

PROPATH : 熱物性値プログラム・パッケージ第6.1版

伊藤, 猛宏
九州大学工学部

加藤, 泰生
山口大学工学部

黒木, 虎人
九州大学工学部

茂地, 徹
長崎大学工学部

他

<https://doi.org/10.15017/1470137>

出版情報 : 九州大学大型計算機センター広報. 23 (2), pp.102-129, 1990-03-15. 九州大学大型計算機センター
バージョン :
権利関係 :



PROPATH: 熱物性値プログラム・パッケージ

第6.1版

伊藤 猛宏¹⁾, 加藤 泰生²⁾, 黒木 虎人¹⁾, 茂地 徹³⁾, 高田 保之¹⁾, 谷川 洋文⁴⁾, 本田 知宏⁵⁾
増岡 隆士⁴⁾, 宮本 政英²⁾, 安田 嘉明(故人)⁴⁾, 山下 宏幸⁵⁾, 吉岡 啓介⁶⁾

¹⁾九州大学工学部, ²⁾山口大学工学部, ³⁾長崎大学工学部, ⁴⁾九州工業大学

⁵⁾福岡大学工学部, ⁶⁾大分大学工学部

目 次

	頁
まえがき	103
第6.1版における追加と変更	103
I 共通編	
1. 言語およびプログラム構造など	104
2. 呼び方	104
3. 異常終了処理	105
4. 予約名	105
5. 関数名命名法	106
6. 単位系	107
7. 計算の実行	107
8. PROPATH に組み込まれる予定の物質	107
9. 応用プログラム	107
10. PROPATH の公開	107
II 個別編	
1. ヘリウム4	省略
2. ネオン	108
3. アルゴン	省略
4. n-水素	109
5. 塩素	省略
6. 窒素	省略
7. 酸素	110
8. 空気	省略
9. 二酸化炭素	省略
10. 水(IFC 1967 実用状態式)	省略
11. 水(IAPS 1984 研究用状態方程式)	省略
12. 重水	111
13. メタン	省略
14. エチレン	省略
15. エタン	112
16. プロピレン	省略
17. プロパン	113
18. フロン12	省略

19. フロン22	省略
20. フロン114	省略
21. フロン502	省略

III 付録編

付録1 利用者のプログラム単位の例	115
付録2 PROPATH 関数表	116
付録3 PROPATH 公開機関と連絡先	121
付録4 磁気テープおよびフロッピーディスクの標準記録形式	省略
付録5 PROPATH ソースプログラムの入手法	省略
付録6 ライブラリの作成手順および実行時のライブラリ指定方法	124
付録7 推奨するライブラリデータセット名	125
付録8 シングル・ショットプログラムの出力例	126

まえがき

PROPATH は関数型の汎用熱物性値プログラム・パッケージであり、利用者が自身のプログラム単位において物質毎のライブラリ名を指定した上で、用意されている関数を呼べば、その物質に対する熱物性値があたかも指数関数や三角関数のような簡便さで求められる。

PROPATH 第1.1版[1](1984)、第2.1版[2](1985)、第3.1版[3](1986)、第4.1版[4](1987)および第5.1版[5](1988)を九州大学大型計算機センターを始めとする内外のいくつかの研究機関で公開して約5年が経過した。この間PROPATHに登録されている物質の数は21に、また個々の物質の関数の種類も充実してきた。第5.1版からは、各物質のプログラムはそれぞれ独立したライブラリ・プログラムとして作成された。昨年8月には若干の変更と6つの物質を追加した第6.1版を公開し今日に至っている。

本稿では旧版の広報記事と同じ内容の部分および関数表を省略し、残りの部分の要点についてのみ述べる。詳細については、センター図書室およびプログラム相談室に備付の「利用の手引き」を参照されたい。

第6.1版における追加と変更

1. 新物質

第6.1版では、次の6種類の物質の関数を追加した。

ネオン, n-水素, 酸素, 重水, エタンおよびプロパン

2. 第5.1版の物質に対する関数の追加

ヘリウム:	CVPDD, CVTDD
空気:	AKPT, PRPT, UPS, WPT
水:	AKPT, WPT
メタン:	CVPDD, CVPT, CVTDD
エチレン:	AMUPT
プロピレン:	UPS, VPS
フロン12:	UPS, VPS

フロン22: UPS, VPS
フロン114: AKPT, CVPDD, CVPT, CVTDD, PRPT, UPS, VPS, WPT
フロン502: AKPT, CVPDD, CVPT, CVTDD, PRPT, UPS, VPS, WPT

3. 新しく採用した関数

物質名を英語あるいは分子式で、版次の番号を数字で与える文字引数、値を文字とする関数を追加した。

IDENTF

4. プログラム構造の変更

PROPATH 第6.1版からは、エラーメッセージの出力を制御する文字型コモン変数MESSが追加された。利用者はMESSの値を指定することにより、標準印字装置へのエラーメッセージの出力を停止することができる。詳細はI共通編2を参照されたい。

5. シングルショット・プログラムの提供

一つの状態点におけるPROPATHの各物質に対する関数群の値を、対話的に計算する応用プログラムを開発した。詳細はI共通編9を、実行例は付録8を参照されたい。

I 共通編

1 言語およびプログラム構造など

1.1 言語など

FORTRAN77で記述されており、特定のFORTRAN77コンパイラに固有の拡張機能や個々の計算機組織に固有なユーティリティなどは使用していない。

1.2 プログラム構造と精度

熱物性値や定数を与えるプログラムはすべて関数である。それらの引数および関数の値は単精度実数か文字型である。

2 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1行が書かれなければならない。

COMMON/UNIT/KPA, MESS

また、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。

KPA = M

MESS = N

KPAとMESSは整数型変数でなければならない。KPAは圧力および温度の単位を指定する整数であり、単位系および指定されたMの値と選択される単位の関係は第I部第6章に示してある。以後は単位の変更が必要なところで、同様の文を書くことになる。MESSはエラーメッセージを標準印字装置に出力するかどうかを指定する整数であり、N=0の場合エラーメッセージを出力せず、N≠0のとき出力する。

3 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3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。

3.1 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制作者は最大限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。

3.2 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 ****

それぞれの関数の引数の範囲はII個別編の各章に物質ごとに表示してある。

3.3 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: $-1.0E+30$

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、II個別編の各章に物質ごとに表示してある。

4 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、圧力と温度の単位を指定する第1番目の整数型コモン変数KPAあるいはエラーメッセージの出力を制御する第2番目の整数型コモン変数MESSのいずれかであり、これらは他の目的に使用してはならない。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, AKPT, 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
I: IDENTF
P: PLDT, PMLT, PRPT, PST, PSTD, PSTDD
S: SIGP, SIGT, SPD, SPDD, SPT, SPX, STD, STDD, STX
T: TLDP, TMLP, TPH, TPS, TPV, TSP, TSPD, TSPDD, TRPL
U: UPD, UPDD, UPS, UPT, UPX, UTD, UTDD, UTX
V: VPD, VPDD, VPS, VPT, VPX, VTD, VTDD, VTX
W: WPT
X: XPH, XPS, XPU, XPV, XTH, XTS, XTU, XTV

整数型コモン変数

K: KPA
M: MESS

5 関数名命名法

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，“AK”=断熱指数，“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，“IDENTF”=物質名あるいは版次番号，“PLD”=ラムダ線上の圧力，“PML”=融解曲線上の圧力，“PR”=プラントル数，“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，“TRPL”=三重点の定数，“U”=比内部エネルギー，“V”=比体積，“W”=音速，“X”=湿り蒸気の乾き度，となる。このうち最初の6個においては先頭の文字が“A”になっている。これは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。

6 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 に特定の値を代入することにより、圧力と温度の単位が指定される。KPA の与え方はI共通編の第2章に示してあり、KPA に与えた値と選択される単位の関係は下の表の通りである。

