

# 瀝青質材料の針度、アブラハム稠度其の他

西 川 榮 三

## 第一節 針 度

針度試験の方法は 1888 H. C. Bowen の工業せる所にして (U. S. P. 494974, April, 4, 1893, H. C. Bowen) (Eng. Record, Oct. 31, 1891. Cliford Richardson)、其の後 A. W. Dow により改良せられ、(Testing of Bitumens for Paving Purposes; Proc. Am. Soc. f. T. M. 3. 9354, 1903) 更に Richardson 及 Forrest により今日行はるゝ所の型に進歩し、(The Development of the Penetrometer as used in the Determination of the Consistency of Semi-Solid Bitumens; Cliford Richardson and C. N. Forrest, Proc. A. S. T. M. 7. p626, 1907) (Further Development of the Penetrometer, C. N. Forrest, Proc A. S. T. M. 9, p 600 1909) 其の後試験用針に関する改良等が行はれたる結果今日の形態を整ふるに至つたものである。

針度は半固體の瀝青質材料の稠度を表す一つの方便にして、所定の重量を附したる標準針が、所定温度の試料中に、所定時間に垂直に穿入する距離 (単位 $1/10$ mm) を以つて之を表す。針度試験は通常下記三種の條件の下に行はれる。

温度	荷重	時間
$0^{\circ}C$	200g	60sec
1.		

2.	25°0	100g	5sec
3.	46°10'	50g	5sec

針度試験用の針は長 50mm 径 1.01~1.02mm の鋼製の棒にして、其の下端部は載頭圓錐状をなし、針の末端は径 0.14~0.16mm、圓錐の長は 6.34~6.36mm、圓錐の頂角は 8° 40'~9° 40' である。

針度試験の方法は、單に約束的のものにして、理論的に特種の意味ある數字を與ふるものに非るも、其の操作の簡便なると、永年使用せられ來りて現今にては一定の方法が確立せられたると、針度と他の性質との關係も種々明にされて居る關係上、現今に於ては、天然アスファルト中の半固體のもの、石油アスファルト等對しては、英米獨佛日等各國に於て、本試験を行ひて、其の品質判定の一助とするに至つた。

道路用各種の石油アスファルトの針度は、本邦に於ては、略下記の如くである。

石油直溜アスファルト	70~85	フローアスファルト
20~30		0~10
30~40	85~100	10~20
40~50	100~120	20~30
50~60	120~150	30~40
60~70	150~200	40~50

上記の直溜アスファルト中には、シート・アスファルト、アスファルト・コンクリート等に使用せらるゝもの、アスファルト・マカダムに使用せらるゝもの、アスファルト煉瓦滲透用のもの瀝青乳劑の原料に使用せらるゝもの等をすべて包含

し、ブローン・アスファルト中には、アスファルト・グロツク用、エラストイト用、グロツク鋪裝機自用等に使用せらるゝも、又は防水用に使用せらるゝもの等をも含んで居る。

商工省規格委員會に於て審議せられ、將に決定を見んとしつゝある石油アスファルトに關する規格は、未だ發表せられざるも、本邦に於ける石油アスファルトとしては凡そ次の如き性質を具ふるものと考えて差支なからう。

第四五表 本邦石油アスファルトの一般性質

一般性狀 用途	ストレット・アスファルト		ブローン・アスファルト
	1 號	2 號	
黑色膠着性の均等なる軟固體 道路用、建築用、防水用、工業原料	同 左	同 左	同 左
1. 針 度	20~30	85~100	0~10
25°C, 100g, 5sec	30~40	100~120	10~20
	40~50	120~150	20~30
	50~60	150~200	40~50
	60~70		30~40
	70~85		
2. 引火點 開放式°C	>230	>200	>200
3. 軟化點 環球法°C	>43	>35	針度 <10.....>100 " 10~20.....> 65 " 20~30.....> 60

