

有馬先生の会  
(財)人材開発センター-富士研究所(富士吉田)  
2010年8月9日

# 好奇心があるから 前へ進める

外村 彰

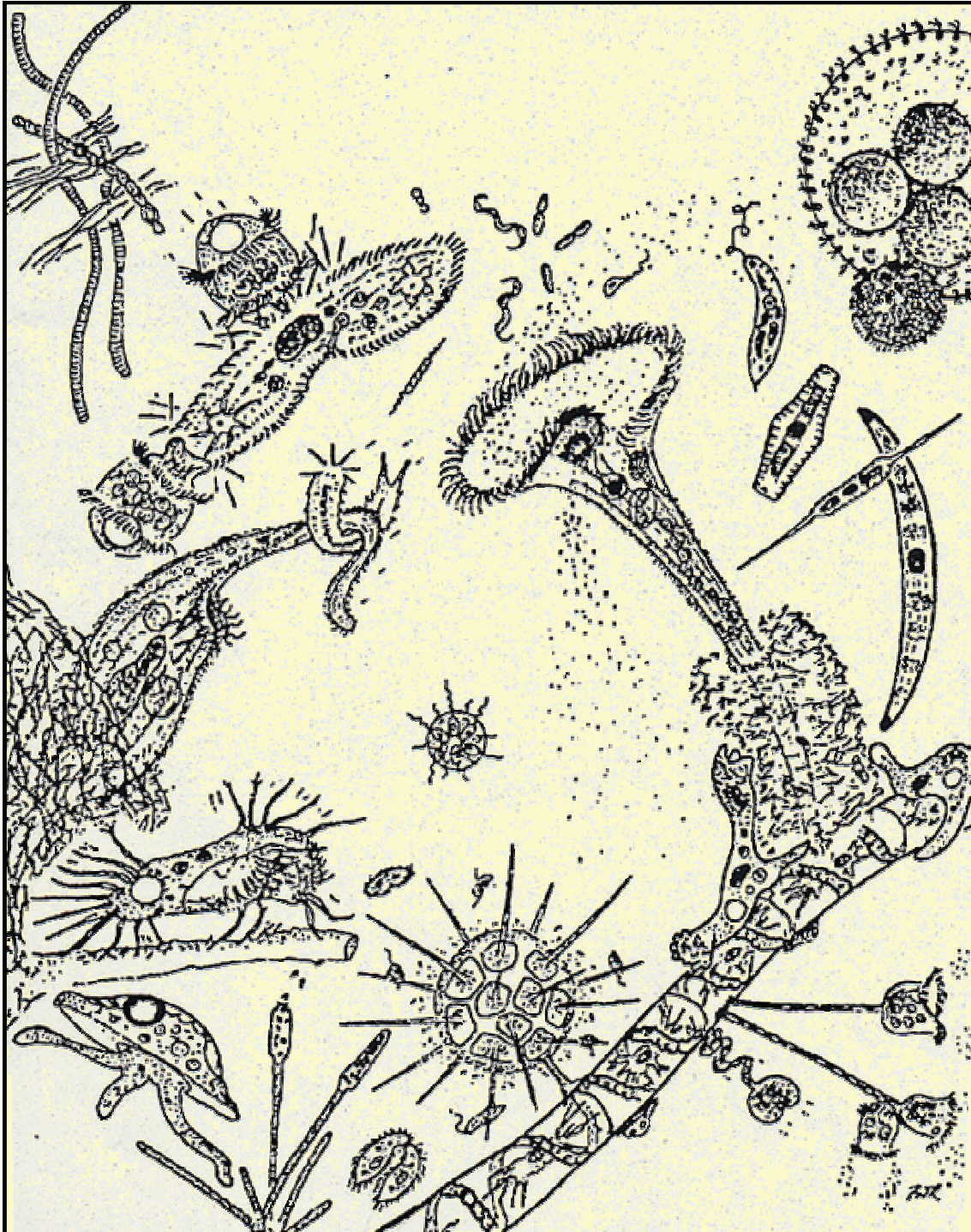
日立、理研

