

# Maple 13 における記号処理能力の強化

Maple 13 では以下の分野における記号処理能力が強化されました。

## int の新しい使い方

- リストまたは式列を使用して int を一度呼び出すことで、複数の定積分を計算することができます。リストと式列は通常同一に取り扱われますが、不定積分の場合、変数を他の積分オプションと混乱しないようにするにはリストの方が安全です。

$$\begin{aligned} > \text{int}(x+y, [x=0..1, y=0..1]); \\ & 1 \qquad (1.1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} > \text{int}(x+y, x=0..1, y=0..1); \\ & 1 \qquad (1.2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} > \text{int}((x,y) \rightarrow x+y, [0..1, 0..1]); \\ & 1 \qquad (1.3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} > \text{int}((x,y) \rightarrow x+y, 0..1, 0..1); \\ & 1 \qquad (1.4) \end{aligned}$$

- 複数の不定積分も、diff に同様の表記を用いて計算することができます。

$$\begin{aligned} > \text{diff}(\text{int}(x+y, x, y), x, y); \\ & x+y \qquad (1.5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} > \text{int}(x+y, [x,y]); \\ & \frac{1}{2} x^2 y + \frac{1}{2} y^2 x \qquad (1.6) \end{aligned}$$

- method オプションを使用して、内部積分ルーチンの選択が可能です。使用可能な方法の詳細については、[int.methods](#) を参照してください。

$$\begin{aligned} > \text{int}(1/\sqrt{(1-t^2)*(1-2*t^2)}, t=0..1, \text{method}=FTOC); \\ & \text{EllipticK}(\sqrt{2}) \qquad (1.7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} > \text{int}(1/\sqrt{(1-t^2)*(1-2*t^2)}, t=0..1, \text{method}=Elliptic); \\ & -\frac{1}{2} I\sqrt{2} \text{EllipticK}\left(\frac{1}{2}\sqrt{2}\right) + \frac{1}{2}\sqrt{2} \text{EllipticK}\left(\frac{1}{2}\sqrt{2}\right) \qquad (1.8) \end{aligned}$$

- ある方法を使用しても結果が返されない場合、指定した method オプションと共に未評価の int の呼び出しが返されます。

$$\begin{aligned} > \text{int}(1/\sqrt{(1-t^2)*(1-2*t^2)}, t=0..1, \text{method}=Polynomial); \\ & \text{int}\left(\frac{1}{\sqrt{(1-t^2)(1-2t^2)}}, t=0..1, \text{method}=Polynomial\right) \qquad (1.9) \end{aligned}$$

- また、数値積分を実行する int の新しいオプションもあります。詳細については、[Numerics Updates in Maple 13](#) を参照してください。

## erf, Ci, Si の積分機能の改良

- Maple 13 では、[erf](#)、[Ci](#)、[Si](#)、[FresnelS](#)、[FresnelC](#) 積分を含む積分の処理機能が改良されています。

• 以下の定積分は、旧バージョンでは計算不可能でした。

$$\begin{aligned} &> \text{int}(x * \text{erf}(x) * \exp(-x^2), x); \\ &\quad -\frac{1}{2} \text{erf}(x) e^{-x^2} + \frac{1}{4} \sqrt{2} \text{erf}(\sqrt{2} x) \end{aligned} \quad (2.1)$$

$$\begin{aligned} &> \text{int}(x^3 * \text{erf}(x) * \exp(-x^2), x); \\ &\quad \text{erf}(x) \left( -\frac{1}{2} \frac{x^2}{e^{x^2}} - \frac{1}{2 e^{x^2}} \right) - \frac{2 \left( \frac{1}{8} \frac{x}{(e^{x^2})^2} - \frac{5}{32} \sqrt{2} \sqrt{\pi} \text{erf}(\sqrt{2} x) \right)}{\sqrt{\pi}} \end{aligned} \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} &> \text{int}(\text{Ci}(x) * \sin(x), x); \\ &\quad -\text{Ci}(x) \cos(x) + \frac{1}{2} \text{Ci}(2x) + \frac{1}{2} \ln(x) \end{aligned} \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} &> \text{int}(\text{Si}(x) * \cos(x), x); \\ &\quad \text{Si}(x) \sin(x) - \frac{1}{2} \ln(x) + \frac{1}{2} \text{Ci}(2x) \end{aligned} \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned} &> \text{int}(\text{FresnelS}(2 * x)^2, x); \\ &\quad \text{FresnelS}(2x)^2 x + \frac{\text{FresnelS}(2x) \cos(2\pi x^2)}{\pi} - \frac{1}{4} \frac{\sqrt{2} \text{FresnelS}(2\sqrt{2} x)}{\pi} \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} &> \text{int}(\text{FresnelC}(2 * x) * \cos(2 * \text{Pi} * x^2) * x, x); \\ &\quad \frac{1}{4} \frac{\text{FresnelC}(2x) \sin(2\pi x^2)}{\pi} - \frac{1}{16} \frac{\sqrt{2} \text{FresnelS}(2\sqrt{2} x)}{\pi} \end{aligned} \quad (2.6)$$

