

Title	流体の熱物性値を関数型で与える : 熱物性プログラムパッケージ“PROPATH” 活用法
Author(s)	山本, 純也
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1986, 63, p. 143-170
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/65716">https://hdl.handle.net/11094/65716</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 流体の熱物性値を関数型で与える

### 熱物性値プログラムパッケージ "PROPATH" 活用法

大阪大学低温センター 山本 純也

#### §1 はじめに

重要な気体の熱物性値は種々の科学技術計算によく使われている。熱物性値と言っても蒸発潜熱、熱伝導率、粘性係数、定圧比熱、比エンタルピ、比エントロピ、比内部エネルギー、比体積、乾き度等の多数にのぼることから研究者はそれぞれの表を利用したり、文献から関数関係を調べてプログラムを作っている。

数値計算を行うにあたってこれらに関数値の形で利用できれば膨大な表を持たずに計算を実行することができるため、今までいろいろ工夫はされてきたが、気体の種類の多いことや計算精度の面から実用になるものはなかった。今回九州大学のプロパスグループが開発した「PROPATH:熱物性値プログラムパッケージ第3・1版昭和61年4月」を同グループより提供をうけ大阪大学大型計算機センターのライブラリーとして登録し、利用が可能になったのでここに紹介する。

筆者等のグループは超臨界圧状態のヘリウムガスを超電導体の強制冷却用ガスとして使用しているが、超電導破壊が起こったときのヘリウムガスの流れと温度変化を計算機シミュレーションによって求めている。このときにPROPATHの第1・1版、第2・1版を使用して非常に容易に計算を実行することができた。特にエンタルピと圧力から対応する温度を求めることもでき、主プログラムは非常に簡単になった。

この時点では、FORTRAN で記述された主プログラムとPROPATHプログラムを結合してコンパイルする必要があり、PROPATHが10000行にもものぼる大きなプログラムであるためコンパイルにかなりの時間を要していたが、今回ライブラリー（正確にはApplication Program）に採用されたことから非常に使いやすくなった。

以下に、ユーザーがこのプログラムを使うにあたって知っておかなければならない事項をPROPATH の取り扱い説明書から引用して説明する。

#### §2 採用されているガスの種類

第3・1版では次の11種のガスの関数が計算できる。

ヘリウム	4	(HELIUM4, HELIUM, HE)
アルゴン		(ARGON, AR)
窒素		(NITROGEN, N)
空気		(AIR)
二酸化炭素		(CARBONDIOXIDE, CO2)
水		(WATER, H2O)
メタン		(METHANE, CH4)
エチレン		(ETHYLENE, C2H4)
プロピレン		(PROPYLENE, PROPENE, C3H6)
フロン12		(R12, FREON12, CCL2F2)
フロン22		(R22, FREON22, CHCLF2)

( )内はガス名の指定文字型変数FLUIDに代入する名前である。

2つ以上あるときはどれを用いてもよい。

### § 3 採用されている関数

物質によって採用される関数の総数は違うが重要なものはすべて含まれている。たとえば圧力Pを与えて蒸発熱を求める関数ALHP(P)と温度Tを与えて蒸発熱を求める関数ALHT(T)の両方があるので温度Tから飽和蒸気を求める関数PST(T)を使わなくてもよい。熱交換器の計算にはよく比エンタルピが使われるが、通常テーブルでは圧力Pと温度Tから比エンタルピを求める(これは関数HPT(P, T))だけでなく、圧力Pと比エンタルピHから温度を求めるTPH(P, H)関数も用意されているのでエンタルピ増加後の温度を求めるときなどは非常に楽に計算ができる。

別表1にヘリウムで採用されている全関数と引数の範囲を示す。

## § 4 関数名

### 4.1 命名法

関数に付されている名前は一定の規則に従っているので容易に記憶できる。その規則性を説明する。関数の名前の最初の1文字ないし4文字は求められる関数の値の種類を暗示している。それらをアルファベット順に説明すると、"AIP" = イオン積、"ALAP" = ラプラス係数、"ALH" = 蒸発熱、"ALM" = 熱伝導率、"AMU" = 粘性係数、"CP" = 定圧比熱、"CRP" = 臨界定数、"CV" = 定容比熱、"EPS" = 静的誘電率、"H" = 比エンタルピ、"PLD" = ラムダ線上の圧力、"PML" = 融解曲線上の圧力、"PS" = 飽和圧力、"SIG" = 表面張力、"S" = 比エントロピ、"TLD" = ラムダ線上の温度、"TML" = 融解曲線上の温度、"TS" = 飽和温度、"T

RPL"=三重点の定数、"U"=比内部エネルギー、"V"=比体積、"X"=湿り蒸気の乾き度、となる。このうち最初の5個においては先頭の文字が"A"になっている。これらはFORTRAN特有の暗黙の型指定によって、整数にならないように配慮したものである。

さて、その次に来る1文字ないし2文字は引数を暗示し、2文字の場合にはその順序は引数として関数の( )内に記述される順序と一致している。これに該当する文字は、"H"=比エンタルピ、"P"=圧力、"S"=比エントロピ、"T"=温度、"U"=比内部エネルギー、"V"=比体積、"X"=湿り蒸気の乾き度、の7個である。"CRP"と"TRPL"は引数を暗示する文字を含んでいない。この場合引数は文字型で指定され、( )内に"H","P","S","T"あるいは"V"のいずれか一つが入り、関数の値はそれぞれ比エンタルピ、圧力、比エントロピ、温度および比体積の値となる。

最後に、関数名の末尾の1文字ないし2文字が"D"あるいは"DD"である場合、それらは我国やドイツ系の慣用による"' "および" "を示し、それぞれ飽和液および乾き飽和蒸気を意味する。

## 4.2 予 約 名

PROPATHはそれ自身の固有の目的で下の表に示す名前を使用している。これらは利用者が直接呼ぶことができる関数名およびサブルーチン名と物質名識別用文字型コモン変数FLUIDないしは圧力と温度の単位を指定する整数型変数KPAのいずれかであり、これらは本来の意味においてのみ使用すべきである。表の左端のA、C、E、…などはこれらの名前の第1番目の文字である。

関数名

A : AIPPT, ALAPP, ALAPT, ALHP, ALHT, ALMPD, ALMPDD, ALMPT,  
ALMTD, ALMTDD, AMUPD, AMUPDD, AMUPT, AMUTD, AMUTDD  
C : CPPD, CPPDD, CPPT, CPTD, CRP, CPTDD, CVPDD, CVPT, CVTDD  
E : EPSPT  
H : HPD, HPDD, HPS, HPT, HPX, HTD, HTDD, HTX  
P : PLDT, PMLT, PST, PSTD, PSTDD  
S : SIGP, SIGT, SPD, SPDD, SPT, SPX, STD, STDD, STX  
T : TLDP, TMLP, TPH, TPS, TPV, TRPL, TSP, TSPD, TSPDD  
U : UPD, UPDD, UPT, UPX, UTD, UTDD, UTX  
V : VPD, VPDD, VPT, VPX, VTD, VTDD, VTX  
X : XPH, XPS, XPU, XPV, XTH, XTS, XTU, XTV