” 30~40..... > 55  
 ” 40~50..... > 50

4. 延性 15°C 5cm/min 針度 <50..... >5 >100  
 ” 50~85..... >50

5. 蒸發減 163°C, 50g, 5h. <0.8 <1.0 <0.7

6. 蒸發後の針度(原針度に對する%) >65 >65 >65

7. OCl<sub>4</sub> 可溶分% >99 >99 >98

アスファルトの針度と温度との關係を見るに、一般に瀝青質材料は、温度の上昇するに従つて漸次軟化しゆくを以て、針度は温度と共に増加するも、其の増加の率はアスファルトの質によりて異り、概してストレート・アスファルトは其の變化著しく、ゾローン・アスファルトは、其の變化比較的少である。

第四六表 石油ストレート・アスファルトの針度と温度との關係

温度	A	B	C	D	E	F	G	H
-5°C	3	9	17	27	35	66	104	106
0	0	0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5
0	0	0.5	1.5	1.5	2.0	3.5	5.0	5.0
5	0	1.0	1.5	2.5	3.5	6.0	10.0	9.5
10	0.5	1.0	2.5	4.0	5.0	10.0	17.0	17.0
15	1.5	3.5	5.0	6.0	10.0	19.5	28.0	26.0
20	2.5	5.0	9.0	13.0	17.0	36.0	51.0	52.0

25	3.0	9.0	17.0	27.0	35.0	66.0	104.0	106.0
30	4.0	16.0	29.0	41.0	64.0	115.0	190.0	230+α
35	9.0	26.0	59.0	86.0	117.0	230+α	230+α	.....
40	12.0	40.0	98.0	130.0	230+α	.....	.....	.....
46	18.0	72.0	156.0	240+α	.....	.....	.....	.....
50	33.0	112.5	250+α	.....	.....	.....	.....	.....
65	77.0	240+α	.....	.....	.....	.....	.....	.....
70	131.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

備考 1. 上記の表は針度と温度の關係をストロート・アスファルトについて表した一例にして、100g, 5sec を以て針度を實測せるものである。但 240 以上の針度は測定しなかつた。

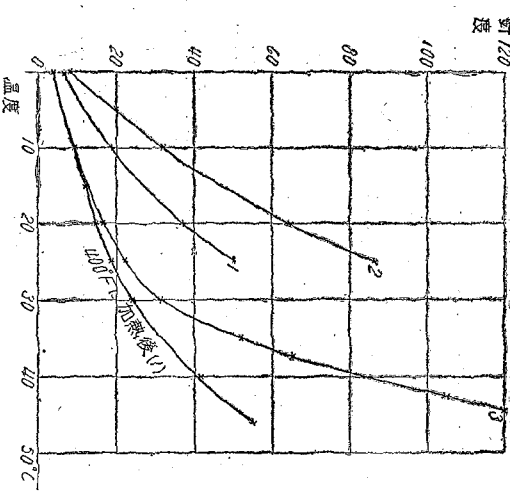
2. 試料は本邦原油より蒸氣蒸溜によりて製せられたる各種である。

第四六表及圖によれば  $-5^{\circ}C$  に於ては針度は 0~1.5 にして、針度試験に於ては、殆ど各種の區別を明かにしがたい。  
 $70^{\circ}C$  に至れば  $B \sim H$  のアスファルトは針度試験を行ふにあまりに軟化しすぎる。 $H$  は既に  $35^{\circ}C$  に於て針度試験不能となる。温度針度曲線は、略拋物線狀を呈する。

針度と延性及軟化點の關係の一例を見るに次の如し。

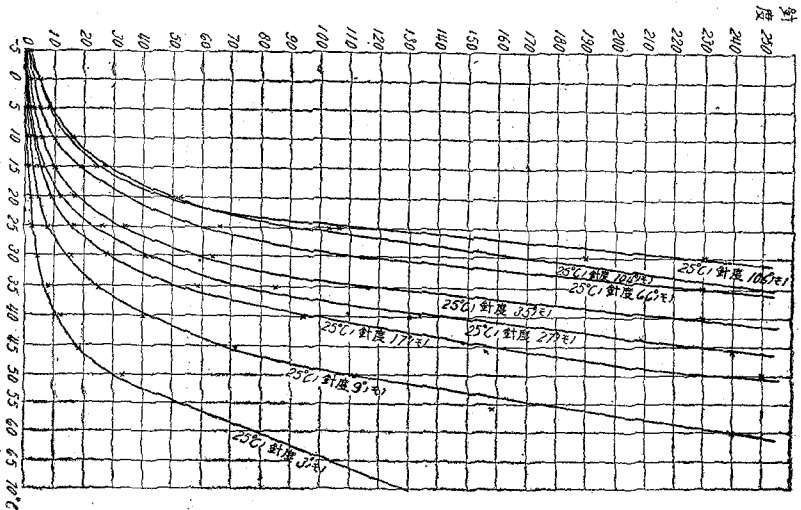
針度	延性	軟化點	備考
25°C, 100g, 5sec	25°C, 5cm/min	環球法	本例はストロートアスファルトに關するものである。
7	0.2	74.0°C	
11	9.4	68.5	

