

# Maximaを用いた和算の授業に ついての1提案

高遠節夫 KeTCindy センター

2025.03.01 城西大学

## 今日の資料

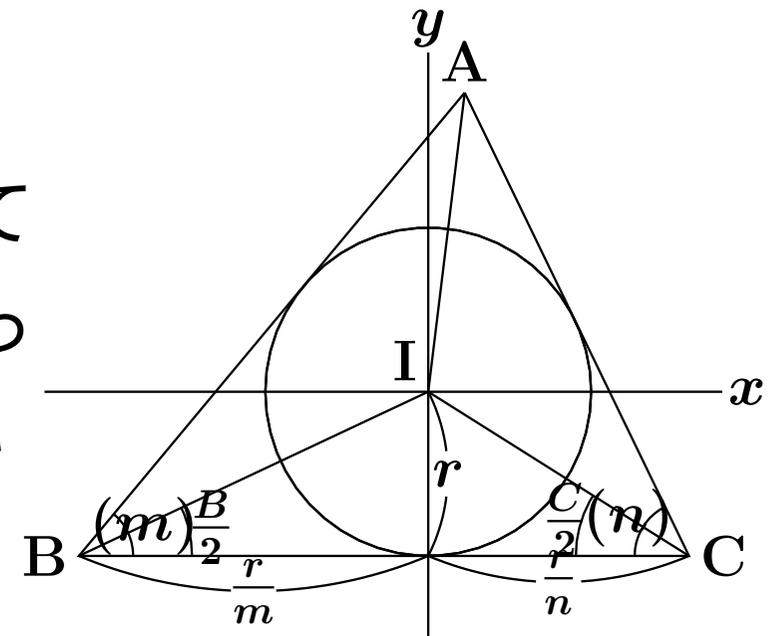
- 「ketindy home」で検索

`https://s-takato.github.io/ketcindyorg/  
indexj.html`

- Archives の josai250301 にプレゼン縮約版を掲載

# MNR 法

- 和算 (算額) の問題は，結果は美しいが計算が複雑なものも多い
- 数式処理で解くことを試みた
- 三角形が含まれる問題については，根号が入る連立方程式になって，数式処理ではまず解けない
- そこで，MNR 法を考案した
- Maxima と K<sub>E</sub>T Cindy を用いて，より対話的にした



# MNR 法による諸量の表現

- $m = \tan \frac{B}{2}$ ,  $n = \tan \frac{C}{2}$ , 内接円の半径  $r$
- 三角形の諸量は  $m, n, r$  の有理式で表される

$$\text{vtxL} = B\left(-\frac{r}{m}, -r\right)$$

$$\text{vtxR} = C\left(\frac{r}{n}, -r\right)$$

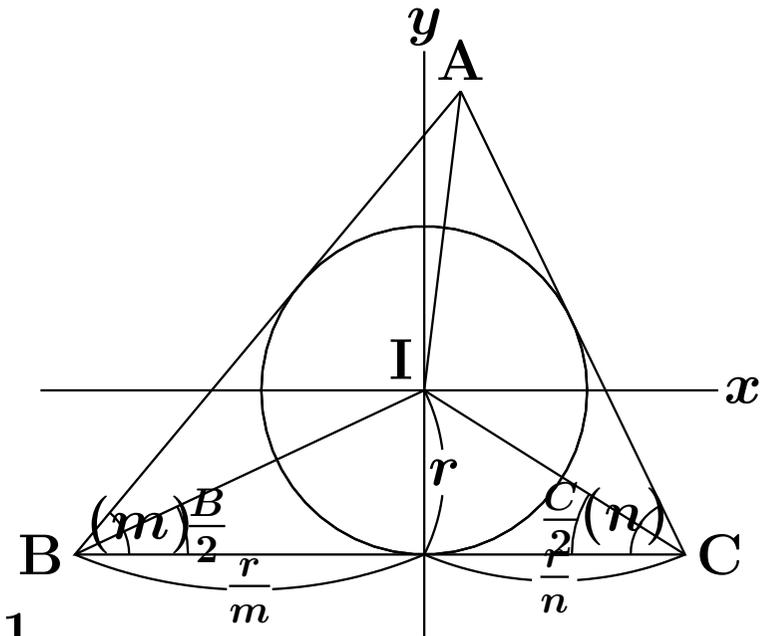
$$\text{edgB} = BC = \frac{r}{m} + \frac{r}{n}$$

