

# 光学的厚さ $\tau$

- 光が散乱・吸収により減衰  
-減衰係数  $\sigma$

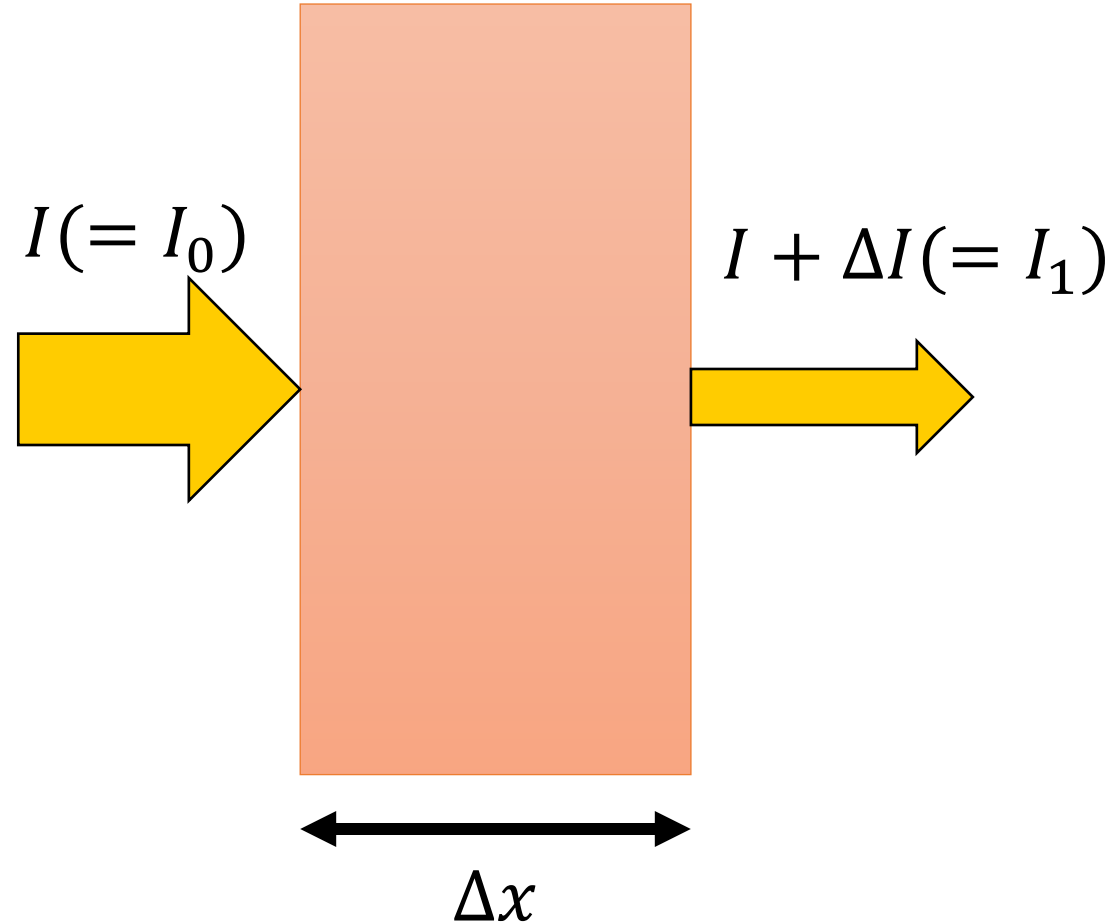
$$\Delta I = -\sigma \Delta x I$$

$$\int_{I_0}^{I_1} \frac{1}{I} dI = \int_{x_0}^{x_1} -\sigma dx$$