- Newton -



# 天井板の年輪



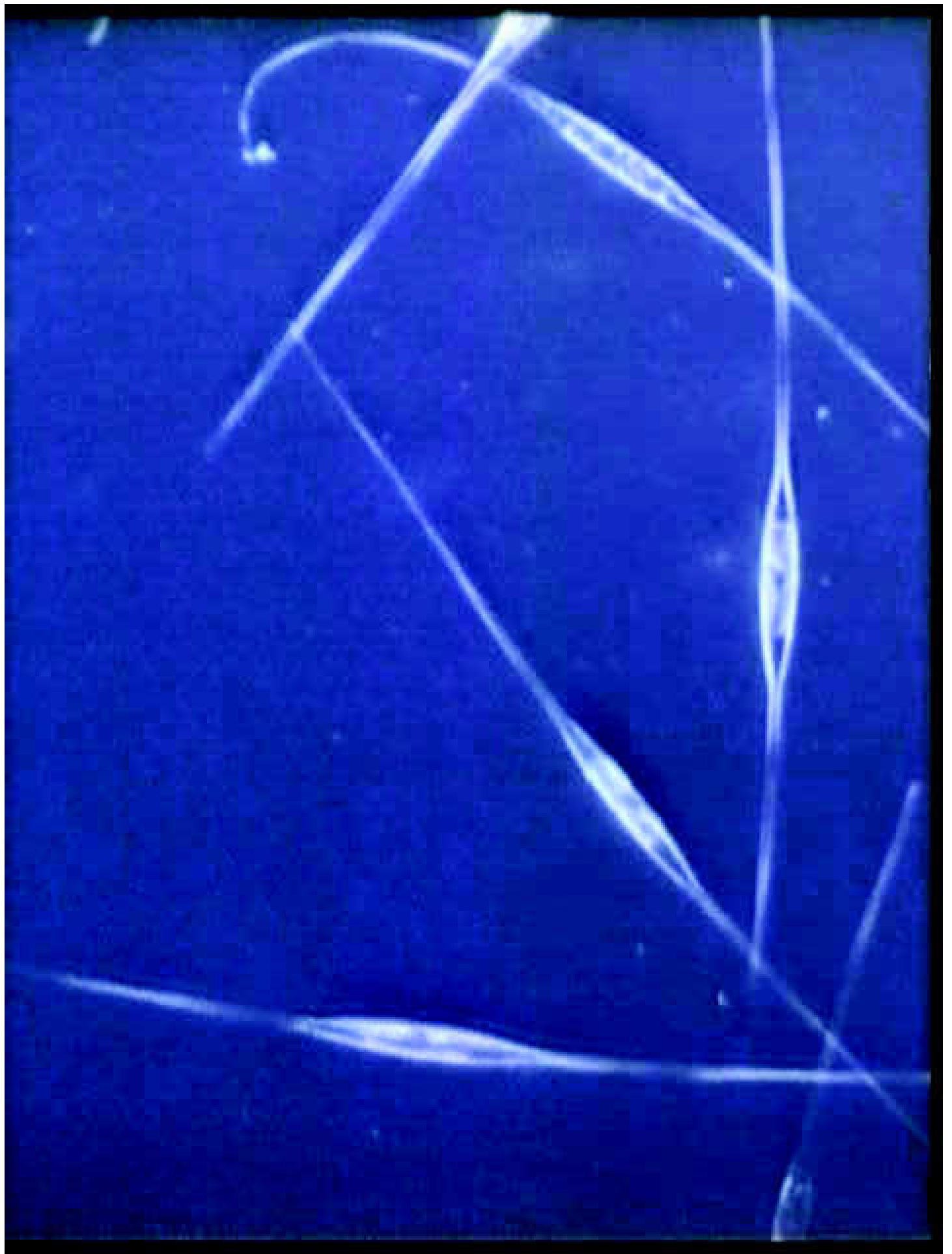


*A BioMEDIA  
TEACHING RESOURCE*

*MICRO-LIFE PART I*