別表2に物質毎に採用されている関数が示されている。表中の数字は採用された時の版次をあら

わしており、3.1版では1.1、2.1の関数も当然すべて含まれている。

サブルーチン名

L: LSTFUN, LSTPRO, LSTSUB

物質名識別用文字型コモン変数名

F: FLUID

圧力と温度の単位を指定する整数型コモン変数

K: KPA

## §5 単位系

すべての量は2つの例外を除いて、SIか首尾一貫した(coherent)誘導SIで表現される。例外は圧力と温度で、利用者は圧力についてはパスカルPaあるいはバールbarのいずれか、温度についてはケルビンKあるいはセルシウス度のいずれかを選択することができる。具体的には整数型コモン変数KPAに与えた値と選択される単位の関数は下の表の通りである。

表5-1 KPAの値と圧力または温度の単位との対応

KPA	圧力の単位	温度の単位
0	Pa	K
1	bar	°C
2	bar	K
3	Pa	°C
その他	Pa	K

## §6 プログラム構造と精度(桁数)

熱物性値や定数はすべて関数の形で与えられる。それらの引数は単精度実数か文字型であり、関数の値は単精度実数である。

利用の手引きが手許にない利用者にPROPATHに関する必要最小限の情報を与えるサブルーチンが3種類用意されている。(§9に詳しく述べる)

## § 7 呼 び 方

関数を引用する利用者のプログラム単位のいかなる実行命令よりも前に、次の3行が書かれなければならない。

```
CHARACTER FLUID* 16  
COMMON/BLK/FLUID  
COMMON/UNIT/KPA
```

これによって、FLUIDが16文字以下の文字型コモン変数として確保され、利用者が意図する物質名をPROPATHの関数へ引き渡す。またKPAは整数型変数として確保され、圧力および温度の単位を指定する。利用者はプログラム単位の、関数を利用する最初の行より前に、次の2行を書かねばならない。

```
FLUID = 'A'  
KPA = N
```

ここに、'A'は物質名を識別するための文字型定数であり、'A'として許される値は§2のガス名を示したところの( )内の文字である。例えばヘリウムを流体とする場合であれば、'HELIUM 4' 'HELIUM' 'HE'のいずれかを記入する。以後は熱物性値を得るべき物質名が変更されるごとに、同様の行を書けばよい。

Nは圧力および温度の単位を指定する整数であり、指定されたNの値と選択される単位の関係は表5-1に示してある。以後は単位の変更が必要なところで、同様の行を書くことになる。

## § 8 使 用 例

PROPATHの簡単な応用としてヘリウムの熱伝導率、粘性係数、定圧比熱、密度を4 Kから10 Kまで0.5 Kきざみで作表するプログラムを作り実行してみた。以下にその実行方法について示す。

### 8.1 TSSによる場合

まず端末をログオンしたのち下の様に入力する。

```
SYSTEM? FRT 7  
OLD OR NEW? N
```

次に表8-1に示すプログラムを入力し、そのファイル名をSAMPLEとする。また、不用なファイルの内容を消去するか、新しくファイルを作製するかして、出力ファイルを用意する。TSSで処理する場合、下記のように出力ファイルを02にGETして実行させる。

```
* GET 出力ファイル名 "02"
```

\*RUN SAMPLE:L=LIB/PROPATH

実行結果を表 8-2 に示す。

## 8.2 バッチ処理する場合

バッチで処理する場合は、次のジョブカードを作製する。

1 カラム	8 カラム	16 カラム
\$	JOB	利用者番号 ; 支払コード \$ パスワード, A
\$	FRT 77	NFORM, LNO, OPT = 2
\$	SELECTA	利用者番号 / SAMPLE
<u>\$</u>	<u>EXEC</u>	<u>PROPATH</u>
\$	LIMITS	5, , , 2000
\$	PRMFL	02, W, S, 利用者番号 / 出力ファイル名
\$	ENDJOB	

実行結果は、出力ファイルに書き込まれており、表 8-2 の通りである。PROPATH を使用する上で、必要なのが下線をひいた部分である。つまり TSS 処理の場合 RUN オプションで、バッチ処理の場合 EXEC 文で、それぞれライブラリーとして PROPATH を指定している。

我々は単に表を作るだけでなく、これらの値を直接加熱管路中のヘリウムの状態変化を知るのに使用しているので、主プログラム実行中に少なくとも 10 万回は関数値を計算させている。PROPATH と数値計算ライブラリーまたは科学技術計算用ライブラリーを同時に使用することが多いため PROPATH を指定すると MLIB と ASL は自動的に結合されるので MLIB と ASL は指定する必要がない。

## § 9 サブルーチン

利用の手引きが手許にない利用者が、PROPATH の概要を印字出力として得るための 3 つのサブルーチンが用意されている。

### 9.1 サブルーチン LSTPRO

PROPATH の全般的な概念や関数およびサブルーチン名の表を標準印字装置に出力する。引数は不要であり、次の 1 行を実行すればよい。

```
CALL LSTPRO
```

### 9.2 サブルーチン LSTSUB

PROPATH が少なくとも 1 つの関数を用意している物質名の表を標準印字装置に出力する。引数は不要であり、次の 1 行を実行すればよい。

## CALL LSTSUB

### 9.3 サブルーチン LSTFUN

文字型が引数のサブルーチンで、その文字型引数で指定される特定の物質に対して、PROPATHが用意している関数名の表を標準印字装置に出力する。この文字型引数が取り得る値の種類は物質名識別用文字型コモン変数 FLUIDのそれと同じである。次の例に示すような1行を実行すればよい。

```
CALL LSTFUN ('WATER')
```

## §10 異常終了処理

利用者の関数の利用の仕方が不適切な場合、第1水準から第4水準までの異常終了処理が行われる。水準の高いエラーほど（第1水準より第2水準の方が高い）、利用者の過失の程度が大きいと考えられる。

### 10.1 第1水準のエラー（収束しない）

反復法で関数の値を求める関数において、利用者が引数によって指定した状態点が共存曲線や臨界点などに近すぎ、あらかじめ内部で指定されている反復回数の上限まで計算をしてもなお収束しない。これは利用者の過失ではないが、PROPATHは当面この種の障害を時々発生する。

第1水準のエラーは次のように処理される。

関数の値： $-1.0E+10$

標準印字装置への出力

```
***** NO CONVERGENCE AT 関数名 *****
```

プログラム技法が稚拙であるためにこの水準のエラーが起こらないよう、PROPATH制作者は最大の努力をしているが、利用者がもともと共存曲線上や臨界点における値を得ようとしているのであれば、それらに対する別個の関数を利用すればよい。

### 10.2 第2水準のエラー（引数範囲外）

引数が許されている範囲の外にある。

第2水準のエラーは次のように処理される。

関数の値： $-1.0E+20$

標準印字装置への出力

```
***** OUT OF RANGE AT 関数名 FOR 物質名 WHEN 第1番めの引数の  
値 AND もしあれば第2番めの引数の値 *****
```



ヘリウムの引数の範囲を別表1に示す。その他の物質については”PROPATH 利用の手引”を参照のこと。

### 10.3 第3水準のエラー（関数存在せず）

利用者が熱物性値を得ようと意図している物質に対して、その熱物性値に対する関数が用意されていない。

第3水準のエラーは次のように処理される。

関数の値：-1.0E+20

標準印字装置への出力：

\*\*\*\*\* FUNCTION 関数名 UNAVAILABLE FOR 物質名 \*\*\*\*\*

それぞれの物質に対して用意されている関数は、別表2に物質ごとに表示してある。また§9に説明したサブルーチン LSTFUN によっても、特定の物質に対して用意されている関数名の印字を得ることができる。

