1 変数代数的局所コホモロジー類用パッケージ taji_alc

1 変数代数的局所コホモロジー類用パッケージ taji_alc
1.0 版
2007 年 11 月

庄司卓夢, 田島慎一

Copyright © Takumu Shoji, Shinichi Tajima. 2007. All rights reserved. Licensed by GPL.

1 1 変数代数的局所コホモロジー類

1.1 1 変数代数的局所コホモロジー類用のパッケージ taji_alc について

この説明書では 1 変数代数的局所コホモロジー類用のパッケージ taji_alc について説明する. 数学的解説や背景については, 解説記事 "1 変数代数的局所コホモロジー類用に対する Risa/Asir 用パッケージ taji_alc" (Risa/Asir Journal (2007)) およびその参考文献を参照.

1.2 1 変数代数的局所コホモロジー類用の関数

本セクションの関数を呼び出すには,

```
import("taji_alc.rr")$
```

を実行してプログラムをロードする.

1.2.1 taji_alc.cpfd

`taji_alc.cpfd(`*num*`,`*den*`)`
:: 有理関数 num/den の部分分数分解を求める.

return *switch* が 0 か 1 ならば, [[[分子,[分母の因子, 重複度]],...],...] なるリスト.
switch が 10 か 11 ならば, [[分子,[分母の因子, 重複度]],...] なるリスト.

num (有理関数の分子の) 多項式

den (有理関数の分母の) 多項式
または (有理関数の分母を Q 上で既約分解した) [[因子, 重複度],...] なるリスト

switch オプション指定
case 0 : complete な部分分数分解を返す. (分子は有理数係数多項式)
case 1 : complete な部分分数分解を返す. (分子は整数係数化リスト)
case 10 : 分母を冪展開しない部分分数分解を返す. (分子は有理数係数多項式)
case 11 : 分母を冪展開しない部分分数分解を返す. (分子は整数係数化リスト)
default : case 0

- taji_alc.cpfd() は, proper な有理関数を対象とする. 入力値が proper でない場合でも正常に動作するが, 多項式として出てくる部分は表示しない.
- 部分分数分解は, 冪展開をする complete なタイプと, 冪展開をしないタイプの 2 つのタイプがある. taji_alc.cpfd() で採用しているアルゴリズムでは, 前者が先に求まる. 後者は, 前者のデータをホーナー法で足し上げて求める.
- *den* は, リストでの入力が望ましい. (多項式で入力すると, 簡約化の処理が生じるため重くなる.) ただしその場合には, 既約チェック, 有理式の約分, 整数係数化は行わないので注意する. 入力値はユーザ側が責任をもつ.

```
[235] taji_alc.cpfd(x^3-x-1,x^4+2*x^3+2*x^2+2*x+1);
[[[1/2*x-1,[x^2+1,1]]],[[-1/2,[x+1,2]],[1/2,[x+1,1]]]]
[236] taji_alc.cpfd(x^3-x-1,x^4+2*x^3+2*x^2+2*x+1|switch=1);
[[[[x-2,2],[x^2+1,1]]],[[[-1,2],[x+1,2]],[[1,2],[x+1,1]]]]
[237] taji_alc.cpfd(x^3-x-1,x^4+2*x^3+2*x^2+2*x+1|switch=10);
[[1/2*x-1,[x^2+1,1]],[1/2*x,[x+1,2]]]
[238] taji_alc.cpfd(x^3-x-1,x^4+2*x^3+2*x^2+2*x+1|switch=11);
[[[x-2,2],[x^2+1,1]],[[x,2],[x+1,2]]]
```

参照

ChangeLog

1.2.2 taji_alc.snoether

taji_alc.snoether(*num*,*den*)
:: 有理関数 num/den が定める代数的局所コホモロジー類のネーター作用素を求める.

return [[因子, ネーター作用素],...] なるリスト.
ネーター作用素は, 係数を高階の部分から降順に並べたリスト

num (有理関数の分子の) 多項式

den (有理関数の分母の) 多項式
または (有理関数の分母を Q 上で既約分解した) [[因子, 重複度],...] なるリスト.