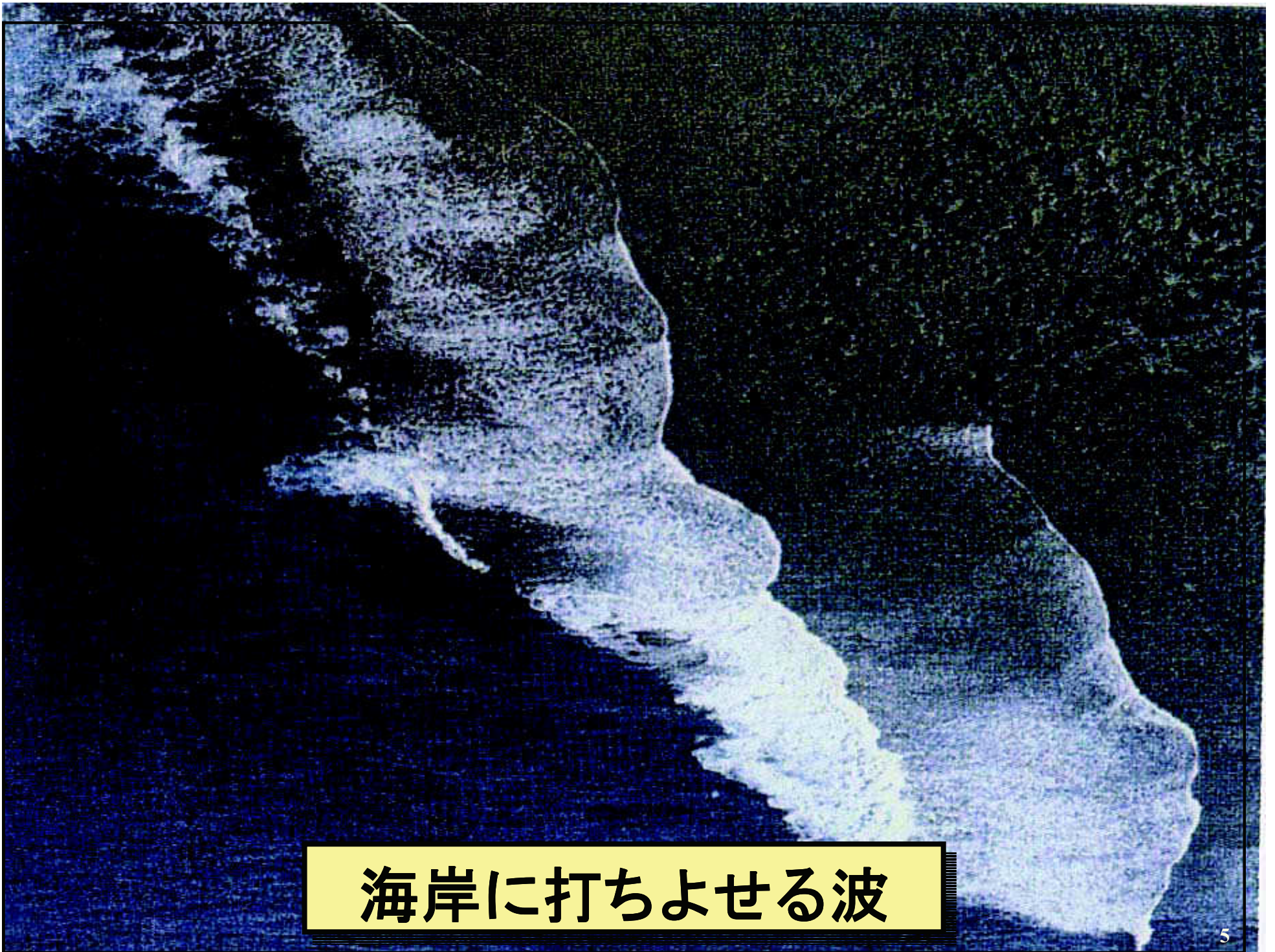
*(BACTERIA, FLAGELLATES,  
AMOEBAS)*

28 MINUTES





レーウエンフック（オランダ, 1632-1723）