$$\log \frac{I_1}{I_0} = -\tau$$

$$I_1 = I_0 \exp(-\tau)$$

$$\tau \equiv \int_{x_0}^{x_1} \sigma dx$$

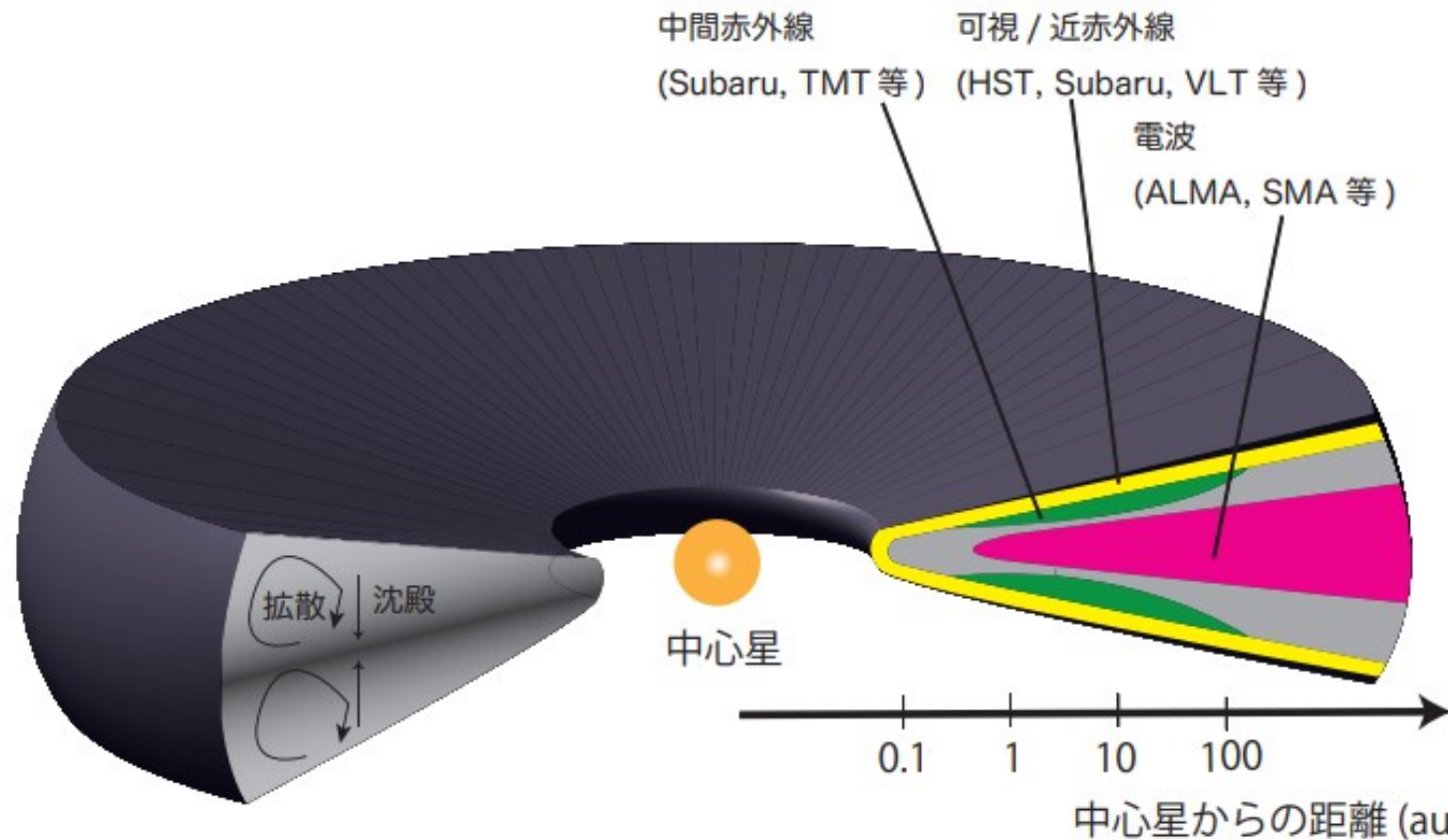


- $\tau$  が大きい  $\rightarrow I_1$  が小さくなる  $\rightarrow$  観測が難しい