針度 (100g, 5.0cc) 及溫度之關係 第二圖



23	64.0	54.7
27	100 + α	50.0
38	"	46.0
62	"	45.0
76	"	43.0
103	"	37.0
112	"	36.0

7×7×11 溫度針度曲線



## 第一二節 モース硬度 Moh's Hardness

天然滙青質材料にありては、針度試験を以つて、其の稠度を測定し得ざるものあり、かゝる材料に對しては、モースの硬度を測定することがある。

モース硬度は次の標準による。モース硬度は、元來鑛物につきて考へらるゝ所に於て、一定の標準物質による磨滅に對する抵抗を比較するもので、モース硬度計として使用せらるゝ物質は次の 10 種である。

- |                  |                     |                   |
|------------------|---------------------|-------------------|
| 1. 滑石 (Talc)     | 5. 磷灰石 (Apatite)    | 8. 黄玉 (Topaz)     |
| 2. 石膏 (Gypsum)   | 6. 正長石 (Orthoclase) | 9. 青玉 (Sapphire)  |
| 3. 方解石 (Calcite) | 7. 石英 (Quartz)      | 10. 金剛石 (Diamond) |
| 4. 螢石 (Fluorite) |                     |                   |

天然滙青質材料のモース硬度は大略次の如くである。

第四七表 天然滙青質材料のモース硬度の例

種 別	モース硬度	種 別	モース硬度	種 別	モース硬度
ホゾケライト	<1.0	バークミューツ産のもの	<1.0	アスファルタイト	2
セレンソ	<1.0	マラカイボ産のもの	<1.0	ギルツナイト一般	2
ホゾケライト (エタ)	<1.0	天然アスファルト (含夾雜物)		ク (ケラルノ産)	2
天然アスファルト (純)		カソルバアラ産	2	ク (バインツカリノ産)	2.5
		ハバチ (キエバ) 産	2~3	グラونسビツチ	2~3

Tabbyite	<1.0	サンチセゴ産	1	グラハムナイト	2~3
カリフォルニア産のもの	1.0	トリエダツト産	1~2		

天然瀝青質材料のモース硬度は純なるもの程低く、1.以下にして、礦物性夾雜物を含むもの及アスファルタイト中には2~3の硬度を有するものもあるも、概して瀝青質材料の硬度は低い。

### 第一三節 アブラハム稠度 Abraham's Consistency

本試験は Abraham 氏によりて考案せられたるものにして、ワゼリンの如き軟質のものより、ギルソナイトの如き硬質のものに至る迄の稠度を比較しうるものである。即ち面積  $1\text{ cm}^2$  の平面を有するプラランジヤーが試料を  $1\text{ cm/min}$  の速度で押下げる時に作用する力をグラム數にて表したるものの立方根を以つてアブラハム稠度とする。實地試験を行ふに當りては、試料の硬軟によつて、次の如き種々のプラランジヤーを使用する。

No. 1. プランジヤー	徑 1.13mm	面積 $1\text{ mm}^2 = 0.01\text{ cm}^2$
No. 2. プランジヤー	〃 3.57 〃	$10\text{ mm}^2 = 0.10\text{ cm}^2$
No. 3. プランジヤー	〃 11.28 〃	$100\text{ mm}^2 = 1.00\text{ cm}^2$
No. 4. プランジヤー	〃 35.67 〃	$1000\text{ mm}^2 = 10.00\text{ cm}^2$