表 I-6-1 KPA と圧力と温度の単位の対応

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

7 計算の実行

7.1 計算機組織管理者の作業

PROPATH をライブラリ・プログラムとして登録するために、計算機組織の管理者が実施すべき作業の手順は付録6に示してある(付録6(1))。

7.2 利用者プログラムの実行

利用者プログラムの実行方法は付録6に示してある(付録6(2))。

8 PROPATH に組込まれる予定の物質

クリプトン, キセノン, R13B1, フロン類。

9 応用プログラム

PROPATH 第6.1版で利用可能なすべての関数を状態点ごとに計算して印字するシングルショット・プログラムが用意されている。利用者はこのプログラムを用いて、利用者が指定する状態点における種々の熱物性値を得ることができる。このプログラムの実行形式プログラムを作成する際に、付録7のライブラリの指定を変更すれば、物質毎のシングルショット・プログラムを作成することができる。実行手順を付録6(3)に示す。本プログラムの実行例が付録8に示してある。

10 PROPATH の公開

PROPATH は国内24、国外19の機関でユーティリティとして登録され、公開されているか、公開準備中である。付録3にこれらの機関における連絡先が収録してある。

2 ネオン

熱力学的な量の計算式としてはソ連の National Standard Reference Data Service の物性値表[1]の式を, 表面張力の計算式としては J.W. Miller, Jr. ら[2]の式を, それぞれ採用した。

2.1 物質名およびライブラリのデータセット名の例(九州大学大型計算機センター, 富士通 FACOM M)

物質名: ネオン

データセット名: LIB.PNEV61.LOAD

個々の計算機組織毎に固有の名称が与えられるので, 利用者は事前に確認しなければならない。

2.2 重要な定数など

分子式: Ne

分子量: 20.183

気体定数: 411.95 J/(kg·K)

臨界定数:

臨界圧力: 2.653×10^6 Pa (26.53 bar)

臨界温度: 44.40 K (-228.75 °C)

臨界比体積: 2.069×10^{-3} m³/kg

三重点:

圧力: 0.04335×10^6 Pa (0.4335 bar)

温度: 24.55 K (-248.6 °C)

2.3 計算式

状態式:

$P = P(\rho, T)$ 形式の文献[1]の式(2.44), および式(3.33)。ここに, P =圧力, ρ =密度, T =温度。

飽和蒸気圧:

文献[1]の式(1.71)。

気液平衡線上の物性値:

比体積は文献[1]の式(2.44), (3.33) から, 定圧比熱は文献[1]の式(3.27), (3.31), (3.32), (3.33) から計算。

融解曲線上の圧力と温度:

文献[1]の式(1.65)。

輸送的性質:

熱伝導率は文献[1]の式(6.13), (6.14) から, 粘性係数は文献[1]の式(4.25), (6.13) から計算。

その他の性質:

表面張力は文献[2]の式(23-1)から計算。

文献

- [1] V.A.Rabinovich, A.A.Vasserman, V.I.Nedstup and L.S.Veksler, Thermophysical Properties of NEON, ARGON, KRYPTON AND XENON, National Standard Reference Data Service of the USSR: A Series of Property Tables, Vol.10, English-Language Edition, edited by T.B.Selover, Jr., (1987)
- [2] J.W.Miller, Jr. and C.L.Yaws, Chem. Eng., 83-23, (1976), p.127

4 n-水素

熱力学的な量の計算式としては文献[1]を, 表面張力の計算式としてはMillerら[2]の式を, 粘性係数, 熱伝導率の計算式としては文献[3]の式をそれぞれ採用した.

4.1 物質名およびライブラリのデータセット名の例(九州大学大型計算機センター, 富士通 FACOM M)

物質名: n-水素

データセット名: LIB.PH2V61.LOAD

個々の計算機組織毎に固有の名称が与えられるので, 利用者は事前に確認しなければならない.

4.2 重要な定数など

分子式: n-H₂

分子量: 2.016

気体定数: 4124.62 J/(kg·K)

臨界定数:

臨界圧力: 1.315×10^6 Pa (13.15 bar)

臨界温度: 33.19 K (-239.96°C)

臨界比体積: 0.0332 m³/kg

三重点:

圧力: 7.199×10^3 Pa (0.07199 bar)

温度: 13.96 K (-259.19°C)

基準状態:

1.01325 bar (1 atm), 25.01°C (298.16 K)(気体)において, 比エントロピが 142.196 J/(mol·K), 比エンタルピが 8.473×10^3 J/mol である.

4.3 計算式

状態式:

$P = P(\rho, T)$ 形式の文献[1]の式(4.8)および式(4.14). ここに, P =圧力, ρ =密度, T =温度.

飽和蒸気圧:

文献[1]の式(4.14)と表(31)の値.

沸点曲線上の物性値:

文献[1]の式(7.2).

研究開発

気液平衡線上の物性値：

飽和液の比体積は文献[1]の式(8.1)および表(31)から，比エントロピーおよび比エンタルピーは比体積の値と文献[1]の式(4.14)，表(19)より計算．飽和蒸気の比体積は文献[1]の式(4.14)，(4.15)および表(19)から，比エントロピーおよび比エンタルピーは比体積の値と文献[1]の式(5.1)および(5.3)より計算．定容比熱，定圧比熱は密度の値と文献[1]の式(5.7)および(5.8)から計算．

輸送的性質：

熱伝導率は文献[3]所載のプログラムの相関式から計算．おなじく粘性係数は文献[3]所載のプログラムの相関式から計算．

その他の性質：

表面張力は文献[2]の所載の相関式から計算．

文献

- [1] Wooly, H.W., Scott, R.B. and Brickwedde, F.C., Compilation of Thermal Properties of Hydrogen in Its Various Isotopic and Ortho-Para Modifications, J. Res. Nat. Bur. Stand., vol.41, (1948), pp.379-475
- [2] J.W. Miller, Jr. and C.L. Yaws, Chemical Engineering, vol.83, No.23, (1976), p.127
- [3] 日本機械学会研究協力部会研究成果報告書，RC-72 小温度差ランキンサイクル用 作動流体の熱物性に関する研究分科会，(1987), pp.527-531

7 酸素

熱力学的な量の計算式としては Sychev らの酸素蒸気表[1]の式を採用した．

7.1 物質名およびライブラリのデータセット名の例（九州大学大型計算機センター，富士通 FACOM M）

物質名：酸素

データセット名：LIB.PO2V61.LOAD

個々の計算機組織毎に固有の名称が与えられるので，利用者は事前に確認しなければならない．

7.2 重要な定数など

分子式： O_2

分子量：31.9988

気体定数：259.835 J/(kg·K)

臨界定数：

臨界圧力： 5.043×10^6 Pa (50.43 bar)

臨界温度：154.581 K (-118.569°C)

臨界比体積： 2.2925×10^{-3} m³/kg

三重点：

圧力： 0.1463×10^3 Pa (1.463×10^{-3} bar)

温度：54.361 K (-218.789°C)

基準状態:

絶対零度(-273.15°C)において, 昇華潜熱が $275.542 \times 10^3 \text{ J/kg}$, 比エントロピーが $0 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ である.

7.3 計算式

状態式:

$P = P(\rho, T)$ 形式の文献[1]の式(3.6). ここに, P =圧力, ρ =密度, T =温度.

蒸気圧:

文献[1]の式(3.6)[状態式]と相平衡に対するGibbsの条件から計算.

気液平衡線上の物性値:

飽和液体と飽和蒸気の比体積は, 文献[1]の式(3.6)[状態式]と相平衡に対するGibbsの条件から, 比エントロピーは密度の値と文献[1]の式(2.5)から, また比エンタルピーは密度の値と文献[1]の式(2.5)から計算. 定圧比熱は密度の値と文献[1]の式(2.5)から計算.

文献

- [1] V.V.Sychev, A.A.Vasserman, A.D.Kozlov, G.A.Spiridonov and V.A.Tsymarny, Thermodynamic Properties of Oxygen, National Standard Reference Data of the USSR: A Series of Property Tables, Vol.5, Hemisphere Pub. Corp., (1987)

12 重水

熱力学的な量の計算式としてはHillらの重水蒸気表[1]の式を, 輸送的性質の計算式としてはMatunagaとNagashima[2]の式を, 表面張力の計算式としては国際蒸気性質会議から公表された式[3]を, 使用した.