海岸に打ちよせる波

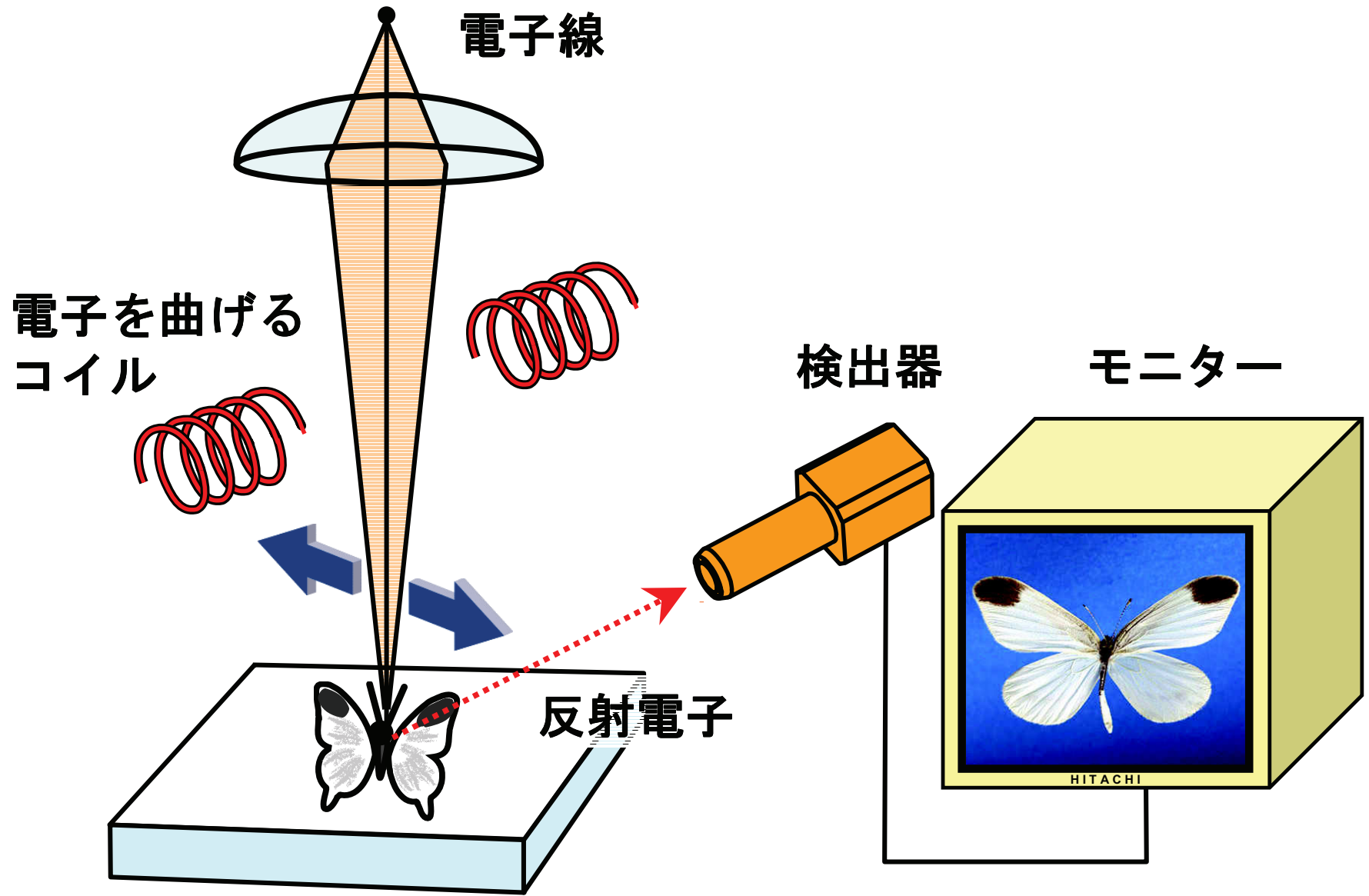
# Miniscope™



ミニスコープ（卓上顕微鏡）

20 cm