$$\text{edgL} = AB = \frac{r(1+m^2)}{m(1-nm)}$$

- 角の演算

$$\text{補角 } \text{supA}(t) = \tan \frac{\pi - \alpha}{2} = \frac{1}{t}$$

$$\text{和 } \text{plusA}(t_1, t_2) = \frac{t_1 + t_2}{1 - t_1 \cdot t_2}$$



# Maxima の MNR パッケージ

- 基本コマンド

`putT(m,n,r)` 三角形をおく

`slideT(p1,p2)`  $p1$  が  $p2$  に一致するように平行移動

`rotateT(m,p)`  $p$  を中心に  $(m)$  だけ回転

**sin 59%**

**cos 28%**

**tan 13%**

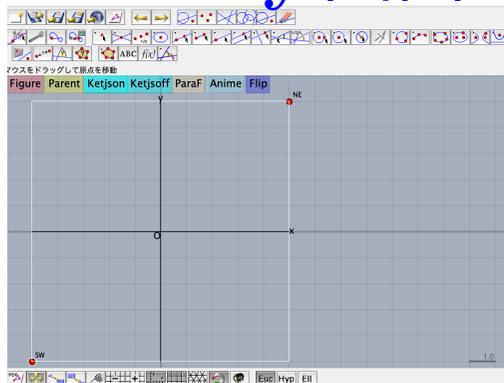
回転は  $\theta$  の正弦と余弦, よって  $\tan \frac{\theta}{2}$  で表される