測定の方法は、上記4種のプラランジヤーのいづれか一つを  $1\text{ cm/min}$  の速度を以つて、所定温度の試料中に押し込み、其の力の瓦域は紙にて讀むにある。プラスネイツクの物質にあつては、この力のなす仕事は變位せしめられたる容積に正比例する。各種プラランジヤーに對して1分間の變位容積は夫々次の如くなる。



總位容積	總位容積の比
No. 1..... 0.01cc	1
No. 2..... 0.10	10
No. 3..... 1.00	100
No. 4..... 10.00	1000

即ち分間の變位容積の比は、ブランスジャーの面積の比と同じ。従つてブランスジャーの讀みをブランスジャーの讀みに換算するには、次式を用ゐることができる。

今  $A$  = ブランスジャーの面積  $\omega$

$F$  = ブランスジャーの讀み  $g$

$C_A$  = ブランスジャーの讀み

とすれば

$$C_A = \frac{3\sqrt{F \times I}}{A \times I} = \frac{3\sqrt{F}}{A} \dots\dots\dots (a)$$

上式を用ゐ各種ブランスジャーを用ゐて測定を行ひたる時の讀みをブランスジャーの讀みに換算するに、次表の如くなる。

第四八表 ブランスジャーの讀みをブランスジャーの讀みに換算する表

(1) ブランスジャー No. 1000 (10.00cm<sup>2</sup>) (この場合にはグラム換算を用ゐる)

グラム	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0.00	1.00	1.26	1.44	1.59	1.71	1.82	1.91	2.00	2.08

100	2.15	2.22	2.29	2.35	2.41	2.47	2.52	2.57	2.62	2.67
200	2.71	2.76	2.80	2.84	2.88	2.92	2.96	3.00	3.04	3.07
300	3.11	3.14	3.17	3.21	3.24	3.27	3.30	3.33	3.36	3.39
400	3.42	3.45	3.48	3.50	3.53	3.56	3.58	3.61	3.63	3.66
500	3.68	3.71	3.73	3.76	3.78	3.80	3.83	3.85	3.87	3.89
600	3.91	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.06	4.08	4.10
700	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.25	4.27	4.29
800	4.31	4.33	4.34	4.36	4.38	4.40	4.41	4.43	4.45	4.46
900	4.48	4.50	4.51	4.53	4.55	4.56	4.58	4.59	4.61	4.63

(2) フラッシュヤード No. 100 (1.00cm<sup>2</sup>, フラッシュ板)

100	4.74	4.79	4.93	5.07	5.19	5.31	5.43	5.54	5.65	5.75
200	5.85	5.94	6.04	6.13	6.21	6.30	6.38	6.46	6.54	6.62
300	6.69	6.77	6.84	6.91	6.98	7.05	7.11	7.18	7.24	7.31
400	7.37	7.43	7.49	7.55	7.61	7.66	7.72	7.775	7.83	7.88
500	7.94	7.99	8.04	8.09	8.14	8.19	8.24	8.29	8.34	8.40
600	8.43	8.48	8.53	8.57	8.62	8.66	8.71	8.75	8.79	8.84
700	8.88	8.92	8.96	9.00	9.045	9.09	9.13	9.17	9.21	9.24
800	9.28	9.32	9.36	9.40	9.44	9.47	9.51	9.55	9.58	9.62
900	9.65	9.69	9.73	9.76	9.80	9.83	9.86	9.90	9.93	9.97

(3) フラッシュヤード No. 100 (1.00cm<sup>2</sup>, キロフラッシュ板)

キログラム	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1.0	10.0	10.3	10.6	10.9	11.2	11.4	11.7	11.9	12.2	12.4
2.0	12.6	12.8	13.0	13.2	13.4	13.6	13.75	13.9	14.1	14.3
3.0	14.4	14.6	14.7	14.9	15.0	15.2	15.3	15.5	15.6	15.7
4.0	15.9	16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.6	16.75	16.9	17.0
5.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.65	17.8	17.9	18.0	18.1
6.0	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.85	18.95	19.0
7.0	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.6	19.7	19.75	19.8	19.9
8.0	20.0	20.1	20.2	20.25	20.3	20.4	20.5	20.6	20.65	20.7
9.0	20.8	20.9	20.95	21.0	21.1	21.2	21.25	21.3	21.4	21.5

