

UDC 533.9.004.14; 621.039.6

Yuichi Okuda

Tokyo Institute of Technology 2-12-1, O-okayama, Meguro-ku,  
Tokyo 152-8551, Japan  
E-mail: okuda@ap.titech.ac.jp

### Equilibrium crystal shape of $^4\text{He}$ under microgravity

The growth coefficient of  $^4\text{He}$  crystal which is grown from the superfluid becomes divergently large towards  $T=0$ , and the crystal relaxes to the equilibrium state in a very short period. We have succeeded in cooling  $^4\text{He}$  crystal down to 150 mK by the specially designed dilution refrigerator under microgravity of parabolic flight for 20 seconds. Using this fridge, we were able to obtain beautiful pictures of the crystal with 3 facets, c-, a-, and s-, under the equilibrium condition at 150 mK for the first time.

**Key words:**  $^4\text{He}$  crystal, microgravity, superfluidity, vicinal surface.

Юши Окуда

### Равновесная кристаллическая форма $^4\text{He}$ в условиях микрогравитации

Коэффициент роста  $^4\text{He}$  кристалла, выращенного из сверхтекучей жидкости, становится дивергентно большим вблизи  $T=0$  К, и кристалл переходит в равновесное состояние за очень короткое время. Мы успешно охладили  $^4\text{He}$  кристалл до 150 мК специально разработанным рефрижератором растворения в условиях микрогравитации в процессе полета по параболе за 20 сек. Используя эту охлаждающую систему, мы впервые смогли получить прекрасные изображения кристалла гелия с 3-мя гранями, с-, а- и s-, в условиях равновесия при 150 мК. Полученные изображения показали, что  $^4\text{He}$  кристалл на Земле сильно деформируется гравитацией.

**Ключевые слова:**  $^4\text{He}$  кристалл, микрогравитация, сверхтекучесть, вицинальная поверхность.

Юши Окуда

### Микрогравитация шарттарында $^4\text{He}$ бірқалыпты кристалдық формасы

Аса аққыш сұйықтықтан алынатын  $^4\text{He}$  кристалының арту коэффициенті  $T=0$  К маңайында дивергентті үлкен мәнге ие болады және кристалл өте аз уақытта бірқалыпты жағдайға өтеді. Біз  $^4\text{He}$  кристалын 150 мК дейін арнайы жасалған еріту рефрижераторында 20 сек ішінде микрогравитация жағдайында парабола бойынша ұшу процесінде сәтті суыттық. Осы суытқыш жүйені пайдалана отырып біз ең бірінші рет 150 мК кезінде тепе-теңдік жағдайында с-, а- және s-, 3-қырлы гелий кристалының айқын бейнесін алдық. Алынған суреттер  $^4\text{He}$  кристалы Жерде гравитациямен өте күшті өзгеретінін көрсетті.

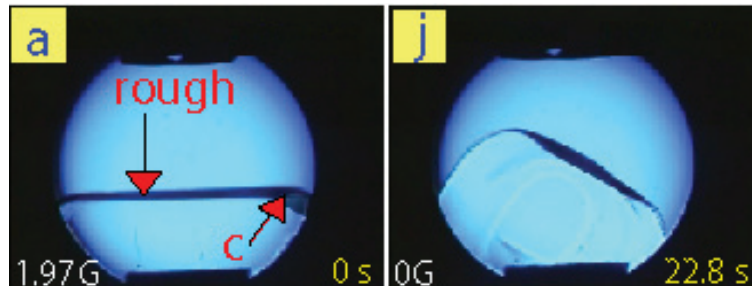
**Түйін сөздер:**  $^4\text{He}$  кристалл, микрогравитация, асқын аққыштық, вицинал бет.

The growth coefficient of  $^4\text{He}$  crystal which is grown from the superfluid becomes divergently large towards  $T=0$ , and the crystal relaxes to the equilibrium state in a very short period. We have succeeded in cooling  $^4\text{He}$  crystal down to 150 mK by the specially designed dilution refrigerator under microgravity of parabolic flight for 20 seconds. Using this fridge, we were able to obtain beautiful pictures of the crystal with 3 facets, c-, a-, and s-,

under the equilibrium condition at 150 mK for the first time. The movies revealed that the  $^4\text{He}$  crystal on the ground is largely deformed by the gravity. Thanks to obtaining crystal with three facets in the probable equilibrium condition, we were able to determine the Wulff's origin with a pretty good accuracy. Once the origin is determined, the surface energy of each facet is derived, using the known c-facet surface energy as a reference. At the same

time, the facet size (c-facet) and the functional form of the vicinal surface next to c-facet were determined. Surprisingly, the size of c-facet of the

crystal was very small, and then the flat looking plane was found to be the vicinal surface, not the facet.



**Figure 1** – Left:  $^4\text{He}$  crystal under 1G. The horizontal flat surface is the rough surface.  $T=150$  mK. Right: The same crystal under microgravity. There are three facets appearing

*This work is done in cooperation with Takuya Takahashi and Ryuji Nomura. We would like to*

*thank JAXA for the support as «Ground-based Research Announcement».*