switch オプション指定
case 0 : ネーター作用素を [有理数係数多項式,...] なるリストで返す.
case 1 : ネーター作用素を [整数係数化リスト,...] なるリストで返す.
case 10 : ネーター作用素を [[整数係数多項式,...], 整数] なるリストで返す.
case 20 : ネーター作用素を [[整数係数化リスト,...], 整数] なるリストで返す.
default : case 0

- taji_alc.snoether() は, *den* を Q 上で既約分解し, 各因子に対応するネーター作用素を返す.
- *den* は, リストでの入力が望ましい. (多項式で入力すると, 簡約化の処理が生じるため重くなる.) ただしその場合には, 既約チェック, 有理式の約分, 整数係数化は行わないので注意する. 入力値はユーザ側が責任をもつ.
- 戻り値の型は *switch* で選択できる.
  case 10 は, ネーター作用素の各係数全体を通分し, その分母部分と階乗の積をリストで分けた表現である. わかりやすいが, 通分値と係数部分とで約分できる部分がある (特に高階の部分に多い) ので, 冗長性をもっている.
  case 20 は, 階乗の部分で全体をくくり (リストで分け), ネーター作用素の各係数を個別に通分しリスト化する. 階乗の部分と係数部分とで約分できる部分がある (特に低階の部分に多い) ので, 冗長と言えなくもない (case 10 よりはまし) が, 数学的な構造が綺麗に見える表現である.

```
[296] taji_alc.snoether(1,[[x^3-x-1,3]]);
[[x^3-x-1,[9/529*x^2-27/1058*x+11/1058,-81/529*x^2-9/529*x+135/529,-49
05/12167*x^2+4563/12167*x+3270/12167]]]
[299] taji_alc.snoether(1,[[x^3-x-1,3]]|switch=1);
[[x^3-x-1,[[18*x^2-27*x+11,1058],[-81*x^2-9*x+135,529],[-4905*x^2+4563
*x+3270,12167]]]]
[297] taji_alc.snoether(1,[[x^3-x-1,3]]|switch=10);
[[x^3-x-1,[[414*x^2-621*x+253,-3726*x^2-414*x+6210,-9810*x^2+9126*x+65
40],24334]]]
[298] taji_alc.snoether(1,[[x^3-x-1,3]]|switch=20);
[[x^3-x-1,[[[18*x^2-27*x+11,529],[-162*x^2-18*x+270,529],[-9810*x^2+91
26*x+6540,12167]],2]]]

[241] taji_alc.snoether(x^3+1,x^18-2*x^14+x^10-x^8+2*x^4-1|switch=10);
```

```
[[x^4+x^3+x^2+x+1,[[-2*x^2-x-2],50]],[x^4-x^3+x^2-x+1,[[-2*x^3+4*x^2-x
-2],50]],[x^2+1,[[-x+1,8*x+5],32]],[x+1,[[-6,-39],320]],[x-1,[[2,-24,6
7],320]]]
```

参照

ChangeLog

1.2.3 taji_alc.laurent_expansion

taji_alc.laurent_expansion(*num*,*den*)
:: 有理関数 num/den の極におけるローラン展開の主要部の係数を求める.

return [[因子, ローラン展開の係数],...] なるリスト.
ローラン展開の係数は, 高位の係数から順に並べたリスト.

num (有理関数の分子の) 多項式

den (有理関数の分母の) 多項式
または (有理関数の分母を Q 上で既約分解した) [[因子, 重複度],...] なるリスト

switch オプション指定
case 0 : ローラン展開の係数を [有理数係数多項式,...] なるリストで返す.
case 1 : ローラン展開の係数を [整数係数化リスト,...] なるリストで返す.
case 10 : ローラン展開の係数を [[整数係数多項式,...], 整数] なるリストで返す.
case 20 : ローラン展開の係数を [[整数係数化リスト,...], 整数] なるリストで返す.
default : case 0

- taji_alc.laurent_expansion() は, taji_alc.snoether() を使って, ローラン展開の係数を求める.
- taji_alc.laurent_expansion() では, C 上の 1 点に注目するのではなく, Q 上での既約因子自体に注目してローラン展開の係数を求める. 戻り値の係数リストの各成分は, その因子の全ての零点が共通に満たすローラン展開の係数多項式である. 従って, 1 点ごとのローラン展開の係数をさらに求めたい場合には, 求めたローラン展開の係数多項式に因子の零点 (即ち特異点) の値を代入する必要がある.

```
[354] taji_alc.laurent_expansion(x,(x-1)^3);
[[x-1,[1,1,0]]]
[356] taji_alc.laurent_expansion(x^5+x^4+x^3+x^2+x+1,(x^4+1)^3);
[[x^4+1,[1/64*x^2+1/64*x,1/16*x^3+1/16*x^2-3/128*x-5/128,-5/128*x^3-1/
8*x^2-3/16*x]]]
```