# 走査電子顕微鏡の原理

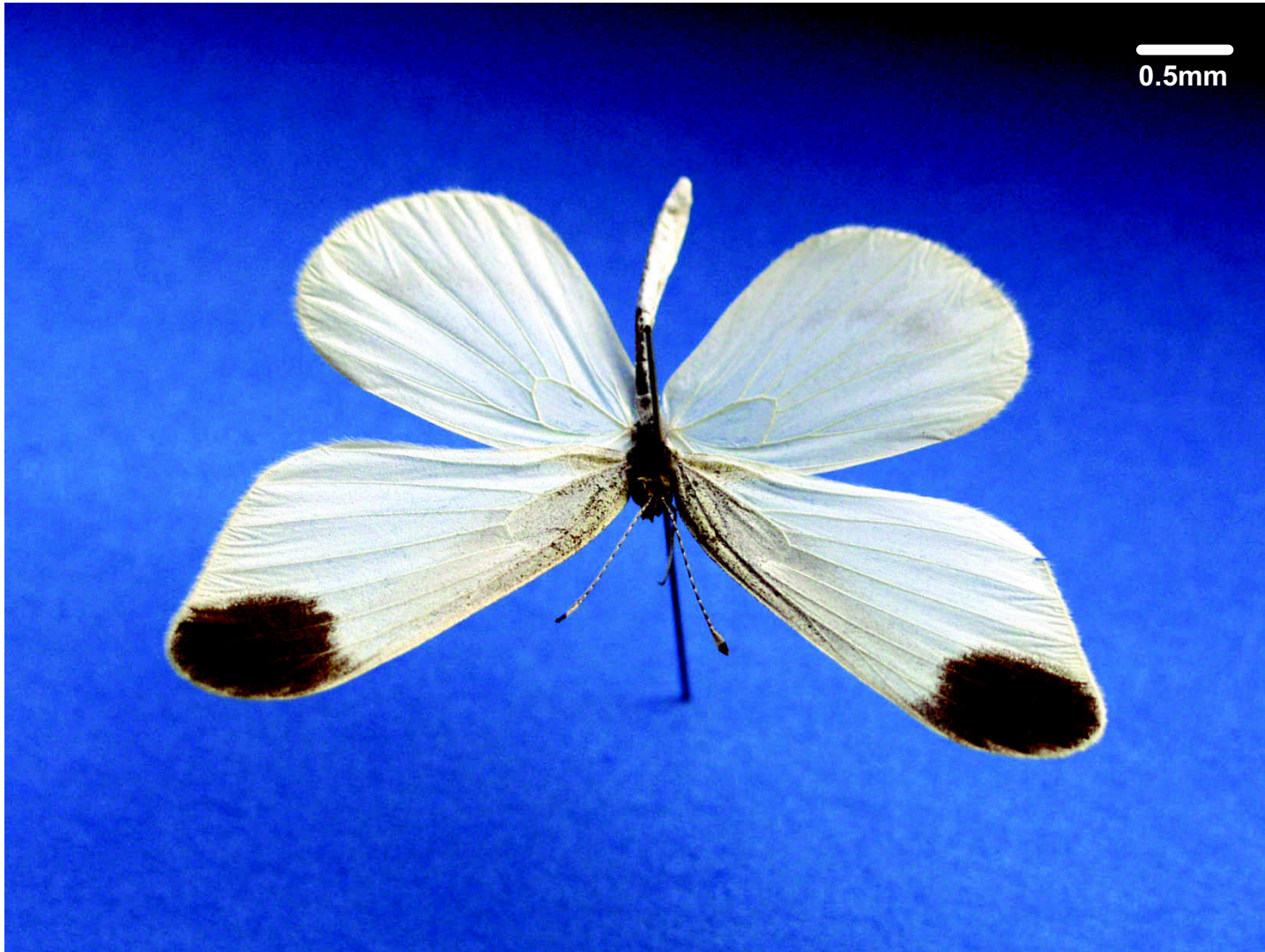


見えないものなら、  
見たいじゃないか。

第18回 朝日ヤングセッション

外村彰講演会

「好奇心があるから前へ進める」



