

## 準周期配列

$$b/a = \sqrt{2}$$



×にA、●にBを対応させると、

ABBABABBABABBABABA....

さらにAとBに異なる間隔を対応させて

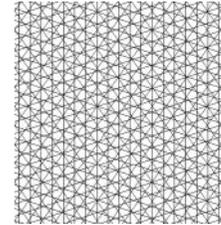


ABBABAABBABAABBABA....

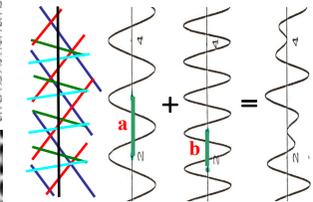
このような配列を準周期配列とよぶ

26

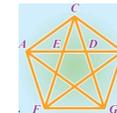
## 準結晶の構造秩序



$$f(\mathbf{r}) = \sum_{i=1}^4 \sin(2\pi \mathbf{p}_i \cdot \mathbf{r} + \phi_i)$$



$$a/b = \tau = \text{黄金比} = 1.618...$$



$$\frac{AD}{AB} = \frac{CB}{CG} = \tau$$

2nm

27

## 準結晶とは、

1. 準周期的並進秩序
2. 5回対称性、10回対称性など結晶に許されない回転対称性

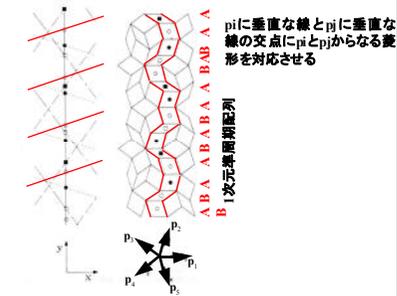
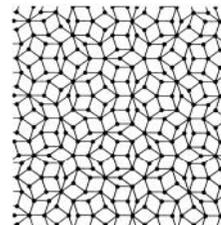
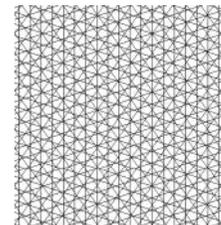
の2つによって特徴付けられる原子配列秩序をもった固体物質

このとき、

1. の準周期性を生む非整合な基本長さの比は、2. の回転対称性のジオメトリで決まる。

28

## ペンローズタイリング



イギリスの数理論理学者 Roger Penrose が 1974年に考案した準周期タイリング

29

## 建築にみられる準結晶タイルング



首都大学東京  
「準結晶の不思議な構造」  
平賀賢二著  
アグネ技術センター



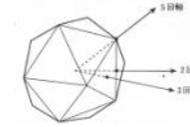
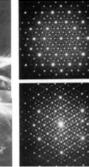
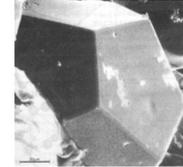
Arts & Science college, Doha, Qatar  
近畿大 堂寺知成先生より



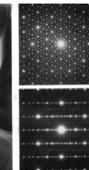
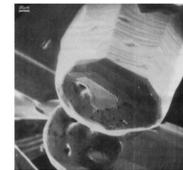
Darb-Ilmam shrine, Isfahan, Iran  
(1453年建造)  
Lu and Steinhardt, Science (2007)

30

## 準結晶の種類



正20面体準結晶



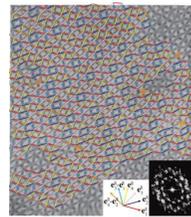
正10角形準結晶(2次元)  
z方向に周期性

その他2次元では  
正12角形準結晶、正8角形準結晶

31

## 準結晶物質

相	合金系
正20面体相	RT型 Al <sub>1.5</sub> Li <sub>1.5</sub> Cu <sub>1.5</sub> , Ga <sub>1.5</sub> Mg <sub>1.5</sub> Zn <sub>1.5</sub> , Mg <sub>1.5</sub> Pd <sub>1.5</sub> Al <sub>1.5</sub> , Al <sub>1.5</sub> Li <sub>1.5</sub> Au, Al <sub>1.5</sub> Mg <sub>1.5</sub> Ag <sub>1.5</sub> , Mg <sub>1.5</sub> (Al, Zn) <sub>n</sub> , Al <sub>1.5</sub> Mg <sub>1.5</sub> Cu
	MI型(F型) Al <sub>1.5</sub> Mn <sub>1.5</sub> Si <sub>1.5</sub> , Al <sub>1.5</sub> Cr <sub>1.5</sub> , Al <sub>1.5</sub> V <sub>1.5</sub> Si <sub>1.5</sub> , Al <sub>1.5</sub> Fe <sub>1.5</sub> Ce, Al <sub>1.5</sub> Mn <sub>1.5</sub> Cu <sub>1.5</sub> Ge <sub>1.5</sub> , Pd <sub>1.5</sub> U <sub>1.5</sub> Si <sub>1.5</sub>
	MI型(F型) Al <sub>1.5</sub> Cu <sub>1.5</sub> Fe <sub>1.5</sub> , Al <sub>1.5</sub> Cu <sub>1.5</sub> Cr <sub>1.5</sub> , Al <sub>1.5</sub> Cu <sub>1.5</sub> Ru <sub>1.5</sub> , Al <sub>1.5</sub> Pd <sub>1.5</sub> Mn <sub>1.5</sub> , Al <sub>1.5</sub> Pd <sub>1.5</sub> Ru <sub>1.5</sub>
その他	Ti <sub>1.5</sub> Ni <sub>1.5</sub> Si <sub>1.5</sub> , Ti <sub>1.5</sub> Ni <sub>1.5</sub> Fe <sub>1.5</sub> Si <sub>1.5</sub> , V <sub>1.5</sub> Ni <sub>1.5</sub> Si <sub>1.5</sub>
正10角形相	Al <sub>1.5</sub> Mn, Al-TM(TM: Fe, Pd, Os), Al-Cr-Si, Al <sub>1.5</sub> Co <sub>1.5</sub> Ni <sub>1.5</sub> , Al <sub>1.5</sub> Co <sub>1.5</sub> Cu <sub>1.5</sub> , Al <sub>1.5</sub> Pd <sub>1.5</sub> TM <sub>1.5</sub> (TM: Fe, Ru, Os)
正12角形相	Cr <sub>1.5</sub> Ni <sub>1.5</sub> , V <sub>1.5</sub> Ni <sub>1.5</sub> , V <sub>1.5</sub> Ni <sub>1.5</sub> Si
正8角形相	Cr <sub>1.5</sub> Ni <sub>1.5</sub> Si <sub>1.5</sub> , V <sub>1.5</sub> Ni <sub>1.5</sub> Si



高分子物質

2元または3元の合金

Hayashida, Doteru et al. (2007)  
近畿大 堂寺知成先生  
<http://softmatter.phys.kindai.ac.jp/>

32

## 原子配列の秩序形態

長距離秩序あり		長距離秩序なし
結晶 (crystal)	準結晶 (quasicrystal)	アモルファス(ガラス) (amorphous solid, glass)

参考書「結晶・準結晶・アモルファス」竹内伸、枝川圭一著(内田老鶴園)

33