参照 Section 1.2.2 [taji_alc.snoether], page 3

ChangeLog

1.2.4 taji_alc.residue

taji_alc.residue(*num*,*den*)
:: 有理関数 num/den の極における留数を求める.

return [[因子, 留数],...] なるリスト

num (有理関数の分子の) 多項式

den (有理関数の分母の) 多項式
または (有理関数の分母を Q 上で既約分解した) [[因子, 重複度],...] なるリスト

switch オプション指定
case 0 : 留数を有理数係数多項式で返す.
case 1 : 留数を整数係数化リストで返す.
default : case 0

pole オプション指定
[因子,...] なるオプションリスト

- taji_alc.residue() は, den を Q 上で既約分解し, 各因子の零点 (即ち有理関数の極) における留数を返す.
- オプションで $pole$ を指定すればその因子のみの留数を返す. 指定が不適当だと 0 を返す.
- taji_alc.residue() で採用しているアルゴリズムでは, C 上の 1 点に注目するのではなく, Q 上での既約因子自体に注目して留数を求める. 戻り値の留数は, その因子の全ての零点が共通に満たす留数多項式である. 従って, 1 点ごとの留数値をさらに求めたい場合には, 求めた留数多項式に因子の零点 (即ち特異点) の値を代入する必要がある.

```
[219] taji_alc.residue(1,x^4+1);
[[x^4+1,-1/4*x]]
```

この例で言うと, 求めた留数多項式-1/4*x に, x^4+1 の (4 つある) 零点をそれぞれ代入したものが個別の留数値である.

- den は, リストでの入力が望ましい. (多項式で入力すると, 簡約化の処理が生じるため重くなる.) ただしその場合には, 既約チェック, 有理式の約分, 整数係数化は行わないので注意する. 入力値はユーザ側が責任をもつ.

```
[221] taji_alc.residue(x^8,[[x^3-x-1,3]]);
[[x^3-x-1,-2243/12167*x^2+2801/12167*x+5551/12167]]
[222] taji_alc.residue(x^2+x,[[x+1,3],[x-1,3],[x^2+3*x-1,2]]);
[[x^2+3*x-1,-284/4563*x-311/1521],[x-1,89/432],[x+1,7/432]]
[223] taji_alc.residue(x^2+x,[[x+1,3],[x-1,3],[x^2+3*x-1,2]]|switch=1)
;
[[x^2+3*x-1,[-284*x-933,4563]],[x-1,[89,432]],[x+1,[7,432]]]
[234] taji_alc.residue(x^2+x,[[x+1,3],[x-1,3],[x^2+3*x-1,2]]|switch=1,
pole=[x+1]);
[[x+1,[7,432]]]
[225] taji_alc.residue(x^3+1,x^18-2*x^14+x^10-x^8+2*x^4-1);
[[x^4+x^3+x^2+x+1,-1/25*x^2-1/50*x-1/25],[x^4-x^3+x^2-x+1,-1/25*x^3+2/
25*x^2-1/50*x-1/25],[x^2+1,1/4*x+5/32],[x+1,-39/320],[x-1,67/320]]
```

参照

ChangeLog

1.2.5 taji_alc.invpow

`taji_alc.invpow(`*poly*`,`*f*`,`*m*`)`
:: 剰余体 Q[x]/<*f*>上での *poly* の逆元の *m* 乗を求める.

return 逆冪

poly 多項式

f Q 上で既約な多項式

m 自然数

switch オプション指定
case 0 : 逆冪を有理数係数多項式で返す.
case 1 : 逆冪を整数係数化リストで返す.
default : case 0