### 10.4 第4水準のエラー（物質名不適合）

利用者が物質名識別用文字型コモン変数 FLUID に与えた値が、許される値のいずれもない。

第4水準のエラーは次のように処理される。

関数の値：-1.0E+20

標準印字装置への出力：

\*\*\*\*\* NO FUNCTION FOR 物質名 AVAILABLE AT ALL \*\*\*\*\*

FLUID の取り得る値は、§2に与えてある。また§9に説明したサブルーチンの一つ LSTSU Bによっても、FLUID の取り得る値の印字を得ることができる。

## §11 ユーザーへのお願い

このプログラムは九州大学のプロパス開発グループが多年の間努力して作成されたものです。大阪大学での使用にあたっては次の点を守ることが求められています。

- (1) 著作権法を遵守すること。
- (2) 数表などの営利出版等の情報の有償提供や、営利目的の機械や装置の開発、設計および運転などには利用しないこと。
- (3) PROPATH を適用した結果、発見した不具合などを連絡すること。（この件は大阪大学低温センターの山本純也（電話 吹田地区内線4106）がまとめて行いますので御連絡下さい）
- (4) PROPATH の引用は「プロパス・グループ PROPATH：熱物性値プログラム・パッケージ

第3・1版昭和61年4月」などとして下さい。なおバージョンは九大から提供があれば今後共アップしていく予定です。その時は改良点と共に計算機センターニュースでお知らせします。

現在このプログラムはACOS1000で動作することが確認されておりますが、SXを用いることでさらに時間短縮が行えますので現在努力中です。

## §12 謝 辞

本プログラムを大阪大学で使用できるようになったことは、ひとえに九州大学のプロパスグループの御好意による。特に代表者の伊藤猛宏教授には筆者の研究上の交流に端を発し、このプログラム提供の便をはかっていただいた。また、高田保之助教授にはプログラム移植にあたって筆者の細かい質問にもいつも親切に対応していただいた。大阪大学における大型計算機センターのライブラリー開発項目にとり上げていただいたのは筆者が大学院生の時にお世話になった牧之内教授、安井助教授の御協力のおかげである。最後になったが大型計算機センターの多喜先生をはじめ同センターの各掛の方々にはプログラム移植の実務で大変お世話になった。また筆者と一緒に研究を行っている高見佳宏君（現中国電力）、田中秀史君（M1）が実務をすべて担当してくれた。御協力いただいた皆様に感謝します。

## §13 利用の手引について

本稿は次の利用の手引を著者の了解を得て随所にコピーしている。原文は大型計算機センターの資料室または低温センターの筆者のところにある。なおヘリウムのみを使用される方は本稿のみで利用の手引の内容をすべて包含している。

”利用の手引き PROPATh 熱物性値プログラム・パッケージ第3・1版”

表 8-1

```

0010C
0020C  PROPATH NO SHIYOU REI
0030C  P:1.013 BAR (1 ATM)
0040C  T:4K-10K (0.5K KANKAKU)
0050C  NI OKERU HELIUM NO BUSSEICHI
0060C
0070  DIMENSION T(13)
0080  CHARACTER FLUID*16
0090  COMMON/BLK/FLUID } ... 物質名を引き渡すための変数FLUID を16文字以下のコモン変数として確保
0100  COMMON/UNIT/KPA } ... 圧力及び温度の単位を指定する変数KPA を確保
0110  FLUID='HELIUM' } ... 物質としてヘリウムを選択
0120  KPA=2 } ... 圧力はbar, 温度はK を単位として指定
0130  DATA T/4.0,4.5,5.0,5.5,6.0,6.5,7.0,7.5,8.0,8.5,9.0,9.5,10.0/
0140  P=1.013
0150  WRITE(2,100)
0160  WRITE(2,*) P:'P,' BAR'
0170  WRITE(2,200)
0180  DO 10 I=1,13
0190  TC=ALMPT(P,T(I)) } ... 熱伝導率を関数ALMPT により計算
0200  VISCO=AMUPT(P,T(I)) } ... 粘性係数を関数AMUPT により計算
0210  CP=CPPT(P,T(I)) } ... 定圧比熱を関数CPPTにより計算
0220  DENS=1/VPT(P,T(I)) } ... 比体積を関数VPT により計算し、逆数をとって密度を求める
0230  WRITE(2,300)T(I),TC,VISCO,CP,DENS
0240  10 CONTINUE
0250  100 FORMAT(/,2X,'PROPATH SHIYOU REI --- HELIUM NO BUSSEICHI',/)
0260  200 FORMAT(/,3X,'TEMP',5X,'CONDUCTIVITY',3X,'VISCOSITY',8X,'CP',10X,
0270  & 'DENSITY',/,4X,'(K)',7X,'(W/M-K)',7X,'(PA-S)',7X,'(J/KG-K)',6X,
0280  & '(KG/M**3)')
0290  300 FORMAT(2X,F5.1,5X,4(E11.5,3X))
0300  STOP
0310  END

```

表8-2 サンプルプログラム出力結果

PROPETH SHIYO REI --- HELIUM NO BUSSEICHI

P:1.013000 BAR

TEMP (K)	CONDUCTIVITY (W/M·K)	VISCOSITY (PA·S)	CP (J/KG·K)	DENSITY (KG/M**2)	熱伝導率 ALMPT	粘性係数 AMUPT	定圧比熱 CPPT	VPT	密度 VPT (比体積) の逆数
4.0	0.18652E-01	0.33370E-05	0.40745E+04	0.13006E+03					
4.5	0.94499E-02	0.12952E-05	0.79999E+04	0.14499E+02					
5.0	0.10229E-01	0.13907E-05	0.68006E+04	0.11940E+02					
5.5	0.10999E-01	0.14867E-05	0.62860E+04	0.10316E+02					
6.0	0.11744E-01	0.15809E-05	0.60035E+04	0.91466E+01					
6.5	0.12467E-01	0.16730E-05	0.58273E+04	0.82477E+01					
7.0	0.13168E-01	0.17628E-05	0.57083E+04	0.75275E+01					
7.5	0.13845E-01	0.18503E-05	0.56232E+04	0.69338E+01					
8.0	0.14498E-01	0.19358E-05	0.55596E+04	0.64338E+01					
8.5	0.15127E-01	0.20194E-05	0.55106E+04	0.60057E+01					
9.0	0.15735E-01	0.21010E-05	0.54717E+04	0.56343E+01					
9.5	0.16323E-01	0.21810E-05	0.54402E+04	0.53085E+01					
10.0	0.16894E-01	0.22592E-05	0.54142E+04	0.50201E+01					