12.1 物質名およびライブラリのデータセット名の例(九州大学大型計算機センター, 富士通 FACOM M)

物質名: 重水

データセット名: LIB.PD2OV61.LOAD

個々の計算機組織毎に固有の名称が与えられるので, 利用者は事前に確認しなければならない.

12.2 重要な定数など

分子式: D_2O

分子量: 20.027

気体定数: $415.15 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$

臨界定数:

臨界圧力: $21.66 \times 10^6 \text{ Pa}$ (216.6 bar)

臨界温度: 643.89 K (370.74°C)

臨界比体積: $2.7933 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$

研 究 開 発

三重点:

圧力: 660.1 Pa ($6.601 \times 10^{-3} \text{ bar}$)

温度: 276.95 K ($3.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

基準状態:

三重点における飽和液の比エントロピが $0 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 比内部エネルギーが $0 \text{ J}/\text{kg}$ である.

12.3 計算式

状態式:

$\psi = \psi(\rho, T)$ 形式の文献[1]の式(1)のヘルムホルツの自由エネルギー. ここに, ψ =ヘルムホルツ関数, ρ =密度, T =温度.

蒸気圧:

文献[1]の式(1)のヘルムホルツの自由エネルギーおよびGibbsの相平衡に関する条件から計算.

気液平衡線上の物性値:

比体積は文献[1]の式(1)のヘルムホルツの自由エネルギーおよびGibbsの相平衡に関する条件から, 比エントロピおよび比エンタルピは文献[1]の式(6)および(7)から, 定圧比熱は文献[1]の式(1)のヘルムホルツの自由エネルギーを偏微分して得られる密度と温度の関数から計算.

輸送的性質:

粘性係数および熱伝導率はそれぞれ文献[2]の式(6)と(7)から計算.

その他の性質:

表面張力はそれぞれ文献[3]の式(10)から計算.

文献

- [1] P.G.Hill, R.D.MacMillan and V.Lee, Tables of Thermodynamic Properties of Heavy Water in S.I. Units, Atomic Energy of Canada Limited, Mississauga, Ontario, (1981)
- [2] N.Matsunaga and A.Nagashima, J. Phys. Chem. Ref. Data, 12-4, (1983), pp.933-966
- [3] 上松, 熱物性, 2-2, (1988), pp.84-88

15 エタン

熱力学的な量の計算式としてはSychevらのエタン蒸気表[1]の式を採用した.

15.1 物質名およびライブラリのデータセット名の例(九州大学大型計算機センター, 富士通 FACOM M)

物質名: エタン

データセット名: LIB.PC2H6V61.LOAD

個々の計算機組織毎に固有の名称が与えられるので, 利用者は事前に確認しなければならない.

15.2 重要な定数など

分子式: C_2H_6

分子量: 30.0694

気体定数: 276.507 J/(kg·K)

臨界定数:

臨界圧力: 4.8714×10^6 Pa (48.714 bar)

臨界温度: 305.33 K (32.18°C)

臨界比体積: 4.891×10^{-3} m³/kg

三重点:

圧力: 1.13 Pa (0.113×10^{-6} bar)

温度: 90.348 K (-182.802°C)

ただし、圧力の値は文献[1]の蒸気圧の式から計算。

基準状態:

絶対零度 (-273.15 °C) において、昇華潜熱が 984.426×10^3 J/kg, 比エントロピが 0 J/(kg·K) である。

15.3 計算式

状態式:

$P = P(\rho, T)$ 形式の文献[1]の式(3.7)。ここに、 P =圧力, ρ =密度, T =温度。

蒸気圧:

文献[1]の式(3.7)[状態式]と相平衡に対する Gibbs の条件から計算。

気液平衡線上の物性値:

飽和液体と飽和蒸気の比体積は、文献[1]の式(3.7)[状態式]と相平衡に対する Gibbs の条件から、比エントロピ、比エンタルピおよび比熱は密度の値と文献[1]の式(2.4)から計算。

融解曲線上の圧力と温度:

文献[1]の式(3.6)。

文献

- [1] V.V.Sychev, A.A.Vasserman, A.D.Kozlov, V.A.Zagoruchenko, G.A.Spiridonov and V.A.Tsymarny, Thermodynamic Properties of Ethane, National Standard Reference Data Service of the USSR: A Series of Property Tables, Hemisphere, (1987)

17 プロパン

熱力学的な量の計算式としては Buehner ら [1] の式を、表面張力の計算式としては Miller ら [2] の式を、それぞれ採用した。

17.1 物質名およびライブラリのデータセット名の例 (九州大学大型計算機センター, 富士通 FACOM M)

物質名: プロパン

研究開発

データセット名: LIB.PC3H8V61.LOAD

個々の計算機組織毎に固有の名称が与えられるので、利用者は事前に確認しなければならない。

17.2 重要な定数など

分子式: C_3H_8

分子量: 44.097

気体定数: $188.546 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

臨界定数:

臨界圧力: $4.2597 \times 10^6 \text{ Pa}$ (42.597 bar)

臨界温度: 369.9 K (96.75°C)

臨界比体積: $4.5455 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$

基準状態:

1.01325 bar (1 atm), 25°C (298.15 K) において, 理想気体の比エントロピが $0 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 25°C (298.15 K) において, 理想気体の比エンタルピが 0 J/kg である。

17.3 計算式

状態式:

$P = P(\rho, T)$ 形式の文献[1]の式(1)。ここに, P =圧力, ρ =密度, T =温度。ただし, 式(1)において

$$P = \rho T [R + B\rho + C\rho^2 + D\rho^3 + F\rho^4 + E\rho^5 \dots]$$

は

$$P = \rho T [R + B\rho + C\rho^2 + D\rho^3 + E\rho^4 + F\rho^5 \dots]$$

に訂正した。

蒸気圧:

文献[1]の式(1) [状態式] と相平衡に関する Gibbs の条件から計算。

気液平衡線上の物性値:

比体積は文献[1]の式(1) [状態式] と相平衡に関する Gibbs の条件から, 比エントロピ, 比エンタルピ, 定圧比熱および定容比熱は文献[1]の式(1) から熱力学的関係を用いて得られるそれぞれの密度と温度の関数から計算。

その他の性質:

表面張力は文献[2]の所載の相関式から計算。

文献

[1] K.Buehner, G.Maurer and E.Bender, Cryogenics, March (1981), pp.157-164

[2] J.W.Miller Jr. and C.L.Yaws, Chem. Eng., 83-23,(1976), p.127-129

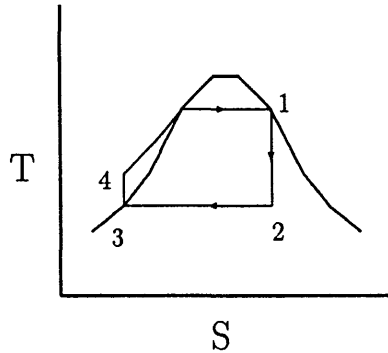
III 付録編

付録1 利用者のプログラム単位の例

[例題] 初圧10MPaと背圧5kPaの間で作動する図のような可逆ランキンサイクルのサイクル有効率, 熱効率, 仕事比および蒸気消費率を求めよ. ただし, 基準温度を25℃とせよ.