# 光学的厚さ $\tau$

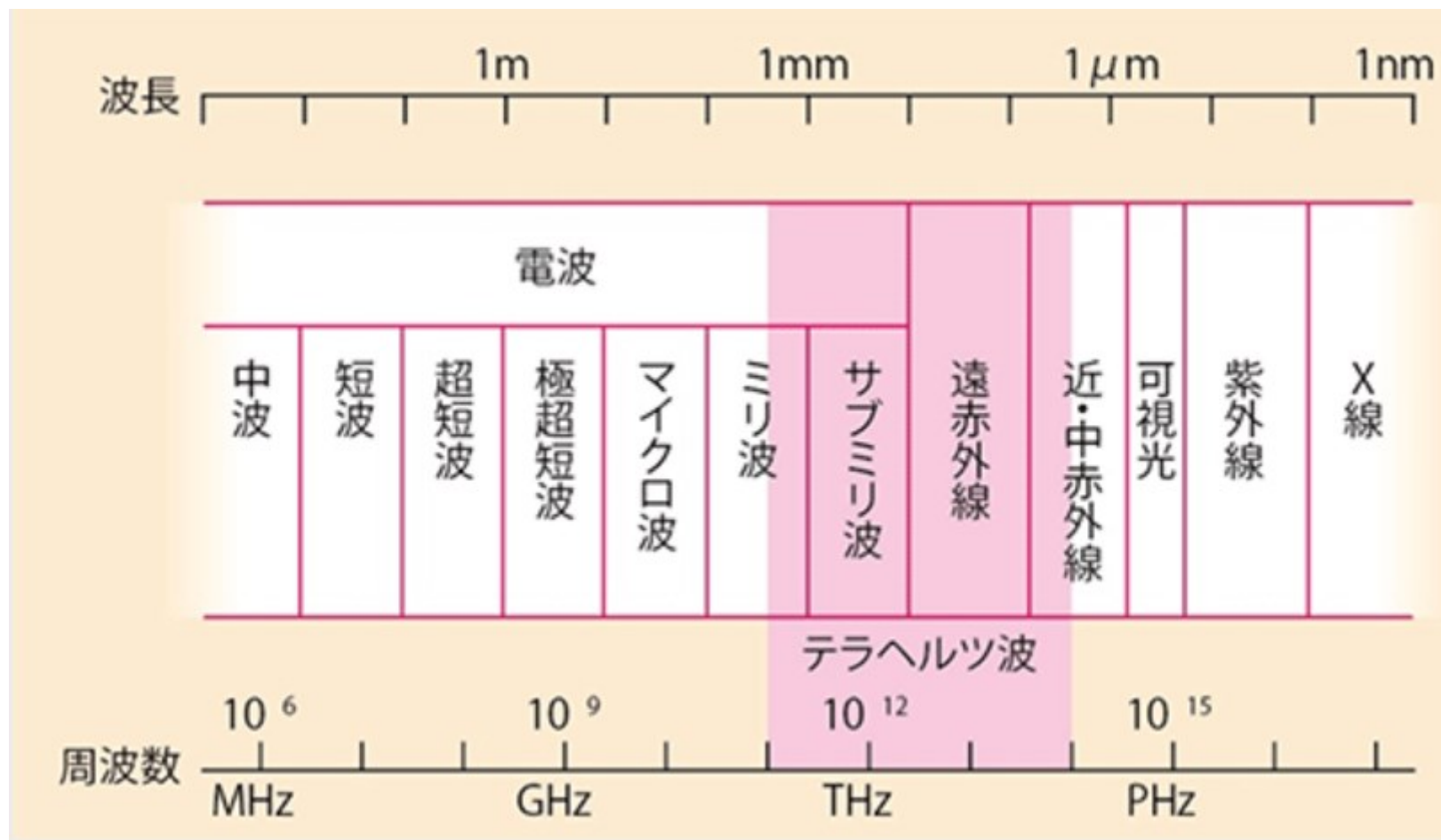
- ・ 観測したい場所によって波長を変える

## 原始惑星系円盤の模式図



田崎+(2017)より

# 電波



[https://www.riken.jp/press/2017/20170302\\_2/](https://www.riken.jp/press/2017/20170302_2/)