別表1 ヘリウム関数

1

No.	関数の名前Name of Function	関数および引数 Function and Argument (s)	引数の範囲 Range of Argument (s)
1			
2			
3			
4	ALHP (P)	ALHP: 蒸発熱 Latent Heat of Vaporization (J/kg) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	$5.04 \times 10^{-3} \leq P \leq 0.22746 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.2746$ (bar)
5	ALHT (T)	ALHT: 蒸発熱 Latent Heat of Vaporization (J/kg) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.2014$ (K) $-270.9727 \leq T \leq -267.9486$ (°C)
6	ALMPD (P)	ALMPD: 飽和液体の熱伝導率 Thermal Conductivity of Saturated Liquid (W/(m·K)) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	$5.04 \times 10^{-3} \leq P \leq 0.219 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.19$ (bar)
7	ALMPDD (P)	ALMPDD: 飽和蒸気の熱伝導率 Thermal Conductivity of Saturated Vapor (W/(m·K)) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	$5.04 \times 10^{-3} \leq P \leq 0.219 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.19$ (bar)
8	ALMPT (P, T)	ALMPT: 熱伝導率 Thermal Conductivity (W/(m·K)) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$5.04 \times 10^{-3} \leq P \leq 3.013 \times 10^6$ (Pa) TLPD (P) $\leq T \leq 100.0$ (K), $3.013 \times 10^6 < P \leq 70.0 \times 10^6$ (Pa) TLLP (P) $\leq T \leq 100.0$ (K)  $0.0504 \leq P \leq 30.13$ (bar) TLPD (P) $\leq T \leq -173.15$ (°C), $30.13 < P \leq 700.0$ (bar) TLLP (P) $\leq T \leq -173.15$ (°C) 図II-1-1に示す臨界点近傍を除外する exclude the critical region shown in Fig. II-1-1
9	ALMTD (T)	ALMTD: 飽和液体の熱伝導率 Thermal Conductivity of Saturated Liquid (W/(m·K)) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.15$ (K) $-270.9727 \leq T < -268.0$ (°C)
10	ALMTDD (T)	ALMTDD: 飽和蒸気の熱伝導率 Thermal Conductivity of Saturated Vapor (W/(m·K)) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T < 5.15$ (K) $-270.9727 \leq T < -268.0$ (°C)
11	AMUPD (P)	AMUPD: 飽和液体の粘性係数 Coefficient of Viscosity of Saturated Liquid (Pa·s) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	$5.04 \times 10^{-3} \leq P \leq 0.22746 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.2746$ (bar)

別表 1 ヘリウム関数 (つづき)

2

No.	関数の名前 Name of Function	関数および引数 Function and Argument (s)	引数の範囲 Range of Argument (s)
12	AMUPDD (P)	AMUPDD: 飽和蒸気の粘性係数 Coefficient of Viscosity of Saturated Vapor (Pa·s) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 0.22746 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.2746$ (bar)
13	AMUPT (P, T)	AMUPT: 粘性係数 Coefficient of Viscosity (Pa·s) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 3.013 \times 10^6$ (Pa) TUDP (P) $\leq T \leq 100.0$ (K), $3.013 \times 10^{-16} < P \leq 70.0 \times 10^6$ (Pa) TMUP (P) $\leq T \leq 100.0$ (K)  $0.0504 \leq P \leq 30.13$ (bar) TUDP (P) $\leq T \leq -173.15$ (°C), $30.13 < P \leq 700.0$ (bar) TMUP (P) $\leq T \leq -173.15$ (°C)
14	AMUTD (T)	AMUTD: 飽和液の粘性係数 Coefficient of Viscosity of Saturated Liquid (Pa·s) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.2014$ (K) $-270.9727 \leq T \leq -267.9486$ (°C)
15	AMUTDD (T)	AMUTDD: 飽和蒸気の粘性係数 Coefficient of Viscosity of Saturated Vapor (Pa·s) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.2014$ (K) $-270.9727 \leq T \leq -267.9486$ (°C)
16	CPPD (P)	CPPD: 飽和液の定圧比熱 Isobaric Specific Heat of Saturated Liquid (J/(kg·K)) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 0.219 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.19$ (bar)
17	CPPDD (P)	CPPDD: 飽和蒸気の定圧比熱 Isobaric Specific Heat of Saturated Vapor (J/(kg·K)) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 0.219 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.19$ (bar)
18	CPPT (P, T)	CPPT: 定圧比熱 Isobaric Specific Heat (J/(kg·K)) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 3.013 \times 10^6$ (Pa) TUDP (P) $\leq T \leq 1400.0$ (K), $3.013 \times 10^{-16} < P \leq 70.0 \times 10^6$ (Pa) TMUP (P) $\leq T \leq 1400.0$ (K)  $0.0504 \leq P \leq 30.13$ (bar) TUDP (P) $\leq T \leq 1126.85$ (°C), $30.13 < P \leq 700.0$ (bar) TMUP (P) $\leq T \leq 1126.85$ (°C) 図 II-1-2 に示す境界点近傍を除外する exclude the critical region shown in Fig. II-1-2
19	CPTD (T)	CPTD: 飽和液の定圧比熱 Isobaric Specific Heat of Saturated Liquid (J/(kg·K)) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.15$ (K) $-270.9727 \leq T < -268.0$ (°C)
20	CPTDD (T)	CPTDD: 飽和蒸気の定圧比熱 Isobaric Specific Heat of Saturated Vapor (J/(kg·K)) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.15$ (K) $-270.9727 \leq T < -268.0$ (°C)

別表 1 ヘリウム関数 (つづき)

No.	関数の名前 Name of Function	関数および引数 Function and Argument (s)	引数の範囲 Range of Argument (s)
21	CRP ('A')	CRP: 臨界点における値 Critical Parameter H: 'A'='H': $6.7406 \times 10^{-13}$ (J/kg) 比エンタルピー Specific Enthalpy P*: 'A'='P*': $0.22746 \times 10^6$ (Pa) , $2.2746$ (bar) 圧力 Pressure S: 'A'='S*': $5.6988 \times 10^{-13}$ (J/(kg·K)) 比エントロピー Specific Entropy T*: 'A'='T*': $5.2014$ (K) , $-267.9486$ (°C) 温度 Temperature V: 'A'='V*': $0.014360$ (m <sup>3</sup> /kg) 比体積 Specific Volume	'H', 'P', 'S', 'T', 'V'のうちいずれか一つ one of 'H', 'P', 'S', 'T' or 'V'
76			
77			
78			
22			
23	HPD (P)	HPD: 飽和液の比エンタルピー Specific Enthalpy of Saturated Liquid (J/kg) P*: 圧力 Pressure (Pa) , (bar)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 0.22746 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.2746$ (bar)
24	HPD0 (P)	HPD0: 飽和蒸気の比エンタルピー Specific Enthalpy of Saturated Vapor (J/kg) P*: 圧力 Pressure (Pa) , (bar)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 0.22746 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.2746$ (bar)
71	HPS (P, S)	HPS: 比エンタルピー Specific Enthalpy (J/kg) P*: 圧力 Pressure (Pa) , (bar) S: 比エントロピー Specific Entropy (J/(kg·K))	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 3.013 \times 10^6$ (Pa) SPT (P, T) $0 \leq S \leq$ SPT (P, 1400, 0K) (J/(kg·K)) , $3.013 \times 10^{-16} < P \leq 70.0 \times 10^6$ (Pa) SPT (P, TMLP (P)) $0 \leq S \leq$ SPT (P, 1400, 0K) (J/(kg·K)) $0.0504 \leq P \leq 30.13$ (bar) SPT (P, TLOP (P)) $0 \leq S \leq$ SPT (P, 1126.85°C) (J/(kg·K)) , $30.13 < P \leq 700.0$ (bar) SPT (P, TMLP (P)) $0 \leq S \leq$ SPT (P, 1126.85°C) (J/(kg·K))
25	HPT (P, T)	HPT: 比エンタルピー Specific Enthalpy (J/kg) P*: 圧力 Pressure (Pa) , (bar) T*: 温度 Temperature (K) , (°C)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 3.013 \times 10^6$ (Pa) TLOP (P) $0 \leq T \leq 1400.0$ (K) , $3.013 \times 10^{-16} < P \leq 70.0 \times 10^6$ (Pa) TMLP (P) $0 \leq T \leq 1400.0$ (K) $0.0504 \leq P \leq 30.13$ (bar) TLOP (P) $0 \leq T \leq 1126.85$ (°C) , $30.13 < P \leq 700.0$ (bar) TMLP (P) $0 \leq T \leq 1126.85$ (°C)