- その他の汎用関数, 式の簡単化の関数などを組み込み
- Maxima のコマンド列の最初に `Mxbatch("mnr")` をおく

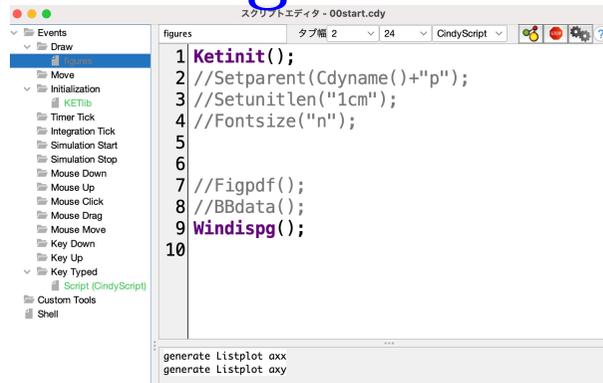
# Readymnr による準備

- コマンド Readymnr をライブラリに追加
- ketcindy のファイル (00start.cdy など) を開く

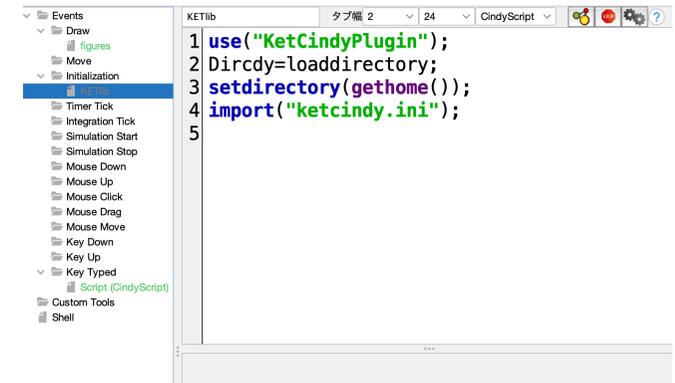
## Cindy 画面



## Figures



## Ketlib



- <https://youtu.be/CxTcMnjnZAo>

Readymnr の作成に CindyScript の汎用性が役立つ

# 和算の授業展開

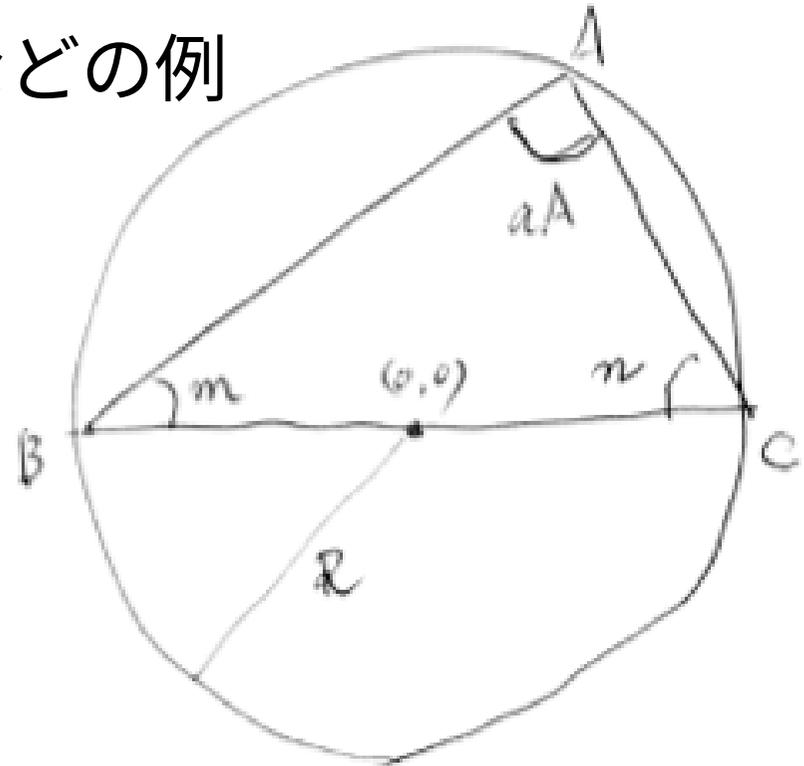
## (1) 算額の紹介



- 新潟県白山神社の紛失算額
- 右側は日本の定理 II と呼ばれる

## 直径に対する円周角

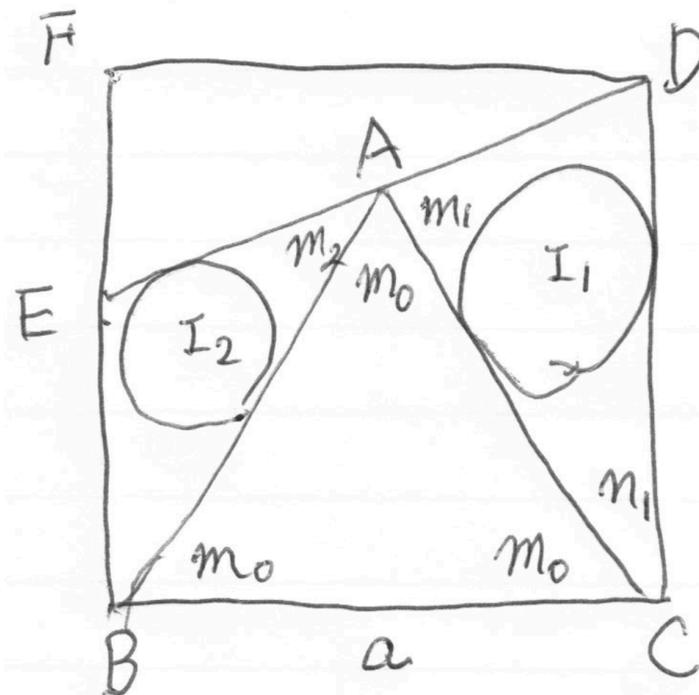
- (1) MNR 法の説明の後，簡単な例題を解かせる  
直径に対する円周角などの例
- (2) ラフスケッチを示す



<https://youtu.be/1WY900QIduE>

# 中尊寺地蔵院

問 図のように，正方形の中に正三角形と甲乙の2円を入れる．その円径差を与えたとき，正方形の辺の長さはいくらか



[chusonji\\_jizoin.cdy](http://chusonji_jizoin.cdy)