- *poly* と *f* は互いに素でなければならない.
- アルゴリズムの骨格は繰り返し 2 乗法である. そこに最小多項式の理論を応用して高速化している.

```
[236] taji_alc.invpow(3*x^2-1,x^3-x-1,1);
-6/23*x^2+9/23*x+4/23
[237] taji_alc.invpow(3*x^2-1,x^3-x-1,1|switch=1);
[-6*x^2+9*x+4,23]
[238] taji_alc.invpow(3*x^2-1,x^3-x-1,30|switch=1);
[1857324483*x^2-2100154824*x-477264412,266635235464391245607]
```

参照

ChangeLog

1.2.6 taji_alc.rem_formula

taji_alc.rem_formula(*polylist*)
:: 多項式 f(x) を与えたときの剰余公式を求める.

return *switch* および 説明文を参照

polylist f(x) を Q 上で既約分解した [[因子, 重複度, 零点の記号],...] なるリスト

switch オプション指定

case 0 : x の冪で整理し, リストで返す.

case 10 : f(x) の冪で整理し, リストで返す. (一因子の場合のみ対応)

case 20 : x の冪で整理し, symbolic な表現で返す.

default : case 0

- アルゴリズムは, エルミートの補間剰余を用いている.
- 剰余公式の表現方法はいくつか考えられるため, *switch* で選択式とした.
- *switch*=0 の戻り値の見方を述べる. 例として, f(x)=f1(x)^m1*f2(x)^m2 を考える. 入力は [[f1(x),m1,z1],[f2(x),m2,z2]] となる. そのとき戻り値は,

  [r_f1(x,z1),r_f2(x,z2)]

  なるリストで返される. これは, 剰余公式が

  $r(x) = r_{f1}(x, z1) + r_{f2}(x, z2)$

  なる形で与えられることを意味している. 各成分の r_fi(x,zi) は,

  [p^(mi-1)(zi) の係数となる x と zi の多項式,...,p^(0)(zi) の係数となる x と zi の多項式]

  なるリストである.
- *switch*=10 の戻り値の見方を述べる. 例として, f(x)=f1(x)^m を考える. 入力は [[f1(x),m,z]] となる. そのとき戻り値は,

  [r_(m-1)(x,z),...,r_0(x,z)]

  なるリストで返される. 各成分は, 剰余公式を

  $r(x) = r_{m-1}(x, z)f_1(x)^{m-1} + \cdots + r_0(x, z)$

  のように f1(x) の冪で展開したときの各係数を意味している. 各成分の r_i(x,z) は,

  [p^(m-1)(z) の係数となる x と z の多項式,...,p^(0)(z) の係数となる x と z の多項式]

  なるリストである.
- *switch*=20 の戻り値の見方を述べる. symbolic な出力の p^(m)(z) は, p(x) の m 階の導関数に z を代入した値という意味である.
- 戻り値は, 与えた因子の全ての零点を代入したものの和として見る. これは因子が 2 次以上の多項式の場合に関係してくる. 例えば,

```
[228] taji_alc.rem_formula([[x^2+1,1,z]]);
[[-1/2*z*x+1/2]]
```