別表 1 ヘリウム関数 (つづき)

No.	関数の名前 Name of Function	関数および引数 Function and Argument(s)	引数の範囲 Range of Argument(s)
26	HPX (P, X)	HPX: 湿り蒸気の比エンタルピー Specific Enthalpy of Mixture (J/kg) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) X: 乾き度 Dryness Fraction (-)	$5.04 \times 10^4 \leq P \leq 0.22746 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.2746$ (bar) $0 \leq X \leq 1.0$ (-)
27	HTD (T)	HTD: 飽和液の比エンタルピー Specific Enthalpy of Saturated Liquid (J/kg) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.2014$ (K) $-270.9727 \leq T \leq -267.9486$ (°C)
28	HTD0 (T)	HTD0: 飽和蒸気の比エンタルピー Specific Enthalpy of Saturated Vapor (J/kg) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.2014$ (K) $-270.9727 \leq T \leq -267.9486$ (°C)
29	HTX (T, X)	HTX: 湿り蒸気の比エンタルピー Specific Enthalpy of Mixture (J/kg) T*: 温度 Temperature (K), (°C) X: 乾き度 Dryness Fraction (-)	$2.1773 \leq T \leq 5.2014$ (K) $-270.9727 \leq T \leq -267.9486$ (°C) $0 \leq X \leq 1.0$ (-)
66	PLDT (T)	PLDT*: ラムダ線上の圧力 Pressure on Lambda Curve (Pa), (bar) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$1.7678 \leq T \leq 2.1773$ (K) $-271.3822 \leq T \leq -270.9727$ (°C)
68	PMLT (T)	PMLT*: 融解曲線上の圧力 Pressure on Melting Curve (Pa), (bar) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$1.7678 \leq T \leq 11.023$ (K) $-271.3822 \leq T \leq -262.127$ (°C)
30	PST (T)	PST*: 飽和圧力 Saturated Pressure (Pa), (bar) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.2014$ (K) $-270.9727 \leq T \leq -267.9486$ (°C)
72			
73			
31			
32			
33	SPD (P)	SPD: 飽和液の比エントロピー Specific Entropy of Saturated Liquid (J/(kg·K)) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	$5.04 \times 10^4 \leq P \leq 0.22746 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.2746$ (bar)
34	SPD0 (P)	SPD0: 飽和蒸気の比エントロピー Specific Entropy of Saturated Vapor (J/(kg·K)) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	$5.04 \times 10^4 \leq P \leq 0.22746 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.2746$ (bar)



別表 1 ヘリウム関数 (つづき)

5

No.	関数の名前 Name of Function	関数および引数 Function and Argument(s)	引数の範囲 Range of Argument(s)
35	SPT (P, T)	SPT:比エントロピー Specific Entropy (J/(kg·K)) P*:圧力 Pressure (Pa), (bar) T*:温度 Temperature (K), (°C)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 3.013 \times 10^6$ (Pa) $TLDP(P) \leq T \leq 1400.0$ (K), $3.013 \times 10^{-16} < P \leq 70.0 \times 10^6$ (Pa) $THLP(P) \leq T \leq 1400.0$ (K)  $0.0504 \leq P \leq 30.13$ (bar) $TLDP(P) \leq T \leq 1126.85$ (°C), $30.13 < P \leq 700.0$ (bar) $THLP(P) \leq T \leq 1126.85$ (°C)
36	SPX (P, X)	SPX:過り蒸気の比エントロピー Specific Entropy of Mixture (J/(kg·K)) P*:圧力 Pressure (Pa), (bar) X:乾き度 Dryness Fraction (-)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 0.22746 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 2.2746$ (bar) $0 \leq X \leq 1.0$ (-)
37	STD (T)	STD:飽和液の比エントロピー Specific Entropy of Saturated Liquid (J/(kg·K)) T*:温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.2014$ (K) $-270.9727 \leq T \leq -267.9486$ (°C)
38	STDD (T)	STDD:飽和蒸気の比エントロピー Specific Entropy of Saturated Vapor (J/(kg·K)) T*:温度 Temperature (K), (°C)	$2.1773 \leq T \leq 5.2014$ (K) $-270.9727 \leq T \leq -267.9486$ (°C)
39	STX (T, X)	STX:過り蒸気の比エントロピー Specific Entropy of Mixture (J/(kg·K)) T*:温度 Temperature (K), (°C) X:乾き度 Dryness Fraction (-)	$2.1773 \leq T \leq 5.2014$ (K) $-270.9727 \leq T \leq -267.9486$ (°C) $0 \leq X \leq 1.0$ (-)
67	TLDP (P)	TLDP*:ラムダ線上の温度 Temperature on Lambda Curve (K), (°C) P*:圧力 Pressure (Pa), (bar)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 3.013 \times 10^6$ (Pa) $0.0504 \leq P \leq 30.13$ (bar)
69	THLP (P)	THLP*:融解曲線上の温度 Temperature on Melting Curve (K), (°C) P*:圧力 Pressure (Pa), (bar)	$3.013 \times 10^6 \leq P \leq 70.0 \times 10^6$ (Pa) $30.13 \leq P \leq 700.0$ (bar)
64	TPH (P, H)	TPH*:温度 Temperature (K), (°C) P*:圧力 Pressure (Pa), (bar) H:比エントルピー Specific Enthalpy (J/kg)	$5.04 \times 10^{-13} \leq P \leq 3.013 \times 10^6$ (Pa) $HPT(P, TLDP(P)) \leq H \leq HPT(P, 1400.0K)$ (J/kg), $3.013 \times 10^{-16} < P \leq 70.0 \times 10^6$ (Pa) $HPT(P, THLP(P)) \leq H \leq HPT(P, 1400.0K)$ (J/kg)  $0.0504 \leq P \leq 30.13$ (bar) $HPT(P, TLDP(P)) \leq H \leq HPT(P, 1126.85°C)$ (J/kg), $30.13 < P \leq 700.0$ (bar) $HPT(P, THLP(P)) \leq H \leq HPT(P, 1126.85°C)$ (J/kg)

別表 1 ヘリウム関数 (つづき)