(4) フラソシヤー No. 10 (0.1cm<sup>2</sup>, キログラム換算)

1.0	21.7	22.2	22.9	23.5	24.1	24.7	25.2	25.7	26.2	26.7
2.0	27.1	27.6	28.0	28.4	28.8	29.2	29.6	30.0	30.4	30.7
3.0	31.1	31.4	31.7	32.1	32.4	32.7	33.0	33.3	33.6	33.9
4.0	34.2	34.5	34.8	35.0	35.3	35.6	35.8	36.1	36.3	36.6
5.0	36.8	37.1	37.3	37.6	37.8	38.0	38.3	38.5	38.7	38.9
6.0	39.1	39.4	39.6	39.8	40.0	40.2	40.4	40.6	40.8	41.0
7.0	41.2	41.4	41.6	41.8	42.0	42.2	42.4	42.5	42.7	42.9
8.9	43.1	43.3	43.4	43.6	43.8	44.0	44.1	44.3	44.5	44.6
9.0	44.8	45.0	45.1	45.3	45.5	45.6	45.8	46.0	46.1	46.3

(5) フラッシュヤム No. 1 (0.01cm<sup>2</sup>, キログラム撥液)

キログラム	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1.0	46.4	47.9	49.3	50.7	51.9	53.1	54.3	55.4	56.5	57.6
2.0	58.5	59.4	60.4	61.3	62.1	63.0	63.8	64.6	65.4	66.2
3.0	66.9	67.7	68.4	69.1	69.8	70.5	71.1	71.8	72.4	73.1
4.0	73.7	74.3	74.9	75.5	76.1	76.6	77.2	77.75	78.3	78.8
5.0	79.4	79.9	80.4	80.9	81.4	81.9	82.4	82.9	83.4	83.9
6.0	84.3	84.8	85.3	85.7	86.2	86.8	87.1	87.5	87.9	88.4
7.0	88.8	89.2	89.6	90.0	90.45	90.9	91.3	91.7	92.1	92.4
8.0	92.8	93.2	93.6	94.0	94.4	94.7	95.1	95.5	95.8	96.2
9.0	96.5	96.9	97.3	97.6	98.0	98.3	98.6	99.0	99.3	99.7
10.0	100.0	100.3	100.7	101.0	101.3	101.6	102.0	102.3	102.6	102.8

上記 (a) の式より、上記 (1)、(2)、(3)、(4)、(5) の場合の表中の数字を算出するには、次の如くである。 $R_g, R_{\kappa}$  を  $g$  或は  $Kg$  による読みとすれば

$$(1) \text{ の場合} \quad C_A = \sqrt[3]{\frac{F}{A}} = \sqrt[3]{\frac{R_g}{10}}$$

$$(2) \quad C_A = \sqrt[3]{\frac{F}{A}} = \sqrt[3]{R_g}$$

$$(3) \quad C_A = \sqrt[3]{\frac{F}{A}} = \sqrt[3]{R_{\kappa} \times 1000} = 10\sqrt[3]{R_{\kappa}}$$

$$(4) \quad C_A = \sqrt[3]{\frac{F}{A}} = \sqrt[3]{\frac{R_K \times 1000}{0.1}} = 21.7 \sqrt[3]{R_K}$$

$$(5) \quad C_A = \sqrt[3]{\frac{F}{A}} = \sqrt[3]{\frac{R_K \times 1000}{0.01}} = 46.4 \sqrt[3]{R_K}$$

即チアラハム稠度の測定に當つては、アラソジヤ一及撥條は次の如く組合せて使用するものである。

アラハム稠度	讀み	撥條	アラソジヤ一
1.00~4.64	0~1000g	アラハム撥條	No. 1000 (10cm <sup>2</sup> )
4.64~10.00	100~1000g	アラハム撥條	No. 100 (1cm <sup>2</sup> )
10.0~21.7	1.0~10.0kg	キログラム撥條	No. 100 (1cm <sup>2</sup> )
21.7~46.4	1.0~10.0kg	キログラム撥條	No. 10 (0.1cm <sup>2</sup> )
46.4~100.0	1.0~10.0kg	キログラム撥條	No. 1 (0.01cm <sup>2</sup> )