[プログラム例]

```
*****
*      SAMPLE PROGRAM FOR /PROPATH/ USERS      *
*      EXAMPLE FROM      NISHIKAWA AND ITO,      *
*                        OHYOH NETSURIKIGAKU,      *
*                        CORONA SHA, TOKYO,      *
*                        1983                      *
*****
**** EX.11.4 ON PAGE 306, CYCLE EFFICIENCY, WORK RATIO, ****
**** AND STEAM RATE FOR RANKINE CYCLE ****
*
REAL*4 L,L0,LTO,LPO
COMMON/UNIT/KPA, MESS
KPA=1
MESS=1
P1=100.0
P2=0.05
T0=298.15
H1=HPDD(P1)
S1=SPDD(P1)
H3=HPD(P2)
R=ALHP(P2)
S3=SPD(P2)
X=XPS(P2,S1)
H2=H3+X*R
T4=TPS(P1,S3)
H4=HPT(P1,T4)
LTO=H1-H2
LPO=H4-H3
L0=LTO-LPO
QB0=H1-H4
L=L0/LTO
ETA=L0/QB0
GO=3600.0/L0*1000.
GTO=3600.0/LTO*1000.
PSI1=H1-T0*S1
PSI4=H4-T0*S3
ETAC=L0/(PSI1-PSI4)
WRITE(6,*) '***** SAMPLE PROGRAM FOR /PROPATH/ USERS *****'
WRITE(6,*) ' CYCLE EFFICIENCY          ETA =',ETA
WRITE(6,*) ' WORK RATIO                L0 =',L
WRITE(6,*) ' STEAM RATE PER NET POWER   GO =',
& GO, ' (KG/KWH)'
WRITE(6,*) ' STEAM RATE PER TURBINE POWER GTO =',
& GTO, ' (KG/KWH)'
WRITE(6,*) ' CYCLE EFFECTIVENESS        EATC=',ETAC
STOP
END
```



[印字出力]

```
***** SAMPLE PROGRAM FOR /PROPATH/ USERS *****
CYCLE EFFICIENCY          ETA =0.38983846
WORK RATIO                L0 =0.99013019
STEAM RATE PER NET POWER   GO =3.5793953 (KG/KWH)
STEAM RATE PER TURBINE POWER GTO =3.5440674 (KG/KWH)
CYCLE EFFECTIVENESS        EATC=0.96117246
```

付録2 PROPATH 関数表

表 III-2-1 PROPATH 関数

1/6

関数名 Function Name	He4	Ne	Ar	H ₂	Cl ₂	N ₂	O ₂	Air	CO ₂	H ₂ O IFC	H ₂ O IAPS	D ₂ O
F 1 AIPPT(P,T)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.1	—	—
F82 AKPT(P,T)	5.1	—	—	6.1	5.1	5.1	6.1	6.1	5.1	6.1	5.1	6.1
F 2 ALAPP(P)	—	—	4.1	6.1	5.1	1.1	—	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F 3 ALAPT(T)	—	—	4.1	6.1	5.1	1.1	—	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F 4 ALHP(P)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F 5 ALHT(T)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F 6 ALMPD(P)	1.1	—	4.1	—	—	1.1	—	—	3.1	1.1	4.1	6.1
F 7 ALMPDD(P)	1.1	—	—	—	—	1.1	—	—	3.1	1.1	4.1	6.1
F 8 ALMPT(P,T)	1.1	—	—	6.1	5.1	1.1	—	2.1	3.1	1.1	4.1	3.1
F 9 ALMTD(T)	1.1	—	4.1	—	—	1.1	—	—	3.1	1.1	4.1	6.1
F10 ALMTDD(T)	1.1	—	—	—	—	1.1	—	—	3.1	1.1	4.1	6.1
F11 AMUPD(P)	1.1	6.1	—	—	5.1	1.1	—	—	3.1	1.1	4.1	6.1
F12 AMUPDD(P)	1.1	6.1	—	—	—	1.1	—	—	3.1	1.1	4.1	6.1
F13 AMUPT(P,T)	1.1	—	—	6.1	5.1	1.1	—	2.1	3.1	1.1	4.1	6.1
F14 AMUTD(T)	1.1	6.1	—	—	5.1	1.1	—	—	3.1	1.1	4.1	6.1
F15 AMUTDD(T)	1.1	6.1	—	—	—	1.1	—	—	3.1	1.1	4.1	6.1
F16 CPPD(P)	1.1	6.1	—	—	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F17 CPPDD(P)	1.1	—	3.1	—	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F18 CPPT(P,T)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F19 CPTD(T)	1.1	6.1	—	—	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F20 CPTDD(T)	1.1	—	3.1	—	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F21 CRP('A')	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F76 CVPDD(P)	6.1	—	4.1	—	5.1	5.1	6.1	2.1	5.1	—	5.1	6.1
F77 CVPT(P,T)	5.1	—	4.1	6.1	5.1	5.1	6.1	2.1	5.1	—	5.1	6.1
F78 CVTDD(T)	6.1	—	4.1	—	5.1	5.1	6.1	2.1	5.1	—	5.1	6.1
F22 EPSPT(P,T)	—	—	—	—	—	1.1	—	—	—	1.1	4.1	—
F23 HPD(P)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F24 HPDD(P)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F71 HPS(P,S)	2.1	—	3.1	6.1	5.1	2.1	6.1	2.1	2.1	2.1	4.1	6.1
F25 HPT(P,T)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F26 HPX(P,X)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F27 HTD(T)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F28 HTDD(T)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F29 HTX(T,X)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F66 PLDT(T)	1.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F68 PMLT(T)	1.1	6.1	—	—	—	1.1	—	—	2.1	—	—	—
F81 PRPT(P,T)	5.1	—	—	6.1	5.1	5.1	—	6.1	5.1	5.1	5.1	6.1
F30 PST(T)	1.1	6.1	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1

表 III-2-1 PROPATH 関数(つづき)

2/6

関数名 Function Name	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	C ₃ H ₈	R12	R22	R114	R502
F 1 AIPPT(P,T)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F82 AKPT(P,T)	5.1	5.1	6.1	5.1	6.1	5.1	5.1	6.1	6.1
F 2 ALAPP(P)	—	3.1	—	—	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F 3 ALAPT(T)	—	3.1	—	—	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F 4 ALHP(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F 5 ALHT(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F 6 ALMPD(P)	—	—	—	—	—	1.1	1.1	4.1	5.1
F 7 ALMPDD(P)	—	—	—	—	—	—	—	4.1	5.1
F 8 ALMPT(P,T)	3.1	—	—	—	—	1.1	1.1	4.1	5.1
F 9 ALMTD(T)	—	—	—	—	—	1.1	1.1	4.1	5.1
F10 ALMTDD(T)	—	—	—	—	—	—	—	4.1	5.1
F11 AMUPD(P)	5.1	—	—	—	—	1.1	1.1	4.1	5.1
F12 AMUPDD(P)	5.1	—	—	—	—	—	—	—	5.1
F13 AMUPT(P,T)	2.1	6.1	—	—	—	1.1	1.1	4.1	5.1
F14 AMUTD(T)	5.1	—	—	—	—	1.1	1.1	4.1	5.1
F15 AMUTDD(T)	5.1	—	—	—	—	—	—	—	5.1
F16 CPPD(P)	2.1	—	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F17 CPPDD(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F18 CPPT(P,T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F19 CPTD(T)	2.1	—	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F20 CPTDD(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F21 CRP('A')	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F76 CVPDD(P)	6.1	5.1	6.1	3.1	6.1	3.1	3.1	6.1	6.1
F77 CVPT(P,T)	6.1	5.1	6.1	3.1	6.1	3.1	3.1	6.1	6.1
F78 CVTDD(T)	6.1	5.1	6.1	3.1	6.1	3.1	3.1	6.1	6.1
F22 EPSPT(P,T)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F23 HPD(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F24 HPDD(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F71 HPS(P,S)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	2.1	2.1	4.1	5.1
F25 HPT(P,T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F26 HPX(P,X)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F27 HTD(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F28 HTDD(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F29 HTX(T,X)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F66 PLDT(T)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F68 PMLT(T)	2.1	—	6.1	3.1	—	—	—	—	—
F81 PRPT(P,T)	5.1	—	—	—	—	5.1	5.1	6.1	6.1
F30 PST(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1

表 III-2-1 PROPATH 関数(つづき)