No.	関数の名前 Name of Function	関数および引数 Function and Argument (s)	引数の範囲 Range of Argument (s)
65	TPS (P, S)	TP*: 温度 Temperature (K), (°C) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) S: 比エントロピー Specific Entropy (J/(kg·K))	5. 04×10 <sup>1</sup> 3 ≤ P ≤ 3. 013×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) SPT (P, TLDP (P)) ≤ S ≤ SPT (P, 1400. 0K) (J/(kg·K)), 3. 013×10 <sup>1</sup> 6 < P ≤ 70. 0×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) SPT (P, TMLP (P)) ≤ S ≤ SPT (P, 1400. 0K) (J/(kg·K)) 0. 0504 ≤ P ≤ 30. 13 (bar) SPT (P, TLDP (P)) ≤ S ≤ SPT (P, 1126. 85°C) (J/(kg·K)), 30. 13 < P ≤ 700. 0 (bar) SPT (P, TMLP (P)) ≤ S ≤ SPT (P, 1126. 85°C) (J/(kg·K))
70	TPV (P, V)	TPV*: 温度 Temperature (K), (°C) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) V: 比体積 Specific Volume (m <sup>3</sup> /kg)	5. 04×10 <sup>1</sup> 3 ≤ P ≤ 3. 013×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) VPT (P, TLDP (P)) ≤ V ≤ VPT (P, 1400. 0K) (m <sup>3</sup> /kg), 3. 013×10 <sup>1</sup> 6 < P ≤ 70. 0×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) VPT (P, TMLP (P)) ≤ V ≤ VPT (P, 1400. 0K) (m <sup>3</sup> /kg) 0. 0504 ≤ P ≤ 30. 13 (bar) VPT (P, TLDP (P)) ≤ V ≤ VPT (P, 1126. 85°C) (m <sup>3</sup> /kg), 30. 13 < P ≤ 700. 0 (bar) VPT (P, TMLP (P)) ≤ V ≤ VPT (P, 1126. 85°C) (m <sup>3</sup> /kg)
41	TRPL ('A')	TRPL*: 三重点 (下のラムダ点) における値 Property at Triple Point (Lower Lambda Point) P*: 'A' = P*: 5. 04×10 <sup>1</sup> 3 (Pa), 0. 0504 (bar) 圧力 Pressure T*: 'A' = T*: 2. 1773 (K), -270. 9727 (°C) 温度 Temperature	'P', 'T' のいずれか一つ one of 'P' or 'T'
40	TSP (P)	TSP*: 飽和温度 Saturated Temperature (K), (°C) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	5. 04×10 <sup>1</sup> 3 ≤ P ≤ 0. 22746×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) 0. 0504 ≤ P ≤ 2. 2746 (bar)
74			
75			
42	UPD (P)	UPD*: 飽和液の比内部エネルギー Specific Internal Energy of Saturated Liquid (J/kg) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	5. 04×10 <sup>1</sup> 3 ≤ P ≤ 0. 22746×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) 0. 0504 ≤ P ≤ 2. 2746 (bar)
43	UPDD (P)	UPDD*: 飽和蒸気の比内部エネルギー Specific Internal Energy of Saturated Vapor (J/kg) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar)	5. 04×10 <sup>1</sup> 3 ≤ P ≤ 0. 22746×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) 0. 0504 ≤ P ≤ 2. 2746 (bar)

別表1 ヘリウム関数 (つづき)

No.	関数の名前 Name of Function	関数および引数 Function and Argument (s)	引数の範囲 Range of Argument (s)
44	UIT (P, T)	UIT:比内部エネルギー Specific Internal Energy (J/kg) P*:圧力 Pressure (Pa), (bar) T*:温度 Temperature (K), (°C)	5.04×10 <sup>1</sup> 3 ≤ P ≤ 3.013×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) TLOP (P) ≤ T ≤ 1400.0 (K) 3.013×10 <sup>1</sup> 6 < P ≤ 70.0×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) THLP (P) ≤ T ≤ 1400.0 (K) 0.0504 ≤ P ≤ 30.13 (bar) TLOP (P) ≤ T ≤ 1126.85 (°C), 30.13 < P ≤ 700.0 (bar) THLP (P) ≤ T ≤ 1126.85 (°C)
45	UPX (P, X)	UPX:湿り蒸気の比内部エネルギー Specific Internal Energy of Mixture (J/kg) P*:圧力 Pressure (Pa), (bar) X:乾き度 Dryness Fraction (-)	5.04×10 <sup>1</sup> 3 ≤ P ≤ 0.22746×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) 0.0504 ≤ P ≤ 2.2746 (bar) 0 ≤ X ≤ 1.0 (-)
46	UTO (T)	UTO:飽和液体の比内部エネルギー Specific Internal Energy of Saturated Liquid (J/kg) T*:温度 Temperature (K), (°C)	2.1773 ≤ T ≤ 5.2014 (K) -270.9727 ≤ T ≤ -267.9486 (°C)
47	UTDO (T)	UTDO:飽和蒸気の比内部エネルギー Specific Internal Energy of Saturated Vapor (J/kg) T*:温度 Temperature (K), (°C)	2.1773 ≤ T ≤ 5.2014 (K) -270.9727 ≤ T ≤ -267.9486 (°C)
48	UTX (T, X)	UTX:湿り蒸気の比内部エネルギー Specific Internal Energy of Mixture (J/kg) T*:温度 Temperature (K), (°C) X:乾き度 Dryness Fraction (-)	2.1773 ≤ T ≤ 5.2014 (K) -270.9727 ≤ T ≤ -267.9486 (°C) 0 ≤ X ≤ 1.0 (-)
49	VPO (P)	VPO:飽和液体の比体積 Specific Volume of Saturated Liquid (m <sup>3</sup> /kg) P*:圧力 Pressure (Pa), (bar)	5.04×10 <sup>1</sup> 3 ≤ P ≤ 0.22746×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) 0.0504 ≤ P ≤ 2.2746 (bar)
50	VPDO (P)	VPDO:飽和蒸気の比体積 Specific Volume of Saturated Vapor (m <sup>3</sup> /kg) P*:圧力 Pressure (Pa), (bar)	5.04×10 <sup>1</sup> 3 ≤ P ≤ 0.22746×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) 0.0504 ≤ P ≤ 2.2746 (bar)
51	VPT (P, T)	VPT:比体積 Specific Volume (m <sup>3</sup> /kg) P*:圧力 Pressure (Pa), (bar) T*:温度 Temperature (K), (°C)	5.04×10 <sup>1</sup> 3 ≤ P ≤ 3.013×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) TLOP (P) ≤ T ≤ 1400.0 (K), 3.013×10 <sup>1</sup> 6 < P ≤ 70.0×10 <sup>1</sup> 6 (Pa) THLP (P) ≤ T ≤ 1400.0 (K) 0.0504 ≤ P ≤ 30.13 (bar) TLOP (P) ≤ T ≤ 1126.85 (°C) 30.13 < P ≤ 700.0 (bar) THLP (P) ≤ T ≤ 1126.85 (°C)

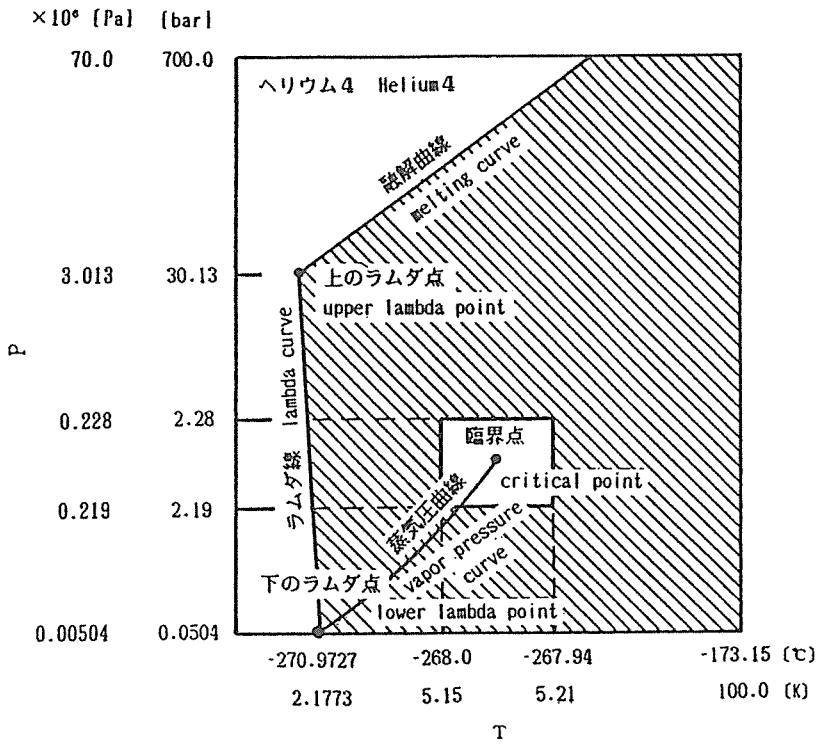
別表1 ヘリウム関数(つづき)