アラハム稠度も針度も、共に夫々歴青質材料の稠度を表す一方法であるが、アラハム稠度には力といふ觀念が直接に入り込まれてあるが、針度からは力といふ事が考へ難い點が異つて居る。又アラハム稠度は、硬いもの程大なる數値で示されるが、針度にあつては硬いもの程低い數値で示される。これを例について見れば

天然アラハム	A	針度	85	アラハム稠度	0°C 10.0
		"	25°C.....360	"	25°C 1.5
		"	46°C.....	"	46°C 0.0
天然アラハム	B	"	0°C.....0.75	"	0°C > 100
		"	25°C.....4.0	"	25°C 74.9

第四九表 天然懸青質材料のアアラハム稠度の例

種 別	アアラハム稠度	種 別	アアラハム稠度
ホソケライト	46°C.....15°	天然アスファルト	46°C 32.7
セリンソ 針度 25		ホクラホマ 針度 85(0°C)	
0°C	>100	0°C	10.0
25°C	20~40	25°C	1.5
46°C	5~15	46°C	0.0
モクタソワツクス 針度 5	>100	カナタ 針度 120(0°C)	2.7
		0°C	0.0
		25°C	0.0
天然アスファルト		アスファルタイト	
Tabbyte 針度 4	80	ギルソナイト 針度 3	
オレゴソ産 針度 0	>100.0	0°C	硬きに過ぐ
バミューズ 針度 25		25°C	90~120
0°C	93.8	46°C	40~60
25°C	22.7	ガラスズベツチ	90~120
46°C	7.7	ガラハヤイト	>150
ライカツペン 針度 10	31.7		
" 2	>100.0	ガラスハヤイト 殘留油混合物 (60:40) 針度 20	

アラハイト及殘渣油混合物

(33:67)

0°C	21.5	0°C	57.0
25°C	11.7	25°C	25.0
46°C	5.8	46°C	12.0

第一四節 感應比及感應率

第一款 感應比 Susceptibility Ratio

感應比は温度の變化に依る滲青質物質の針度の變化に關し、其の概念を與ふるものにして、下記のようにして之を表す。

$$\text{感應比} = 1 : \frac{d}{a} : \frac{c}{a}$$

上式中 a…… 0°C, 200g, 60sec に於ける針度

b…… 25°C, 100g, 5sec       "

c…… 46°C, 50g, 5sec       "

第二款 感應率 Susceptibility Factor

産出地或は出所を同じくする滲青質材料に於ては、其の稠度、軟化點等の如何に拘らず、アラハイト稠度 46.1°C 及 0°C

のひらきを K & S 軟化點にて除したる商は定數である。(Abraham P 671) この定數の 100 倍を感應率といふ。

$$\begin{aligned}
 \text{感 應 率 } S, F &= \frac{(\text{アブラハム稠度 } 0^{\circ}\text{C}) - (\text{アブラハム稠度 } 46.1^{\circ}\text{C})}{K \& S \text{ 軟化點 } ^{\circ}\text{C}} \times 100 \\
 &= \frac{({}_0C_a - 46.1 C_a) \times 500}{9 (K \& S \text{ 軟化點 } ^{\circ}\text{C}) + 160} \\
 &= \frac{\text{稠度差} \times 55.55}{(K \& S \text{ 軟化點 } ^{\circ}\text{C}) + 17.77}
 \end{aligned}$$

感 應 率 の 大 小 は、瀝青 質 物 質 の 温 度 に 對 する 感 受 性 を 表 す も の に し て、感 應 率 より 見 て瀝青 質 材 料 を 分 別 す る と

1. 感 應 率	40 以下	アローソ・アスファルト 脂肪酸ピッチ
2. 感 應 率	40~60	フラツグスト・アスファルタイト (8~40) ウルチライトアスファルト (30~40)
3. " "	60 以上	直溜アスファルト 石蠟, タール・ピッチ アスファルタイト (75~100)

天然アスファルトは感 應 率 15~100 に し て 一 定 し な い。感 應 率 8 以 下 の 瀝 青 質 物 質 は ア ブ ラ ハ ム に よ れ ば 未 だ 發 見 せ ら れ て 居 な い。(8. 2. 20)