3/6

関 数 名 Function Name	He4	Ne	Ar	H ₂	Cl ₂	N ₂	O ₂	Air	CO ₂	H ₂ O IFC	H ₂ O IAPS	D ₂ O
F72 PSTD(T)	—	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—	—	—
F73 PSTDD(T)	—	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—	—	—
F31 SIGP(P)	—	6.1	3.1	6.1	5.1	1.1	—	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F32 SIGT(T)	—	6.1	3.1	6.1	5.1	1.1	—	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F33 SPD(P)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F34 SPDD(P)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F35 SPT(P,T)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F36 SPX(P,X)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F37 STD(T)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F38 STDD(T)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F39 STX(T,X)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F67 TLDP(P)	1.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F69 TMLP(P)	1.1	6.1	—	—	—	1.1	—	—	2.1	—	—	—
F64 TPH(P,H)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F65 TPS(P,S)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F70 TPV(P,V)	2.1	—	3.1	6.1	5.1	2.1	6.1	2.1	2.1	2.1	4.1	6.1
F41 TRPL('A')	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F40 TSP(P)	1.1	6.1	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F74 TSPD(P)	—	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—	—	—
F75 TSPDD(P)	—	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—	—	—
F42 UPD(P)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F43 UPDD(P)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F79 UPS(P,S)	5.1	—	—	—	5.1	5.1	6.1	6.1	5.1	4.1	5.1	6.1
F44 UPT(P,T)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F45 UPX(P,X)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F46 UTD(T)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F47 UTDD(T)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F48 UTX(T,X)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F49 VPD(P)	1.1	6.1	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F50 VPDD(P)	1.1	6.1	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F80 VPS(P,S)	5.1	—	—	—	5.1	5.1	6.1	6.1	5.1	4.1	5.1	6.1
F51 VPT(P,T)	1.1	—	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F52 VPX(P,X)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F53 VTD(T)	1.1	6.1	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F54 VTDD(T)	1.1	6.1	3.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F55 VTX(T,X)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F83 WPT(P,T)	5.1	—	—	6.1	5.1	5.1	6.1	6.1	5.1	6.1	5.1	6.1
F56 XPH(P,H)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1

表 III-2-1 PROPATH 関数(つづき)

4/6

関数名 Function Name	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	C ₃ H ₈	R12	R22	R114	R502
F72 PSTD(T)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F73 PSTDD(T)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F31 SIGP(P)	3.1	3.1	—	—	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F32 SIGT(T)	3.1	3.1	—	—	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F33 SPD(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F34 SPDD(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F35 SPT(P,T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F36 SPX(P,X)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F37 STD(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F38 STDD(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F39 STX(T,X)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F67 TLDP(P)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F69 TMLP(P)	2.1	—	6.1	3.1	—	—	—	—	—
F64 TPH(P,H)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F65 TPS(P,S)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F70 TPV(P,V)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	2.1	2.1	4.1	5.1
F41 TRPL('A')	2.1	3.1	6.1	3.1	—	—	—	—	—
F40 TSP(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F74 TSPD(P)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F75 TSPDD(P)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F42 UPD(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F43 UPDD(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F79 UPS(P,S)	—	5.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
F44 UPT(P,T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F45 UPX(P,X)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F46 UTD(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F47 UTDD(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F48 UTX(T,X)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F49 VPD(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F50 VPDD(P)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F80 VPS(P,S)	—	5.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
F51 VPT(P,T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F52 VPX(P,X)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F53 VTD(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F54 VTDD(T)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F55 VTX(T,X)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F83 WPT(P,T)	5.1	5.1	6.1	5.1	6.1	5.1	5.1	6.1	6.1
F56 XPH(P,H)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1

表 III-2-1 PROPATH 関数(つづき)

5/6

関 数 名 Function Name	He4	Ne	Ar	H ₂	Cl ₂	N ₂	O ₂	Air	CO ₂	H ₂ O IFC	H ₂ O IAPS	D ₂ O
F57 XPS(P,S)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F58 XPU(P,V)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F59 XPV(P,V)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	2.1	2.1	1.1	4.1	6.1
F60 XTH(T,H)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F61 XTS(T,S)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F62 XTU(T,U)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1
F63 XTV(T,V)	1.1	—	4.1	6.1	5.1	1.1	6.1	—	2.1	1.1	4.1	6.1

表 III-2-1 PROPATH 関数(つづき)

6/6

関 数 名 Function Name	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	C ₃ H ₈	R12	R22	R114	R502
F57 XPS(P,S)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F58 XPU(P,V)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F59 XPV(P,V)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F60 XTH(T,H)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F61 XTS(T,S)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F62 XTU(T,U)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1
F63 XTV(T,V)	2.1	3.1	6.1	3.1	6.1	1.1	1.1	4.1	5.1

表中の数字は、その関数が導入された版次を示す。

付録3 PROPATH 公開機関と連絡先

機 関 名 Organization	連 絡 先 Contact Address
大阪大学大型計算機センター Computer Center, Osaka University	三谷 康範 〒565 吹田市山田丘2-1 大阪大学低温センター吹田分室 Tel. 06-877-5111 Y. Mitani, Low Temperature Center, Osaka University, Yamadaoka 2-1, Suita 565
核融合科学研究所 National Institute for Fusion Science (NIFS)	城之内 忠正 〒464 名古屋市千種区不老町 核融合科学研究所 計算機センター Tel. 052-781-5111 Fax 052-782-4948 T. Jonouchi, National Institute for Fusion Science, Furo-cho, Chigusa-ku, Nagoya 464
機械技術研究所, 通商産業省工業技術院 Mechanical Engineering Laboratory	矢部 彰 〒305 茨城県つくば市並木1-2 機械技術研究所 エネルギー機械部 熱工学課 Tel. 0298-54-2561 Fax 0298-54-2549 A. Yabe, Thermal Engineering Division, Energy Engineering Department, Mechanical Engineering Laboratory, Namiki 1-2, Tsukuba, Ibaraki 305
九州大学大型計算機センター Computer Center, Kyushu University	伊藤 猛宏 〒812 福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学工学部動力機械工学科 Tel. 092-641-1101 Fax 092-641-9744 T. Ito, Department of Mechanical Engineering for Power, Faculty of Engineering, Kyushu University, Hakozaki 6-10-1, Higashi-ku, Fukuoka 812
九州工業大学情報科学センター Information Science Center, Kyushu Institute of Technology	今井 桂子 〒820 福岡県飯塚市川津680-4 九州工業大学情報科学センター Tel. 0948-28-5605 ETN 172 K. Imai, Information Science Center, Kyushu Institute of Technology, 680-4 Kawazu, Iizuka, Fukuoka 820
京都大学大型計算機センター Data Processing Center, Kyoto University	矢田 順三 〒606 京都市左京区松ヶ崎 京都工芸繊維大学機械工学科 Tel. 075-791-3211 J. Yada, Department of Mechanical Engineering, Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto 606
京都大学原子エネルギー研究所 Institute of Atomic Energy, Kyoto University	塩津 正博 〒611 宇治市五ヶ庄 京都大学原子エネルギー研究所 Tel. 0774-32-3111 Fax 0774-32-8158 M. Shiozu, Institute of Atomic Energy, Kyoto University, Gokasho, Uji 611
久留米工業大学情報処理教育センター Educational Center of Information Processing, Kurume Institute of Technology	井上 利明 〒830 久留米市上津町2228 久留米工業大学工学部機械工学科 Tel. 0942-22-2345 Fax 0942-21-8770 T. Inoue, Department of Mechanical Engineering, Kurume Institute of Technology, 2228 Kamitsu-machi, Kurume 830
慶応義塾大学計算センター Keio University Computer Center	上松 公彦 〒223 横浜市港北区日吉3-14-1 慶応義塾大学理工学部機械工学科 Tel. 044-63-1141 Fax 044-63-3421 M. Uematsu, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University, Hiyoshi 3-14-1, Kohoku-ku, Yokohama 223
高エネルギー物理学研究所 National Laboratory for High Energy Physics	細山 謙二 〒305 つくば市大穂1-1 高エネルギー物理学研究所 トリスタン電子リング Tel. 0293-64-1171 K. Hosoyama, National Laboratory for High Energy Physics, Oho 1-1, Tsukuba 305
神戸商船大学情報処理センター Data Processing Center, Kobe University of Maritime Marine	大谷 幸治 〒658 神戸市灘区深江南町5-1-1 神戸商船大学情報処理センター Tel. 078-453-2332 K. Otani, Data Processing Center, Kobe University of Maritime Marine, Fukae-minami-machi 5-1-1, Nada-ku, Kobe 658