TABLE 1 Observed and derived quantities of young stars orbited by dust

Star	Spectral type	1950 RA (h min)	1950 dec. (°)	$V_{\odot}(\text{opt.})$ (km s <sup>-1</sup> )	$T_{\text{B}}(^{12}\text{CO})$ (mK)	$V_{\odot}(\text{CO})$ (km s <sup>-1</sup> )	$\Delta V$ (FWHP) (km s <sup>-1</sup> )	$D$ (pc)	$R$ (AU)	$T_{\text{CO}}$ (at $R$ ) (K)	Assumed incl. (°)	Age (10 <sup>6</sup> yr)	$M_{\text{H}_2}$ ( $M_{\oplus}$ )	$M_{\text{d}}$ ( $M_{\oplus}$ )
49 Cet	A3V	1 32	-15	9	50	12	8	70	140	52	60	10	2	0.02-1
$\tau$ 1 Eri	F6V	2 42	-18	25	<50			14	80	40	60	>100	<0.06	0.01
HD32509	A2V	5 01	26		<50			150	150	50	60	6	<5	>0.2
HD34700	G0V	5 17	5		160	21	4.6	60	50	40	30	<10	80	1
HD35187	A2/3IV/V	5 20	24		$\leq$ 120			150	150	50	60	5	<15	10
HD36112	A5IVe	5 27	25		440	17	2	150	140	60	15	3	250	>0.5
HD233517	K2	8 19	53	48	$\leq$ 30			40(??)	20	54	60		<1	
TW Hya	K7Ve	10 59	-34	14	1,200	12	0.6	100(?)	140	20	0	3	20	20
HD98800	K6V	11 19	-24	13	<15			50(?)	20	55	60	<10	<0.5	0.3
HR4796	A0V	12 33	-39	6	<80			75	50	100	60	3	<7	0.2
HD135344	F4Ve	15 12	-36		400	3	2.2	100	100	38	15		6-140	30
HD141569	A0Ve	15 47	-3	-6	130	-8	7.6	200	130	60	60	<10	20-460	>0.1
HD143006	G5V	15 55	-22	-1	120	-2	3.4	57	120	20	35	<10	1	5
HD144432	A9/FOV	16 03	-27		<80			100	100	43	60	<10	<2	20
V718 Sco	A8III/IV	16 10	-22		120	-2	5	200	140	46	45	<10	30-900	15
51 Oph	B9.5Ve	17 28	-23	-12	<80			70	140	130	60	3	<6	

Zuckerman+(1995)

# 寿命とガス

TABLE 1 Observed and

Star	Spectral type	1950 RA (h min)	1950 dec. (°)	$V_{\odot}$ (opt.) (km s <sup>-1</sup> )	$T_B(^{12}\text{CO})$ (mK)
49 Cet	A3V	1 32	-15	9	50
$\tau$ 1 Eri	F6V	2 42	-18	25	<50
HD32509	A2V	5 01	26		<50
HD34700	G0V	5 17	5		160
HD35187	A2/3IV/V	5 20	24		≤120
HD36112	A5IVe	5 27	25		440
HD233517	K2	8 19	53	48	≤30
TW Hya	K7Ve	10 59	-34	14	1,200
HD98800	K6V	11 19	-24	13	<15
HR4796	A0V	12 33	-39	6	<80
HD135344	F4Ve	15 12	-36		400
HD141569	A0Ve	15 47	-3	-6	130
HD143006	G5V	15 55	-22	-1	120
HD144432	A9/FOV	16 03	-27		<80
V718 Sco	A8III/IV	16 10	-22		120
51 Oph	B9.5Ve	17 28	-23	-12	<80