No.	関数の名前Name of Function	関数および引数 Function and Argument (s)	引数の範囲 Range of Argument (s)
52	VPX (P, X)	VPX: 湿り蒸気の比体積 Specific Volume of Mixture (m <sup>3</sup> /kg) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) X: 乾き度 Dryness Fraction (-)	5.04 × 10 <sup>11</sup> ≤ P ≤ 0.22746 × 10 <sup>16</sup> (Pa) 0.0504 ≤ P ≤ 2.2746 (bar) 0 ≤ X ≤ 1.0 (-)
53	VTD (T)	VTD: 飽和液の比体積 Specific Volume of Saturated Liquid (m <sup>3</sup> /kg) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	2.1773 ≤ T ≤ 5.2014 (K) -270.9727 ≤ T ≤ -267.9486 (°C)
54	VTDD (T)	VTDD: 飽和蒸気の比体積 Specific Volume of Saturated Vapor (m <sup>3</sup> /kg) T*: 温度 Temperature (K), (°C)	2.1773 ≤ T ≤ 5.2014 (K) -270.9727 ≤ T ≤ -267.9486 (°C)
55	VTX (T, X)	VTX: 湿り蒸気の比体積 Specific Volume of Mixture (m <sup>3</sup> /kg) T*: 温度 Temperature (K), (°C) X: 乾き度 Dryness Fraction (-)	2.1773 ≤ T ≤ 5.2014 (K) -270.9727 ≤ T ≤ -267.9486 (°C) 0 ≤ X ≤ 1.0 (-)
56	XPH (P, H)	XPH: 乾き度 Dryness Fraction (-) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) H: 湿り蒸気の比エンタルピー Specific Enthalpy of Mixture (J/kg)	5.04 × 10 <sup>11</sup> ≤ P ≤ 0.22746 × 10 <sup>16</sup> (Pa) 0.0504 ≤ P ≤ 2.2746 (bar) HPD (P) ≤ H ≤ HPDD (P) (J/kg)
57	XPS (P, S)	XPS: 乾き度 Dryness Fraction (-) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) S: 湿り蒸気の比エントロピー Specific Entropy of Mixture (J/(kg·K))	5.04 × 10 <sup>11</sup> ≤ P ≤ 0.22746 × 10 <sup>16</sup> (Pa) 0.0504 ≤ P ≤ 2.2746 (bar) SPD (P) ≤ S ≤ SPDD (P) (J/(kg·K))
58	XPU (P, U)	XPU: 乾き度 Dryness Fraction (-) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) U: 湿り蒸気の比内部エネルギー Specific Internal Energy of Mixture (J/kg)	5.04 × 10 <sup>11</sup> ≤ P ≤ 0.22746 × 10 <sup>16</sup> (Pa) 0.0504 ≤ P ≤ 2.2746 (bar) UPD (P) ≤ U ≤ UPDD (P) (J/kg)
59	XPV (P, V)	XPV: 乾き度 Dryness Fraction (-) P*: 圧力 Pressure (Pa), (bar) V: 湿り蒸気の比体積 Specific Volume of Mixture (m <sup>3</sup> /kg)	5.04 × 10 <sup>11</sup> ≤ P ≤ 0.22746 × 10 <sup>16</sup> (Pa) 0.0504 ≤ P ≤ 2.2746 (bar) VPD (P) ≤ V ≤ VPDD (P) (m <sup>3</sup> /kg)
60	XTH (T, H)	XTH: 乾き度 Dryness Fraction (-) T*: 温度 Temperature (K), (°C) H: 湿り蒸気の比エンタルピー Specific Enthalpy of Mixture (J/kg)	2.1773 ≤ T ≤ 5.2014 (K) -270.9727 ≤ T ≤ -267.9486 (°C) HTD (T) ≤ H ≤ HTDD (T) (J/kg)
61	XTS (T, S)	XTS: 乾き度 Dryness Fraction (-) T*: 温度 Temperature (K), (°C) S: 湿り蒸気の比エントロピー Specific Entropy of Mixture (J/(kg·K))	2.1773 ≤ T ≤ 5.2014 (K) -270.9727 ≤ T ≤ -267.9486 (°C) STD (T) ≤ S ≤ STDD (T) (J/(kg·K))
62	XTU (T, U)	XTU: 乾き度 Dryness Fraction (-) T*: 温度 Temperature (K), (°C) U: 湿り蒸気の比内部エネルギー Specific Internal Energy of Mixture (J/kg)	2.1773 ≤ T ≤ 5.2014 (K) -270.9727 ≤ T ≤ -267.9486 (°C) UTD (T) ≤ U ≤ UTDD (T) (J/kg)

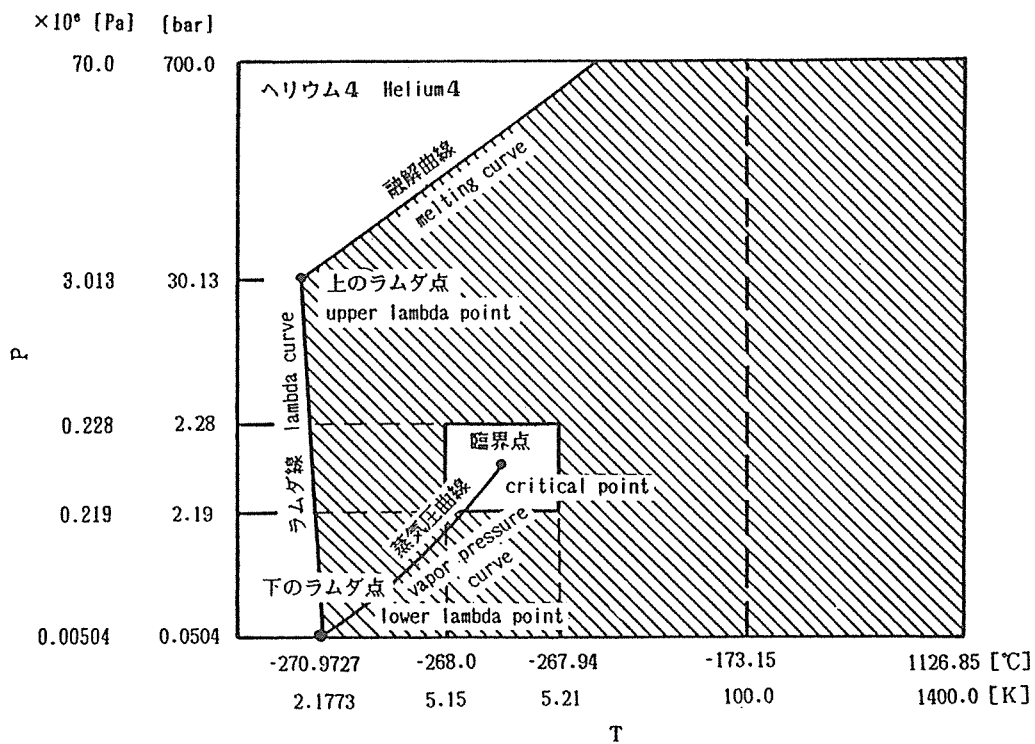
別表1 ヘリウム関数(つづき)