  の正しい見方は, x^2+1 の零点を a1,a2 とおいたときに, z に a1 と a2 を代入した,

  r(x)=(-1/2*a1*x+1/2)+(-1/2*a2*x+1/2) である. しかし出力では, 零点の和の部分を便宜上省略して返す.

```
[583] taji_alc.rem_formula([[x-1,1,z1],[x-2,1,z2]]);
[[-x+2],[x-1]]
[584] taji_alc.rem_formula([[x-1,1,z1],[x-2,1,z2]]|switch=20);
(-p^(0)(z1)+p^(0)(z2))*x+2*p^(0)(z1)-p^(0)(z2)

[587] taji_alc.rem_formula([[x-1,2,z1]]);
[[x-1,1]]
[588] taji_alc.rem_formula([[x-1,2,z1]]|switch=20);
p^(1)(z1)*x-p^(1)(z1)+p^(0)(z1)

[494] taji_alc.rem_formula([[x-1,3,z1]]|switch=20);
1/2*p^(2)(z1)*x^2+(-p^(2)(z1)+p^(1)(z1))*x+1/2*p^(2)(z1)-p^(1)(z1)+p^(
0)(z1)

[229] taji_alc.rem_formula([[x+1,2,z1],[x^3-x-1,1,z2]]);
[[-x^4-x^3+x^2+2*x+1,-2*x^4-3*x^3+2*x^2+5*x+3],[(-1/23*z2^2-10/23*z2+1
6/23)*x^4+(-12/23*z2^2-5/23*z2+31/23)*x^3+(-5/23*z2^2+19/23*z2-12/23)*
x^2+(22/23*z2^2+13/23*z2-53/23)*x+16/23*z2^2-1/23*z2-26/23]]
[230] taji_alc.rem_formula([[x+1,2,z1],[x^3-x-1,1,z2]]|switch=20);
(-1/23*p^(0)(z2)*z2^2-10/23*p^(0)(z2)*z2-2*p^(0)(z1)+16/23*p^(0)(z2)-p
^(1)(z1))*x^4+(-12/23*p^(0)(z2)*z2^2-5/23*p^(0)(z2)*z2-3*p^(0)(z1)+31/
23*p^(0)(z2)-p^(1)(z1))*x^3+(-5/23*p^(0)(z2)*z2^2+19/23*p^(0)(z2)*z2+2
*p^(0)(z1)-12/23*p^(0)(z2)+p^(1)(z1))*x^2+(22/23*p^(0)(z2)*z2^2+13/23*
p^(0)(z2)*z2+5*p^(0)(z1)-53/23*p^(0)(z2)+2*p^(1)(z1))*x+16/23*p^(0)(z2
)*z2^2-1/23*p^(0)(z2)*z2+3*p^(0)(z1)-26/23*p^(0)(z2)+p^(1)(z1)

[231] taji_alc.rem_formula([[x^3-x-1,2,z]]|switch=10);
[[[(3/23*z^2-4/23)*x^2+(-1/23*z+3/23)*x-4/23*z^2+3/23*z+4/23,(162/529*
z^2-174/529*z-108/529)*x^2+(-105/529*z^2+54/529*z+70/529)*x-108/529*z^
2+116/529*z+72/529],[(-6/23*z^2+9/23*z+4/23)*x^2+(9/23*z^2-2/23*z-6/23
)*x+4/23*z^2-6/23*z+5/23]]]
```

参照

ChangeLog

1.2.7 taji_alc.solve_ode_cp

taji_alc.solve_ode_cp(*poly*,*var*,*exppoly*)

:: 有理数係数の線形常微分方程式のコーシー問題
$Pu(z) = f(z)$, $u^{(0)}(0) = c_0, \ldots, u^{(n-1)}(0) = c_{n-1}$
の解を求める.
ただし, P は n 階の有理数係数の線形常微分作用素, f(z) は指数多項式とする.

return 2 通りの表現がある.
・表現 1 (コーシーデータで整理した形)
コーシー問題の一般解 u(z) は,
$u(z) = c_0u_0(z) + \cdots + c_{n-1}u_{n-1}(z) + v(z)$
なる線形結合の形で与えられる. $u_0(z), \ldots, u_{n-1}(z)$ をコーシー問題の基本解, $v(z)$ をコーシー問題の特殊解といい,
[u_0(z),...,u_(n-1)(z),v(z)]
なるリストで返す. 基本解と特殊解は, 指数多項式リストである.
・表現 2 (指数関数で整理した形)
data にコーシーデータを与えると, コーシー問題の一般解 u(z) の $c_0, \ldots, c_{n-1}$ のところにデータを代入し, それを指数関数で整理し直した指数多項式リストを返す.

poly 多項式 (P の特性多項式)
または (P の特性多項式を Q 上で既約分解した) [[因子, 重複度],...] なるリスト

var 不定元 (関数の独立変数)

exppoly 斉次形のとき 0, 非斉次形のとき f(z) の指数多項式リスト.

switch オプション指定
case 0 : 指数多項式リストの 2 番目の成分を有理数係数多項式で返す.
case 1 : 指数多項式リストの 2 番目の成分を整数係数化リストで返す.
default : case 0

data オプション指定
コーシーデータを [c_0,...,c_(n-1)] の順に並べたリスト.