Age (10 <sup>6</sup> yr)	$M_{\text{H}_2}$ ( $M_{\oplus}$ )
10	2
>100	<0.06
6	<5
<10	80
5	<15
3	250
3	<1
3	20
<10	<0.5
3	<7
	6-140
<10	20-460
<10	1
<10	<2
<10	30-900
3	<6

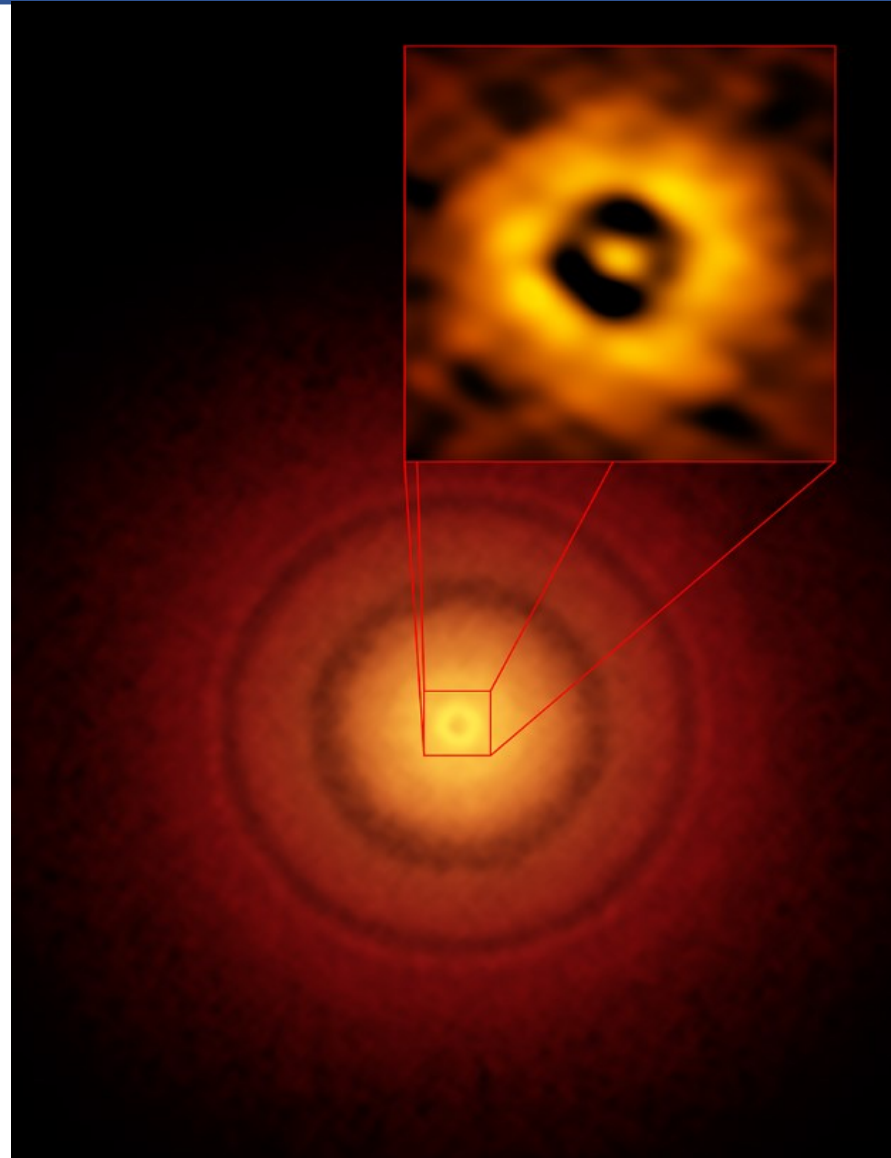
d by dust

R)	Assumed incl. (°)	Age (10 <sup>6</sup> yr)	$M_{\text{H}_2}$ ( $M_{\oplus}$ )	$M_d$ ( $M_{\oplus}$ )