9

No.	関数の名前Name of Function	関数および引数 Function and Argument (s)	引数の範囲 Range of Argument (s)
63	XTV(T, V)	XTV: 乾き度 Dryness Fraction (-) T*: 温度 Temperature (K), (°C) V: 湿り蒸気の比体積 Specific Volume of Mixture (m <sup>3</sup> /kg)	2.1773 ≤ T ≤ 5.2014 (K) -270.9727 ≤ T ≤ -267.9486 (°C) VT0 (T) ≤ V ≤ VT00 (T) (m <sup>3</sup> /kg)



別図1 関数ALMPT(P, T)に対する引数(P, T)の範囲



別図 2 関数 CPPT(P, T) に対する引数 (P, T) の範囲

別表2 PROPATH関数

関数名 Function Name	He4	Argon	N <sub>2</sub>	Air	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	R12	R22
F 1 AIPPT (P, T)	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-
F 2 ALAPP (P)	-	-	1.1	-	2.1	1.1	-	3.1	-	1.1	1.1
F 3 ALAPT (T)	-	-	1.1	-	2.1	1.1	-	3.1	-	1.1	1.1
F 4 ALHP (P)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F 5 ALHT (T)	1.1	3.1	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F 6 ALMPD (P)	1.1	-	1.1	-	3.1	1.1	-	-	-	1.1	1.1
F 7 ALMPDD (P)	1.1	-	1.1	-	3.1	1.1	-	-	-	-	-
F 8 ALMPT (P, T)	1.1	-	1.1	2.1	3.1	1.1	3.1	-	-	1.1	1.1
F 9 ALMTD (T)	1.1	-	1.1	-	3.1	1.1	-	-	-	1.1	1.1
F10 ALMTDD (T)	1.1	-	1.1	-	3.1	1.1	-	-	-	-	-
F11 AMUPD (P)	1.1	-	1.1	-	3.1	1.1	-	-	-	1.1	1.1
F12 AMUPDD (P)	1.1	-	1.1	-	3.1	1.1	-	-	-	-	-
F13 AMUPT (P, T)	1.1	-	1.1	2.1	3.1	1.1	2.1	-	-	1.1	1.1
F14 AMUTD (T)	1.1	-	1.1	-	3.1	1.1	-	-	-	1.1	1.1
F15 AMUTDD (T)	1.1	-	1.1	-	3.1	1.1	-	-	-	-	-
F16 CPPD (P)	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	2.1	-	3.1	1.1	1.1
F17 CPPDD (P)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F18 CPPT (P, T)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F19 CPTD (T)	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	2.1	-	3.1	1.1	1.1
F20 CPTDD (T)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F21 CRP ('A')	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F76 CVPDD (P)	-	-	-	2.1	-	-	-	-	3.1	3.1	3.1
F77 CVPT (P, T)	-	-	-	2.1	-	-	-	-	3.1	3.1	3.1
F78 CVTDD (T)	-	-	-	2.1	-	-	-	-	3.1	3.1	3.1
F22 EPSPT (P, T)	-	-	1.1	-	-	1.1	-	-	-	-	-
F23 HPD (P)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F24 HPDD (P)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1



関数名 Function Name	He4	Argon	N <sub>2</sub>	Air	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	R12	R22
F71 HPS (P,S)	2.1	3.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	3.1	3.1	2.1	2.1
F25 HPT (P,T)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F26 HPX (P,X)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F27 HTD (T)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F28 HTDD (T)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F29 HTX (T,X)	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F66 PLDT (T)	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F68 PMLT (T)	1.1	-	1.1	-	2.1	-	2.1	-	3.1	-	-
F30 PST (T)	1.1	3.1	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F72 PSTD (T)	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-
F73 PSTDD (T)	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-
F31 SIGP (P)	-	3.1	1.1	-	2.1	1.1	3.1	3.1	-	1.1	1.1
F32 SIGT (P)	-	3.1	1.1	-	2.1	1.1	3.1	3.1	-	1.1	1.1
F33 SPD (P)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F34 SPDD (P)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F35 SPT (P,T)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F36 SPX (P,X)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F37 STD (T)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F38 STDD (T)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F39 STX (T,X)	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F67 TLDP (P)	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F69 TMLP (P)	1.1	-	1.1	-	2.1	-	2.1	-	3.1	-	-
F64 TPH (P,H)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F65 TPS (P,S)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F70 TPV (P,V)	2.1	3.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	3.1	3.1	2.1	2.1
F41 TRPL ('A')	1.1	3.1	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	-	-
F40 TRP (P)	1.1	3.1	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F74 TSPD (P)	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-
F75 TSPDD (P)	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-
F42 UPD (P)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F43 UPDD (P)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1

関数名 Function Name	He4	Argon	N <sub>2</sub>	Air	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	R12	R22
F44 UPT (P,T)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F45 UPX (P,X)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F46 UTD (T)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F47 UTDD (T)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F48 UTX (T,X)	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F49 VPD (P)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F50 VPDD (P)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F51 VPT (P,T)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F52 VPX (P,X)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F53 VTD (T)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F54 VTDD (T)	1.1	3.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F55 VTX (T,X)	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F56 XPH (P,H)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F57 XPS (P,S)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F58 XPU (P,V)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F59 XPV (P,V)	1.1	-	1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F60 XTH (T,H)	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F61 XTS (T,S)	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F62 XTU (T,U)	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1
F63 XTV (T,V)	1.1	-	1.1	-	2.1	1.1	2.1	3.1	3.1	1.1	1.1

表中の数字は、その関数が導入された版次を示す

Number in the table denotes the version in which each FUNCTION was introduced.



「速報」及び「お知らせ」掲載一覧

速報№137 (1986. 7.17)

1. 計算サービスの休止について
2. 図書資料室の閉室について

お知らせ (1986. 7.24)

SX-1の“無料”期間について

速報№138 (1986. 8.22)

1. オペレーティングシステムのバージョンアップについて
2. ACOS1000のFORTRAN77とFORTRANについて
3. 新設TSSコマンド\$TEBIKIについて
4. 端末機器の入換えについて
5. 利用者講習会の開催について
6. 昭和61年度後期利用者講習会計画について
7. 利用者旅費について
8. カードロッカーの更新及び整理について
9. 昭和61年度後期プログラム相談員の募集について
10. SX-1の“無料”期間について (再掲載)

速報№139 (1986. 9.19)

1. 利用者講習会の開催について
2. 社会統計パッケージSPSS-Xのバージョンアップについて
3. FORTRAN77 (V) プログラムの日本語メッセージ出力について
4. 穿孔機の移設について

速報№140 (1986.10.20)

1. 利用者講習会の開催について
2. SX特大ジョブ用ジョブクラスWの新設について
3. SXのジョブ中断リスタート機能の利用法

4. BIOSISデータベース・バックファイルのサービス開始について
5. アプリケーション・パッケージのバージョンアップについて
6. 全国共同利用大型計算機センター研究開発連合発表講演会のお知らせ
7. 利用者旅費について