機 関 名 Organization	連 絡 先 Contact Address
佐賀大学情報処理センタ ー Saga University Information Processing Center	福井 市男 〒840 佐賀市本庄町1 佐賀大学情報処理セン ター Tel. 0952-24-5191 ETN 2592 Fax 0952-23-8564 I. Fukui, Information Processing Center, Saga University, 1 Honjomachi, Saga 840
筑波大学学術情報センタ ー Science Information Processing Center, University of Tsukuba	成合 英樹 〒305 つくば市天王台1 筑波大学構造工学系 Tel. 0298-53-2111 H. Nariai, Institute of Engineering Mechanics, University of Tsukuba, Tennodai 1, Tsukuba 305
電子技術総合研究所, 通 商産業省工業技術院 Electrotechnical Laboratory	長坂 武彦 〒305 つくば市梅園1-1-4 電子技術総合研究所 共同利用計算機室 Tel. 0298-54-5212, 5213 Fax 0298-55-1729 T. Nagasaka, Electrotechnical Laboratory, Umezono 1-1-4, Tsukuba 305
東亜大学情報処理科学研 究センター Data Processing Science Re- search Center, University of East Asia	近藤 哲也 〒751 山口県下関市一の宮学園町2-1 東亜大学 工学部機械工学科 Tel. 0832-56-1111 ETN 2312 T. Kondoh, Department of Mechanical Engineering, Faculty of En- gineering, University of East Asia, Ichinomiya-Gakuencho 2-1, Shi- monoseki 751
東京工業大学総合情報処 理センター Computer Center, Tokyo Institute of Technology	黒崎 晏夫 〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工業大学 工学部機械工学科 Tel. 03-726-1111 Fax 03-729-0587 Y. Kurosaki, Department of Mechanical Engineering for Production, Tokyo Institute of Technology, Ookayama 2-12-1, Meguro-ku, Tokyo 152
東京大学大型計算機セ ンター Computer Centre, University of Tokyo	上松 公彦 〒223 横浜市港北区日吉3-14-1 慶応義塾大学理工 学部機械工学科 Tel. 044-63-1141 Fax 044-63-3421 M. Uematsu, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University, Hiyoshi 3-14-1, Kohoku-ku, Yokohama 223
東北大学大型計算機セ ンター Computer Center, Tohoku University	相原 利雄 〒980 仙台市片平2-1-1 東北大学流体科学研究 所 Tel. 0222-27-6200 Fax 022-223-2748 T. Aihara, Institute of High Speed Mechanics, Tohoku University, Katahira 2-1-1, Sendai 980
名古屋大学大型計算機セ ンター Computation Center, Nagoya University	津田 知子 〒464 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大型 計算機センター 研究開発部 Tel. 052-781-5111 T. Tsuda, Computation Center, Nagoya University, Furo-cho, Chigusa- ku, Nagoya 464
日本原子力研究所東海研 究所 Japan Atomic Energy Research Institute	秋本 肇 〒319-11 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4 日本原 子力研究所東海研究所 安全工学第2研究所 Tel. 0292-82-5275 H. Akimoto, Reactor Safety Laboratory II, Department of Reactor Safety Research, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai, Naka-gun, Ibaraki 319-11
福岡大学電子計算センタ ー Computer Center, Fukuoka University	山下 宏幸 〒814-01 福岡市城南区七隈8-19-1 福岡大学工 学部機械工学科 Tel. 092-871-6631 Fax 092-865-6031 H. Yamashita, Department of Mechanical Engineering, Faculty of En- gineering, Fukuoka University, Nanakuma 8-19-1, Jonan-ku, Fukuoka 814-01
北海道工業開発試験所 Government Industrial Development Laboratory, Hokkaido	田村 勇 〒061-01 札幌市豊平区月寒東二条17-2-1 通産省工 業技術院北海道工業開発試験所 Tel. 011-851-0151 I. Tamura, Government Industrial Development Laboratory, Hokkaido, Agency of Industrial Science and Technology, Higashi-2-jo 17-2-1, Tsukisamu, Toyohira-ku, Sapporo 061-01

機 関 名 Organization	連 絡 先 Contact Address
北海道大学大型計算機センター Computing Center, Hokkaido University	谷口 博 〒060 札幌市北区北13条西8 北海道大学工学部 機械工学科 Tel. 011-711-2111 H. Taniguchi, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University, Kita-13-jo Nishi-8, Kita-ku, Sapporo 060
山口大学情報処理センター Information Processing Center, Yamaguchi University	加藤 泰生 〒755 宇部市常盤台 山口大学工学部機械工学科 Tel. 0836-31-5100 Fax 0836-34-0624 Y. Kato, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Yamaguchi University, Tokiwadai, Ube 755
University of Oxford	B.A. Hands, Department of Engineering Science, University of Oxford, Parks Road OX1 3PJ Oxford, Great Britain Tel. 0865-59988
Ruhr-University of Bochum	W. Wagner, Ruhr-Universität Bochum, Institut für Thermo- und Fluiddynamik, P.O.Box 202148, 4630 Bochum 1, F.R.G. Tel. 0234-700-3033
National Institute of Standards and Tecnology, Boulder	V.D. Arp, Chemical Engineering Science Division, National Institute of Standards and Tecnology, Boulder, Colorado 80302, U.S.A. Tel. 303- 497-3422
National Institute of Standards and Tecnology, Gaithersberg	H.J. White, Jr., Office of Standard Reference Data, National Institute of Standards and Tecnology, Gaithersburg, Maryland 20899, U.S.A.
University of Southampton	R.G. Scurlock, Institute of Cryogenics, The University of Southampton, S09 5NH, Great Britain Tel. 0703-559122 Ex.2046
University of Strathclyde	H.C. Simpson, Mechanical Engineering Group, Department of Ther- modynamics and Fluid Mechanics, James Weir Build., University of Strathclyde, 75 Montrose Street, Glasgow G1 1XJ, Great Britain Tel. 041-552-4400
Cranfield Institute of Technology	W.B. Bald, Cranfield Institute of Technology, College of Aeronautics, Cranfield Bedford, MK43 0AL, Great Britain
Free University of Berlin	W. Kremser, ZEDAT, Freie Universität Berlin, Fabeckstrasse 32, 1000 Berlin 33, F.R.G.
South China Institute of Technology	Y.K. Tan, Chemical Engineering Research Institute, South China Institute of Technology, Guangzhou (Canton), The People's Republic of China Tel. 774433-259
Federal Institute for Materi- als Research and Testing	U. Schumidchen, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Laboratorium 4.44, Unter den Eichen 87, 1000 Berlin 45, F.R.G. Tel. 030-8104-4441 Fax 030-8112-029
University of Siegen	A. Laesecke, Fachbereich 11, Maschinentechnik, Institut für Fluid- und Thermodynamik, Universität Gesamthochschule Siegen, Paul-Bonatz- Str. 9-11, Postfach 101240, D-5900 Siegen, F.R.G. Tel. 0271-740-4674
Seoul National University	S.T. Ro, Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Seoul National University, Shinrim-dong, Kwanak-ku, Seoul 151, Korea Tel. 879-0133 Fax 887-9592
Korea Advanced Institute of Science and Technology	J.M. Hyun, Department of Mechanical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, P.O.Box 150, Cheongryang, Seoul, Korea Tel. 966-1931 Ex.3625 Fax 962-8835
The University of York	W.B. Bald, Wolfson Unit for Applied Cryobiology, The Institute for Ap- plied Biology, The University of York, York, England YO15DD., Great Britain Tel. 0904-410578 Fax 0904-415185
University of Paris-North	B.Le. Neindre, Laboratrie d'Ingénierie des Matériaux et des Hautes Pressions, Centre Universitaire Paris Nord, Avenue Jean-Baptiste Clément, 93430 Villetaneuse France Tel. 49403438