	60	10	2	0.02-1
	60	>100	<0.06	0.01
	60	6	<5	>0.2
	30	<10	80	1
	60	5	<15	10
	15	3	250	>0.5
	60		<1	
	0	3	20	20
	60	<10	<0.5	0.3
	60	3	<7	0.2
	15		6-140	30
	60	<10	20-460	>0.1
	35	<10	1	5
	60	<10	<2	20
	45	<10	30-900	15
	60	3	<6	

Zuckerman+(1995)

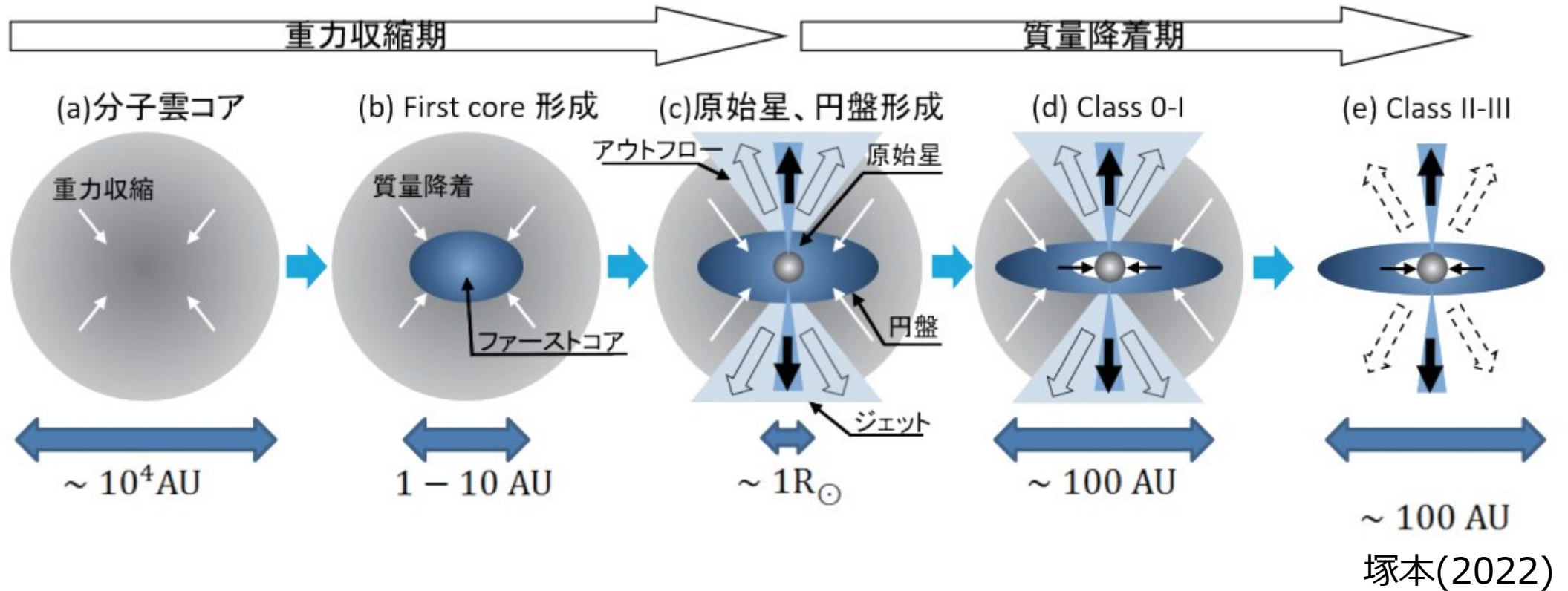
318 Earth Mass  $\approx$  1 Jupiter Mass

