A New Conservation Policy Is Needed". (1979)
 - 8) U.S. House of Representatives: "Helium-Energy Act of 1979", H.R. 2620. (1979)
 - 9) Stanford Research Institute: "Helium", Chemical Economic Handbook. (1980)
 - 10) U.S. House of Representatives: "Helium-Energy Act of 1980", H.R. 7336. (1980)
 - 11) U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines: "Helium", Mineral Facts and Problems 1980 Edition. (1980)
 - 12) Alberta Helium Limited: Helium in Alberta". (1979)/"The Permeation Process for the Recovery of Helium from Natural Gas". (1982)
 - 13) M.C. Krupka/E.F. Hammel: "Energy, Helium and Future—II", Los Alamos Scientific Laboratory. (1980)
 - 14) U.S. Governmental Issues—Monthly Energy Review; Producer Prices and Price Indexes Data; U.S. Exports—FT 410.
 - 15) Magazines—Chemical Business; Chemical Engineering; Chemical and Engineering News; Chemical Week; Hydrocarbon Processing; Oil and Gas Journal; Pipe Line Industry; Platt's Oilgram News; World Oil.