機 関 名 Organization	連 絡 先 Contact Address
University of South Carolina	R.L. Smith, Jr., Department of Chemical Engineering, University of South Carolina, Columbia, SC 29208, U.S.A. Tel. 803-777-7294 Fax 803-777-4760
Shanghai Jiao Tong University	S.T. Xi, Institute of Engineering Thermophysics and Energy, Shanghai Jiao Tong University, 1954 Hua Shan Road, Shanghai, China Tel. 310310 ETN 3529 Fax 86-21-330892
Zhejiang University	G.B. Chen, Department of Thermoscience & Engineering, Hangzhou, China Tel. 21701-2427
Korea Standars Research Institute	S.W. Kim, Temperature Laboratory, Korea Standars Research Institute, P.O.Box 3, Taedök Science Town, Taejön 305-606, Korea Tel. 042-861-7200/10 Fax 02-231-6813

付録 4 磁気テープおよびフロッピーディスクの標準記録形式

省略

付録 5 PROPATH ソースプログラムの入手法

省略

付録 6 ライブラリの作成手順および実行時のライブラリ指定方法

PROPATH をライブラリとして利用者に公開するには、物質毎のライブラリとして、計算機組織のデータセットに登録しなければならない。ただし、PROPATH 6.1 の個々の関数名はすべての物質に対して共通であるので、自動呼び出しライブラリとして登録することはできない。したがって、利用者のプログラム単位から利用者が意図する物質の PROPATH 関数を呼ぶためには、実行時にライブラリの指定を行わなければならない。これらの具体的手続きは計算機組織ごとに異なるので、ここでは富士通の汎用大型計算機 M シリーズの TSS におけるライブラリ作成の手順および実行時の物質の指定方法の例を示す。

(1) ライブラリ作成手順（計算機組織管理者の作業）

省略

(2) 実行時のライブラリ指定方法（利用者の作業）

利用者のプログラム単位が PROPATH 水 (IFC 1967) 関数を呼ぶ例

与件：

利用者のソースプログラムのデータセット名 USERID.H2OTBL.FORT77
ライブラリのデータセット名 LIB.PH2OV61.LOAD

RUN H2OTBL FORT77(FIXED) LIB('LIB.PH2OV61.LOAD')

(3) 実行形式シングルショット・プログラムの作製法（利用者の作業）

シングルショット・プログラムが PROPATH 窒素関数を呼ぶ例

与件：

シングルショット・プログラムのデータセット名	LIB.PROPATH.SSSC
ライブラリのデータセット名	LIB.PN2V61.LOAD
オブジェクト・プログラムのデータセット名	USERID.SS.OBJ(N2)
実行形式プログラムのデータセット名	USERID.SS.LOAD(N2)

```

FORT77 'LIB.SS.FORT77' OBJ(SS.OBJ(N2)) FIXED NOGO
LINK SS.OBJ(N2) LOAD(SS.LOAD(N2)) LIB('LIB.PN2V61.LOAD') FORTLIB
CALL SS(N2)

```

付録7 推奨するライブラリのデータセット名

各物質のライブラリにおけるデータセット名は、処理系と計算機組織管理者の裁量によるが、九州大学大型計算機センター（富士通FACOM M）における例を示す。

ヘリウム4	LIB.PHE4V61.LOAD
ネオン	LIB.PNEV61.LOAD
アルゴン	LIB.PARGV61.LOAD
n-水素	LIB.PH2V61.LOAD
塩素	LIB.PCL2V61.LOAD
窒素	LIB.PN2V61.LOAD
酸素	LIB.PO2V61.LOAD
空気	LIB.PAIRV61.LOAD
二酸化炭素	LIB.PCO2V61.LOAD
水(IFC 1967)	LIB.PH2OV61.LOAD
水(IAPS 1984)	LIB.PHGKV61.LOAD
重水	LIB.PD2OV61.LOAD
メタン	LIB.PCH4V61.LOAD
エチレン	LIB.PC2H4V61.LOAD
エタン	LIB.PC2H6V61.LOAD
プロピレン	LIB.PC3H6V61.LOAD
プロパン	LIB.PC3H8V61.LOAD
フロン12	LIB.PR12V61.LOAD
フロン22	LIB.PR22V61.LOAD
フロン114	LIB.PR114V61.LOAD
フロン502	LIB.PR502V61.LOAD
シングルショット・プログラム	LIB.PROPATH.SSSC

```
-- Input RETURN --
```

SS: An Application Program for PROPATH Providing Thermophysical Properties of WATER (H2O) VER.6.1							
No.		PROPATH Functions		No.		PROPATH Functions	
1		---> TSP, VPDD, VPDD, HPD, HPDD SPD, SPDD, UPD, UPDD, ALHP		9		---> TPH, XPH HPS, TPS, UPS, VPS, XPS	
2		---> TSP, ALAPP, ALMPD, ALMPDD AMUPD, AMUPDD, CPPD, CPPDD CVPPD, SIGP		11		---> XPU	
3		---> TSP, TSPD, TSPDD, TLDP, TMLP		12		---> TPV, XPV	
4		---> PST, VTD, VTDD, HTD, HTDD STD, STDD, UTD, UTDD, ALHT		13		---> HPX, SPX, UPX, VPX	
5		---> PST, ALAPT, ALMTD, ALMTDD AMUTD, AMUTDD, CPTD, CPTDD CVTDD, SIGT		14		---> XTH	
6		---> PST, PSTD, PSTDD, PLDT, PMLT		15		---> XTS	
7		---> VPT, HPT, SPT, UPT		16		--->XTU	
8		---> AKPT, AIPPT, ALMPT, AMUPT CPPT, CVPT, EPSPT, PRPT, WPT		17		--->XTV	
				18		--->HTX, STX, UTX, VTX	
				19		--->CRP, TRPL	
				99		---> Change System of Unit	
				0		---> Quit	

=====

Calculation of TSP, VPD, VPDD, HPD, HPDD
SPD, SPDD, UPD, UPDD, ALHP

P=	1.013250E+05	[Pa]	TSP=	3.731499E+02	[K]
VPD=	1.043708E-03	[m**3/kg]	VPDD=	1.673001E+00	[m**3/kg]
HPD=	4.190644E+05	[J/kg]	HPDD=	2.676009E+06	[J/kg]
SPD=	1.306870E+03	[J/(kg*K)]	SPDD=	7.355380E+03	[J/(kg*K)]
UPD=	4.189586E+05	[J/kg]	UPDD=	2.506492E+06	[J/kg]
ALHP=	2.252694E+06	[J/kg]			

```
Input P[Pa] ( P<0 : Quit ) ==> -1
```

```
=====
|      SS: An Application Program for PROPATH Providing
|      Thermophysical Properties of WATER (H2O) VER.6.1
|=====
```

No.	PROPATH Functions	No.	PROPATH Functions
1 ---->	TSP, VPD, VPDD, HPD, HPDD SPD, SPDD, UPD, UPDD, ALHP	9 ---->	TPH, XPH
2 ---->	TSP, ALAPP, ALMPD, ALMPDD AMUPD, AMUPDD, CPPD, CPPDD CVPDD, SIGP	10 ---->	HPS, TPS, UPS, VPS, XPS
3 ---->	TSP, TSPD, TSPDD, TLDP, TMLP	11 ---->	XPU
4 ---->	PST, VTD, VTDD, HTD, HTDD STD, STDD, UTD, UTDD, ALHT	12 ---->	TPV, XPV
5 ---->	PST, ALAPT, ALMTD, ALMTDD AMUTD, AMUTDD, CPTD, CPTDD CVTDD, SIGT	13 ---->	HPX, SPX, UPX, VPX
6 ---->	PST, PSTD, PSTDD, PLDT, PMLT	14 ---->	XTH
7 ---->	VPT, HPT, SPT, UPT	15 ---->	XTS
8 ---->	AKPT, AIPPT, ALMPT, AMUPT CPPT, CVPT, EPSPT, PRPT, WPT	16 ---->	XTU
		17 ---->	XTV
		18 ---->	HTX, STX, UTX, VTX
		19 ---->	CRP, TRPL
		99 ---->	Change System of Unit
		0 ---->	Quit