# 「惑星」形成

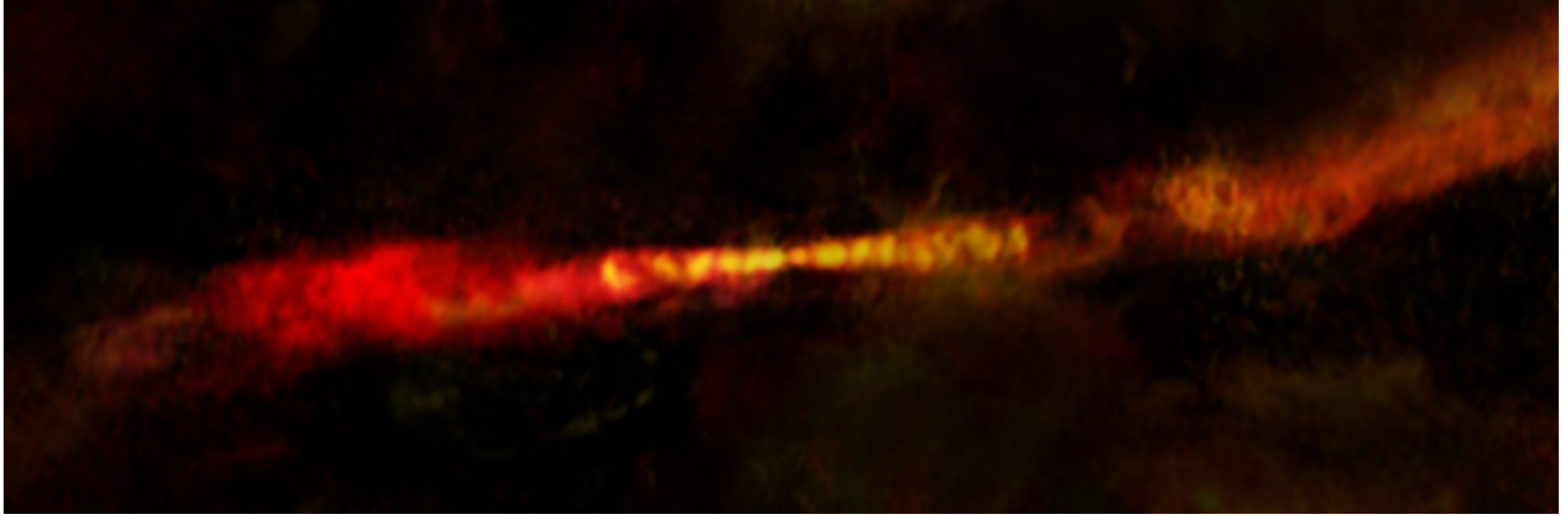


円盤の隙間に惑星形成？

# 双極分子流 (bipolar outflow)



# 双極分子流 (bipolar outflow)



- 吹き出しの間欠性

(B. Saxton (NRAO/AUI/NSF); A. Plunkett et al.;  
ALMA (NRAO/ESO/NAOJ))