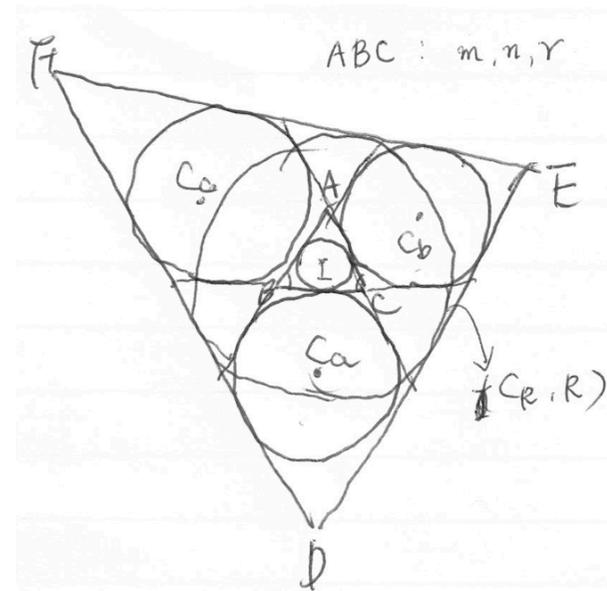
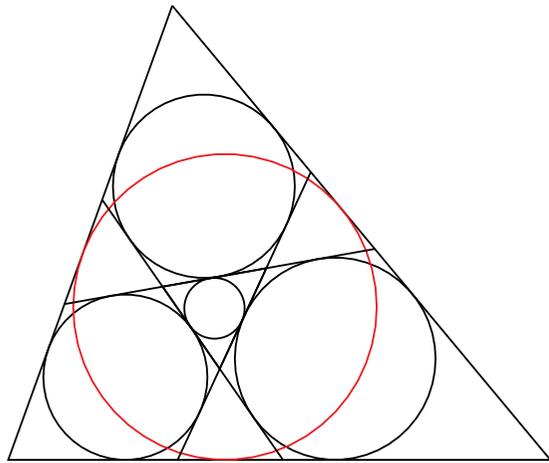
$$m_0 = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$m_2 = \pi - (m_0 + m_1)$$

$$r_1 - r_2 = dr$$

## 白山神社 (日本の定理 II)

問 三角形の中に全円, 及び3線を隔てて4円(元, 利, 貞, 亨)を入れる. ここで全は三角形に接し, 元, 利, 貞は三角形の2辺と3線に接し, 亨は3線に接する. 全径が1寸のとき元, 亨, 利, 貞の円径の和はいくらか



# KeTLTS による教材化

- 日本の定理 II の教材を KeTLTS で作成

KeTTask001-1

1 Q01-1 Q01 ABCの傍接円の共通接線が作る三角形を  
 ● Q01 ABCの傍接円の共通接線が作る三角形をDEFとする  
 ● Q01 ---

2 Q01---

Cap	a	b	c	sin	sq	)	7	8	9	+	Cal
Gre	x	y	z	cos	fr	,	4	5	6	-	Lin
Bld	r	s	t	tan	tfr	(	1	2	3	*	St=01AA
Vec	w	_	=	log	ln	^	0	.	sp	/	OK
	°	@	[	]		d	e	f	g	lim	pi
	×	!	{	}	≠	h	i	j	k	int	∞
	dot	:	;	≤	≥	l	m	n	o	'	cs
Rec	\	±	∓	<	>	p	q	u	v	sum	tx

AC < > DL OK 次 Pg=1 戻 Un AC PS PL

奉納

$r_0 = 1$   
 $r_1 = 1.9$   
 $r_2 = 4.07$   
 $r_3 = 4.36$   
 $R = 5.67$   
 $m = 0.75$

ketcindy home で検索

## まとめ

- 和算の問題を解くには相当の知識と計算力が必要
- 単に話を聞くだけになってしまうことも多い
- 自分の力で解くことで一層の興味と関心を持つだろう
- 解答の手順
  - (1) 題意から立式する
  - (2) 方程式を解くのは Maxima に任せる
  - (3) 画面に表示される結果を見ながら修正や追加
  - (4) 必要に応じて図を表示
- (1)(3)(4) によって数学力を上げることに貢献

## 今後の課題

- 解法のさらなる改良
    - 今回は、雛形を作る Readymnr を K<sub>E</sub>T Cindy のライブラリに追加した
- ある程度のプログラムスキルが教員にも必要
- 和算の資料にある問題がどの程度解けるか
    - 「和算の館」, 「日本の幾何—何題解けますか—」
  - ご当地の問題を取り上げると学生の興味をより向上
  - 空間の MNR 法については今後の大きな課題