- 解法はエルミートの方法 (留数計算に帰着させる方法) を採用している.
- 変数は 2 種類必要 (特性多項式の変数と関数の独立変数). *poly* の不定元と *var* の不定元が衝突しないよう注意.
- 戻り値の特殊解 $v(z)$ は, コーシー条件 $v(0) = 0, \ldots, v^{(n-1)}(0) = 0$ を満たすコーシー問題の特殊解である.

```
[287] taji_alc.solve_ode_cp(x*(x-3)^2,z,0);
[[[x-3,0],[x,1]],[[x-3,-z+2/3],[x,-2/3]],[[x-3,1/3*z-1/9],[x,1/9]]]

[289] taji_alc.solve_ode_cp((x^3-x-1)^2,z,0|switch=1);
[[[x^3-x-1,[(92*z+200)*x^2+(-69*z-254)*x-92*z+43,529]]],[[x^3-x-1,[(92
*z+420)*x^2+(-46*z-216)*x-161*z-280,529]]],[[x^3-x-1,[(-69*z-195)*x^2+
```

```
(23*z+327)*x+23*z+130,529]]],[[x^3-x-1,[(-161*z-270)*x^2+(69*z+290)*x+
184*z+180,529]]],[[x^3-x-1,[-105*x^2+(-23*z+54)*x+69*z+70,529]]],[[x^3
-x-1,[(69*z+162)*x^2-174*x-92*z-108,529]]]]

[277] taji_alc.solve_ode_cp(x^2-4,z,0);
[[[x+2,1/2],[x-2,1/2]],[[x+2,-1/4],[x-2,1/4]]]
[278] taji_alc.solve_ode_cp(x^2-4,z,0|data=[1,-1]);
[[x+2,3/4],[x-2,1/4]]
[279] taji_alc.solve_ode_cp(x^2-4,z,0|data=[c0,c1]);
[[x+2,1/2*c0-1/4*c1],[x-2,1/2*c0+1/4*c1]]
```

参照

ChangeLog

1.2.8 taji_alc.solve_ode_cp_ps

`taji_alc.solve_ode_cp_ps(`*poly*`,`*var*`,`*exppoly*`)`
:: 有理数係数の線形常微分方程式のコーシー問題
$Pu(z) = f(z)$, $u^{(0)}(0) = c_0, \ldots, u^{(n-1)}(0) = c_{n-1}$
の特殊解を求める.
ただし, 非斉次形のみを対象としているので, $f(z) \neq 0$ とする.

return 指数多項式リスト

poly 多項式 (P の特性多項式)
または (P の特性多項式を Q 上で既約分解した) [[因子, 重複度],...] なるリスト

var 不定元 (関数の独立変数)

exppoly f(z) の指数多項式リスト

switch オプション指定
case 0 : 指数多項式リストの 2 番目の成分を有理数係数多項式で返す.
case 1 : 指数多項式リストの 2 番目の成分を整数係数化リストで返す.
default : case 0

switch2 オプション指定
case 0 : コーシー問題の特殊解を返す.
case 1 : 簡単な形の特殊解を返す.
default : case 0

- 変数は 2 種類必要 (特性多項式の変数と関数の独立変数). *poly* の不定元と *var* の不定元が衝突しないよう注意.

```
[345] taji_alc.solve_ode_cp_ps((x-2)*(x+3),z,[[x-1,1]]);
[[x+3,1/20],[x-1,-1/4],[x-2,1/5]]
[346] taji_alc.solve_ode_cp_ps((x-2)*(x+3),z,[[x-1,1]]|switch2=1);
[[x-1,-1/4]]
[347] taji_alc.solve_ode_cp_ps((x-2)*(x+3),z,[[x-2,1]]);
[[x+3,1/25],[x-2,1/5*z-1/25]]
[348] taji_alc.solve_ode_cp_ps((x-2)*(x+3),z,[[x-2,1]]|switch2=1);
[[x-2,1/5*z-1/25]]
[349] taji_alc.solve_ode_cp_ps((x-2)*(x+3),z,[[x+1,1],[x-2,1]]|switch2
=1);
[[x+1,-1/6],[x-2,1/5*z+2/75]]

[350] taji_alc.solve_ode_cp_ps((x^3-x-1)*(x-3)^2,z,[[x-3,2],[x-1,3*z^2
+1]]);
[[x-1,[-6*z^2-36*z-119,8]],[x^3-x-1,[42291*x^2+55504*x+32313,12167]],[
x-3,[4232*z^2-4278*z-4295,97336]]]
```