<https://almascience.eso.org/alma-science/ism-star-formation-and-astrochemistry>



# 図 3.2

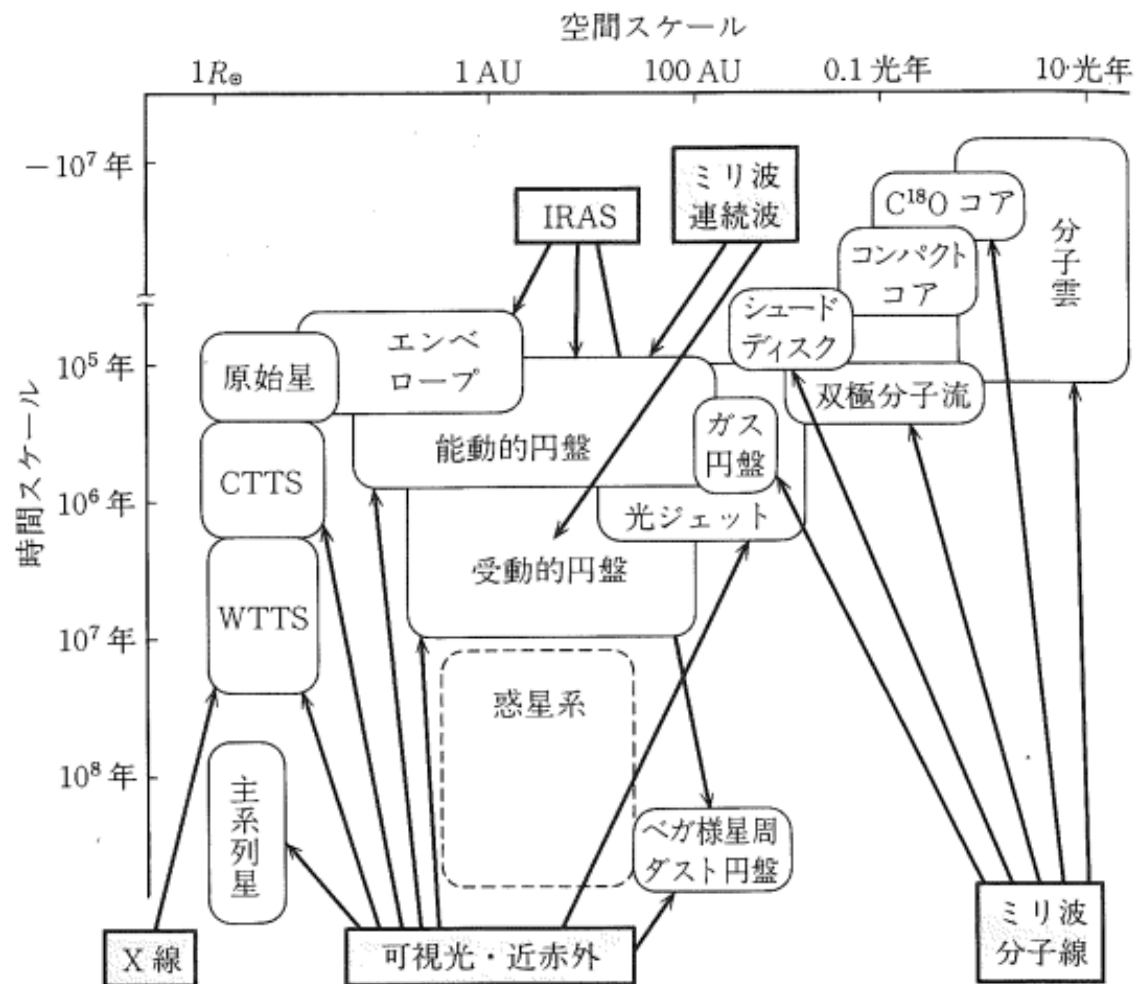


図 3.2 星形成過程の観測. 星形成開始時を時間原点としてある. 観測対象(細枠)を観測手段(太枠)と矢印で結んだ.

# 参考文献

光波長変換によりテラヘルツ波を高感度に検出  
－室温で動作するテラヘルツ波領域の小型非破壊検査装置の実現へ－

[https://www.riken.jp/press/2017/20170302\\_2/](https://www.riken.jp/press/2017/20170302_2/)

田崎亮ほか，2017，遊星人，26，46

地球に似た軌道を持つ惑星の誕生現場を若い星のまわりで初めて観測

[https://alma-telescope.jp/news/mt-post\\_646](https://alma-telescope.jp/news/mt-post_646)

塚本裕介，2022，遊星人，31，6

B. Saxton (NRAO/AUI/NSF); A. Plunkett et al.; ALMA  
(NRAO/ESO/NAOJ))

<https://almascience.eso.org/alma-science/ism-star-formation-and-astrochemistry>