### lcoeff, tcoeff, sort 機能の拡張

• この3つのコマンドで、単項式順序 `plex`、`grlex`、`tdeg` がサポートされるようになりました。mo が上記の3つの名称のうちの1つであり、`x,y,...` が変数名である形式 `order=mo(x,y,...)` の2つ目の引数を使用して指定することができます。詳細については、[lcoeff](#) および [sort](#) を参照してください。

$$\begin{aligned} &> f := 4 * x^3 + 5 * x^2 * z^2 + 2 * x * y^2 * z + 1; \\ &\quad f := 4x^3 + 5x^2z^2 + 2xy^2z + 1 \end{aligned} \quad (3.1)$$

$$\begin{aligned} &> (\text{lcoeff}, \text{tcoeff})(f, \text{order}=\text{grlex}(x,y,z)); \\ &\quad 5, 1 \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$\begin{aligned} &> \text{sort}(f, \text{order}=\text{tdeg}(x,y,z)); \\ &\quad 2xy^2z + 5x^2z^2 + 4x^3 + 1 \end{aligned} \quad (3.3)$$

• [lcoeff](#) および [tcoeff](#) の効率も改良されています。詳細については、[Efficiency Improvements in Maple 13](#) を参照してください。

### Solve 機能の強化

• `solve` はオプションとして、動作に影響を与えるすべての環境変数を引き受けます。すべてのリストについては、[solve.details](#) を参照してください。

```
> solve(x^4-1);
```

$$1, -1, I, -I \quad (4.1)$$

```
> solve(x^4-1,MaxSols=1);
```

$$1 \quad (4.2)$$

• solve は、新オプション UseAssumptions も引き受けるようになりました。このオプションにより solve は、独立変数に関する仮定を追加の等式および不等式に適用する処理を実行します。

```
> solve(x^4-1, 'UseAssumptions') assuming x>0;
```

$$1 \quad (4.3)$$

```
> solve(x^4-1, 'UseAssumptions') assuming abs(x)<>1;
```

• solve は、trig および arctrig 関数を含む不等式に解を返します。

```
> solve(sin(x)>0);
```

$$\text{RealRange}(\text{Open}(0), \text{Open}(\pi)) \quad (4.4)$$

```
> solve(arcsin(1/x)>0);
```

$$\text{RealRange}(1, \infty) \quad (4.5)$$

```
> solve(arcsin(1/x)*sin(x-3)*cos(x+3)>0);
```

$$\begin{aligned} &\text{RealRange}\left(\text{Open}\left(-3 - \frac{1}{2}\pi\right), \text{Open}(3 - 2\pi)\right), \text{RealRange}\left(\text{Open}\left(-3 + \frac{1}{2}\pi\right), \right. \\ &\left. -1\right), \text{RealRange}\left(1, \text{Open}\left(-3 + \frac{3}{2}\pi\right)\right), \text{RealRange}\left(\text{Open}(3), \text{Open}\left(-3\right. \right. \\ &\left. \left. + \frac{5}{2}\pi\right)\right) \end{aligned} \quad (4.6)$$

• RealDomain:-solve は、[RegularChains](#)の新しいサブパッケージ [SemiAlgebraicSetTools](#) を使用して、有限多数な解を持つ多項式系および有理関数系を解きます。この機能により、Maple の旧バージョンで作成される解より、各段に優れた解を作成することができます。

```
> RealDomain:-solve({x^9+x+y,1/y^2-1},{x,y});
```

$$\{x = \text{RootOf}(1 + \_Z^9 + \_Z, -0.8243005632), y = 1\}, \{x = \text{RootOf}(\_Z^9 + \_Z - 1, 0.8243005632), y = -1\} \quad (4.7)$$

## evala/Gcd の性能の改良

[evala/Gcd](#) コマンドの効率が改善されました。[Efficiency Improvements in Maple 13](#)を参照してください。

## mod/Expand および mod/Divide の性能の改良

モジュラー形式の多変量多項式の展開および分割を行う、[Expand](#) および [Divide](#) コマンドの性能が改良されました。[Efficiency Improvements in Maple 13](#)を参照してください。

## 参照

[Index of New Maple 13 Features](#)