参照

ChangeLog

1.2.9 taji_alc.fbt

taji_alc.fbt(*num*,*den*,*var*)
:: 有理関数 num/den が定める代数的局所コホモロジー類のフーリエ・ボレル変換を行う.

return [指数多項式リスト,...] なるリスト

num (有理関数の分子の) 多項式

den (有理関数の分母の) 多項式
または (有理関数の分母を Q 上で既約分解した) [[因子, 重複度],...] なるリスト

var 不定元 (像の独立変数)

switch オプション指定
case 0 : 指数多項式リストの 2 番目の成分を有理数係数多項式で返す.
case 1 : 指数多項式リストの 2 番目の成分を整数係数化リストで返す.
default : case 0

- 変数は 2 種類必要 (代数的局所コホモロジー類の変数と像の独立変数). num/den の不定元と *var* の不定元が衝突しないよう注意.
- taji_alc.fbt() は, Res(Rat*exp(z*x)) なる形の有理形関数の留数を求める. この有理形関数の留数は指数多項式となるため, 指数多項式リストで返す.
- 内部のアルゴリズムは taji_alc.residue() とほぼ同じであり, 実際に taji_alc.residue() を呼び出して計算を行っている.

```
[235] taji_alc.fbt(1,(x^3-x-1)^3,z);
[[x^3-x-1,(9/529*z^2-81/529*z-4905/12167)*x^2+(-27/1058*z^2-9/529*z+45
63/12167)*x+11/1058*z^2+135/529*z+3270/12167]]
```

参照 Section 1.2.4 [taji_alc.residue], page 6

ChangeLog

1.2.10 taji_alc.invfbt

taji_alc.invfbt(*exppoly*,*var*)
:: 指数多項式の逆フーリエ・ボレル変換を行う.

return 有理関数

exppoly 指数多項式リスト

var 不定元 (指数多項式の独立変数)

switch オプション指定
case 0 : 有理関数で返す.
case 1 : 有理関数を [分子, 分母を Q 上で既約分解したリスト] なるリストで返す.
default : case 0

- 変数は 2 種類必要 (代数的数の最小多項式の変数と指数多項式の独立変数). 衝突しないよう注意.
- taji_alc.invfbt() は, exppoly を, Res(Rat*exp(z*x)) なる形の留数表示に変換し, Rat 部分を返す.
- taji_alc.fbt() の逆演算である.

```
[8] taji_alc.invfbt([[x^3-x-1,2*x^2*z^2+x*z+1],[x^2+1,z*x+z^2]],z|swit
ch=1);
[3*x^14+14*x^12+39*x^11+33*x^10+179*x^9+206*x^8+350*x^7+223*x^6+126*x^
5+176*x^4+107*x^3+101*x^2+15*x-4,[[x^2+1,3],[x^3-x-1,3]]]

[9] taji_alc.fbt(3*x^14+14*x^12+39*x^11+33*x^10+179*x^9+206*x^8+350*x^
7+223*x^6+126*x^5+176*x^4+107*x^3+101*x^2+15*x-4,[[x^2+1,3],[x^3-x-1,3
]],z);
[[x^3-x-1,2*z^2*x^2+z*x+1],[x^2+1,z*x+z^2]]
```

参照 Section 1.2.9 [taji_alc.fbt], page 14

ChangeLog

Index

(Index is nonexistent)

(Index is nonexistent)

Short Contents

1 1 変数代数的局所コホモロジー類 1
Index 16

Table of Contents

1 1 変数代数的局所コホモロジー類 1

1.1 1 変数代数的局所コホモロジー類用のパッケージ taji_alc について 1

1.2 1 変数代数的局所コホモロジー類用の関数 1

1.2.1 `taji_alc.cpfd` 1

1.2.2 `taji_alc.snoether` 3

1.2.3 `taji_alc.laurent_expansion` 5

1.2.4 `taji_alc.residue` 6

1.2.5 `taji_alc.invpow` 8

1.2.6 `taji_alc.rem_formula` 9

1.2.7 `taji_alc.solve_ode_cp` 11

1.2.8 `taji_alc.solve_ode_cp_ps` 13

1.2.9 `taji_alc.fbt` 14

1.2.10 `taji_alc.invfbt` 15

Index 16