Input No. =====> 99

No.	Unit	(Current)
1 ---->	Pressure	[Pa]
2 ---->	Temperature	[K]
3 ---->	Energy	[J/kg]
	Entropy and Sp. Heat	[J/(kg*K)]
4 ---->	Specific Volume	[m**3/kg]
5 ---->	Thermal Conductivity	[W/(m*K)]
6 ---->	Viscosity	[Pa*s]
7 ---->	Surface Tension	[N/m]
8 ---->	Laplace Coefficient	[m]
9 ---->	Sonic Velocity	[m/s]
0 ---->	Return to the Function Menu	

Input No. =====> 1

Unit for Pressure

1 ---->	[Pa]
2 ---->	[kPa]
3 ---->	[MPa]
4 ---->	[bar]
5 ---->	[ata]
6 ---->	[atm]
7 ---->	[mmHg]
8 ---->	[lb/in**2]
9 ---->	[lb/ft**2]

Input No. =====> 3

No.	Unit	(Current)
1 ---->	Pressure	[MPa]
2 ---->	Temperature	[K]
3 ---->	Energy	[J/kg]
	Entropy and Sp. Heat	[J/(kg*K)]
4 ---->	Specific Volume	[m**3/kg]
5 ---->	Thermal Conductivity	[W/(m*K)]
6 ---->	Viscosity	[Pa*s]
7 ---->	Surface Tension	[N/m]
8 ---->	Laplace Coefficient	[m]
9 ---->	Sonic Velocity	[m/s]
0 ---->	Return to the Function Menu	

Input No. =====> 2

Unit for Temperature

1 ---->	[K]
2 ---->	[C]
3 ---->	[F]
4 ---->	[R]

Input No. =====> 2

```

=====
No.      Unit      (Current)
=====
1 ---> Pressure      [MPa]
2 ---> Temperature    [C]
3 ---> Energy          [J/kg]
      Entropy and Sp. Heat [J/(kg*K)]
4 ---> Specific Volume [m**3/kg]
5 ---> Thermal Conductivity [W/(m*K)]
6 ---> Viscosity       [Pa*s]
7 ---> Surface Tension [N/m]
8 ---> Laplace Coefficient [m]
9 ---> Sonic Velocity  [m/s]
0 ---> Return to the Function Menu
=====
Input No. ==> 0
=====
|      SS: An Application Program for PROPATH Providing
|      Thermophysical Properties of WATER (H2O) VER.6.1
|=====
| No.      PROPATH Functions      | No.      PROPATH Functions
|=====
| 1 ---> TSP, VPD, VPDD, HPD, HPDD | 9 ---> TPH, XPH
|      SPD, SPDD, UPD, UPDD, ALHP | 10 ---> HPS, TPS, UPS, VPS, XPS
| 2 ---> TSP, ALAPP, ALMPD, ALMPDD | 11 ---> XPU
|      AMUPD, AMUPDD, CPPD, CPPDD | 12 ---> TPV, XPV
|      CVPDD, SIGP                | 13 ---> HPX, SPX, UPX, VPX
| 3 ---> TSP, TSPD, TSPDD, TLDP, TMLP | 14 ---> XTH
| 4 ---> PST, VTD, VTDD, HTD, HTDD | 15 ---> XTS
|      STD, STDD, UTD, UTDD, ALHT | 16 --->XTU
| 5 ---> PST, ALAPT, ALMTD, ALMTDD | 17 --->XTV
|      AMUTD, AMUTDD, CPTD, CPTDD | 18 ---> HTX, STX, UTX, VTX
|      CVTDD, SIGT                | 19 ---> CRP, TRPL
| 6 ---> PST, PSTD, PSTDD, PLDT, PMLT |
| 7 ---> VPT, HPT, SPT, UPT          |
| 8 ---> AKPT, AIPPT, ALMPT, AMUPT   | 99 ---> Change System of Unit
|      CPPT, CVPT, EPSPT, PRPT, WPT | 0 ---> Quit
|=====
Input No. ==> 7
=====
Calculation of VPT, HPT, SPT, UPT
=====
Input P[MPa] and T[C] ( P<0 : Quit) ==> 20.0,450.0
      P= 2.000000E+01 [MPa]      T= 4.500000E+02 [C]
      V= 1.270676E-02 [m**3/kg]  H= 3.064273E+06 [J/kg]
      S= 5.908902E+03 [J/(kg*K)] U= 2.810137E+06 [J/kg]

Input P[MPa] and T[C] ( P<0 : Quit) ==> -1,0
=====
|      SS: An Application Program for PROPATH Providing
|      Thermophysical Properties of WATER (H2O) VER.6.1
|=====
| No.      PROPATH Functions      | No.      PROPATH Functions
|=====
| 1 ---> TSP, VPD, VPDD, HPD, HPDD | 9 ---> TPH, XPH
|      SPD, SPDD, UPD, UPDD, ALHP | 10 ---> HPS, TPS, UPS, VPS, XPS
| 2 ---> TSP, ALAPP, ALMPD, ALMPDD | 11 ---> XPU
|      AMUPD, AMUPDD, CPPD, CPPDD | 12 ---> TPV, XPV
|      CVPDD, SIGP                | 13 ---> HPX, SPX, UPX, VPX
| 3 ---> TSP, TSPD, TSPDD, TLDP, TMLP | 14 ---> XTH
| 4 ---> PST, VTD, VTDD, HTD, HTDD | 15 ---> XTS
|      STD, STDD, UTD, UTDD, ALHT | 16 --->XTU
| 5 ---> PST, ALAPT, ALMTD, ALMTDD | 17 --->XTV
|      AMUTD, AMUTDD, CPTD, CPTDD | 18 ---> HTX, STX, UTX, VTX
|      CVTDD, SIGT                | 19 ---> CRP, TRPL
| 6 ---> PST, PSTD, PSTDD, PLDT, PMLT |
| 7 ---> VPT, HPT, SPT, UPT          |
| 8 ---> AKPT, AIPPT, ALMPT, AMUPT   | 99 ---> Change System of Unit
|      CPPT, CVPT, EPSPT, PRPT, WPT | 0 ---> Quit
|=====
Input No. ==> 19
=====
Calculation of CRP, TRPL
=====
Input 'A' (H,P,S,T,V) ( Q: Quit ) ==> T

```

CRP('T')= 3.741500E+02 [C]
TRPL('T')= 1.000977E-02 [C]

Input 'A' (H,P,S,T,V) (Q: Quit) ==> P

CRP('P')= 2.212000E+01 [MPa]
TRPL('P')= 6.112000E-04 [MPa]

Input 'A' (H,P,S,T,V) (Q: Quit) ==> Q

=====		=====	
SS: An Application Program for PROPATH Providing			
Thermophysical Properties of WATER (H2O) VER.6.1			
=====		=====	
No.	PROPATH Functions	No.	PROPATH Functions
=====			
1 --->	TSP, VPD, VPDD, HPD, HPDD	9 --->	TPH, XPH
	SPD, SPDD, UPD, UPDD, ALHP	10 --->	HPS, TPS, UPS, VPS, XPS
2 --->	TSP, ALAPP, ALMPD, ALMPDD	11 --->	XPU
	AMUPD, AMUPDD, CPPD, CPPDD	12 --->	TPV, XPV
	CVPDD, SIGP	13 --->	HPX, SPX, UPX, VPX
3 --->	TSP, TSPD, TSPDD, TLDP, TMLP	14 --->	XTH
4 --->	PST, VTD, VTDD, HTD, HTDD	15 --->	XTS
	STD, STDD, UTD, UTDD, ALHT	16 --->	XTU
5 --->	PST, ALAPT, ALMTD, ALMTDD	17 --->	XTV
	AMUTD, AMUTDD, CPTD, CPTDD	18 --->	HTX, STX, UTX, VTX
	CVTDD, SIGT	19 --->	CRP, TRPL
6 --->	PST, PSTD, PSTDD, PLDT, PMLT		
7 --->	VPT, HPT, SPT, UPT		
8 --->	AKPT, AIPPT, ALMPT, AMUPT	99 --->	Change System of Unit
	CPPT, CVPT, EPSPT, PRPT, WPT	0 --->	Quit
=====		=====	

Input No. ==> 0

***** See You Again ! *****