ヒメシロチョウ

写真提供：日立ハイテクノロジーズ



ヒメシロチヨウ

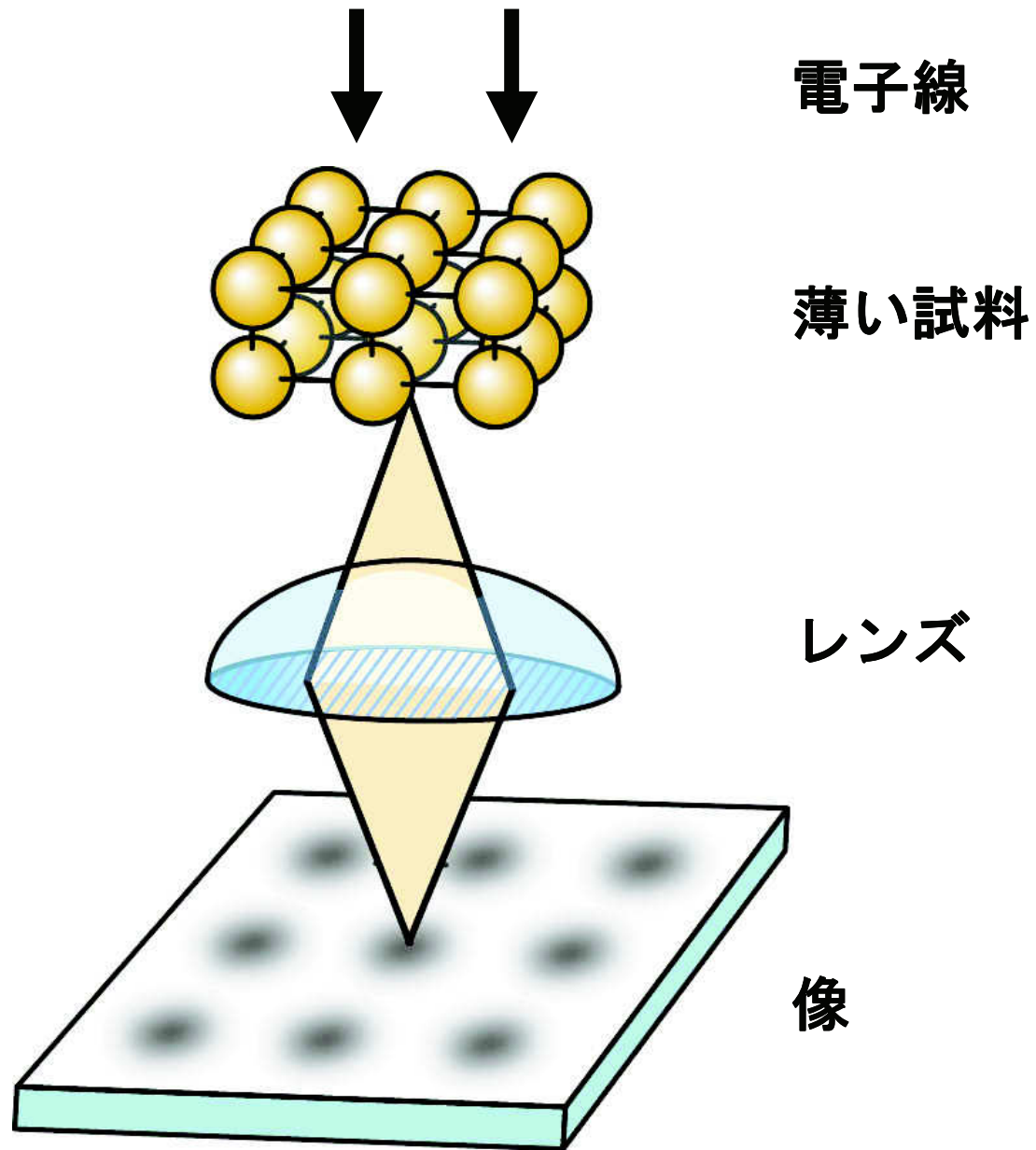
# Miniscope™



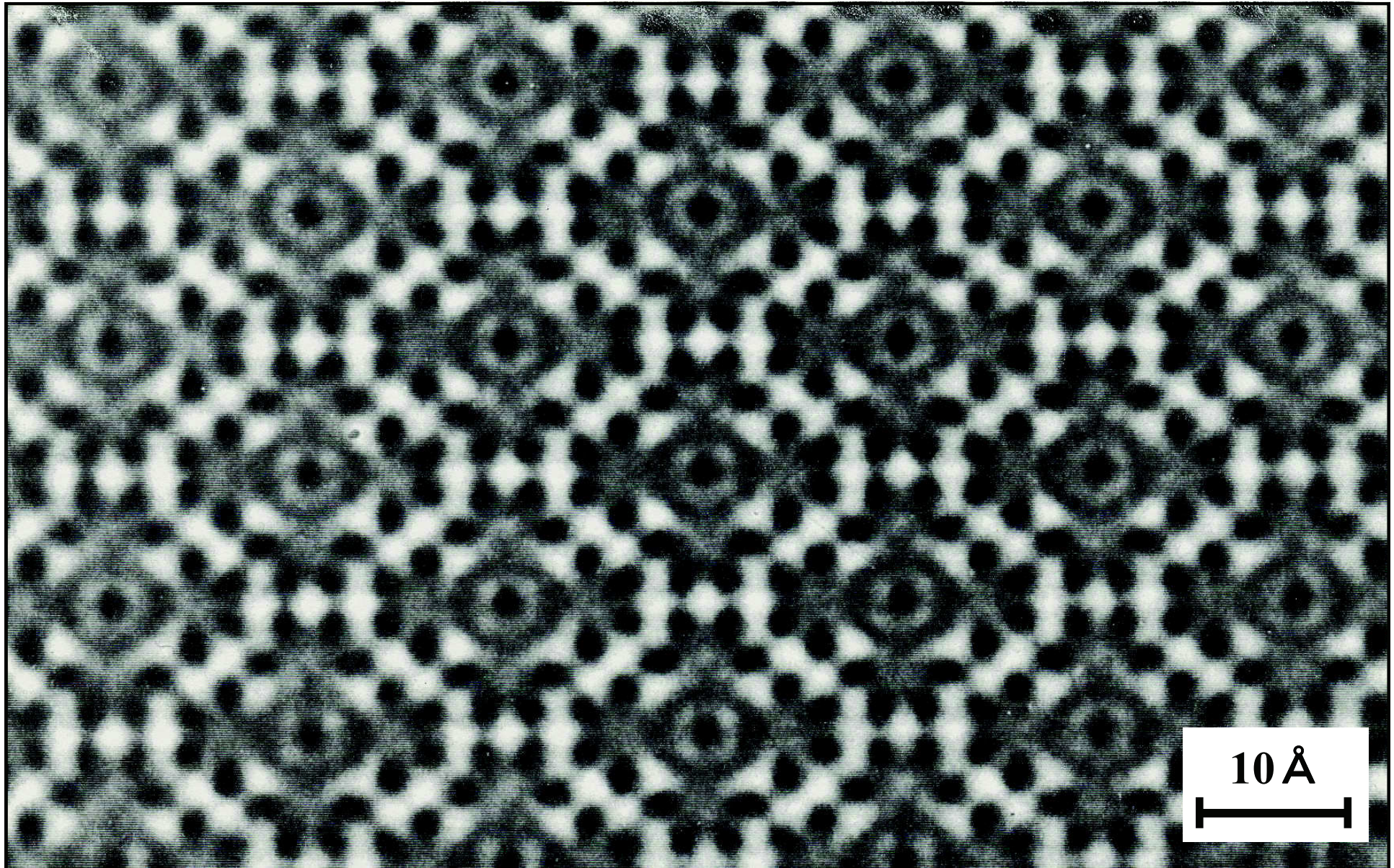
ミニスコープ（卓上顕微鏡）

20 cm

# 透過型 電子顯微鏡



## 透過型電子顕微鏡の原理



塩化銅フタロシアニン

— 植田 夏先生提供 —  
(京都大学)



カーボンナノチューブ

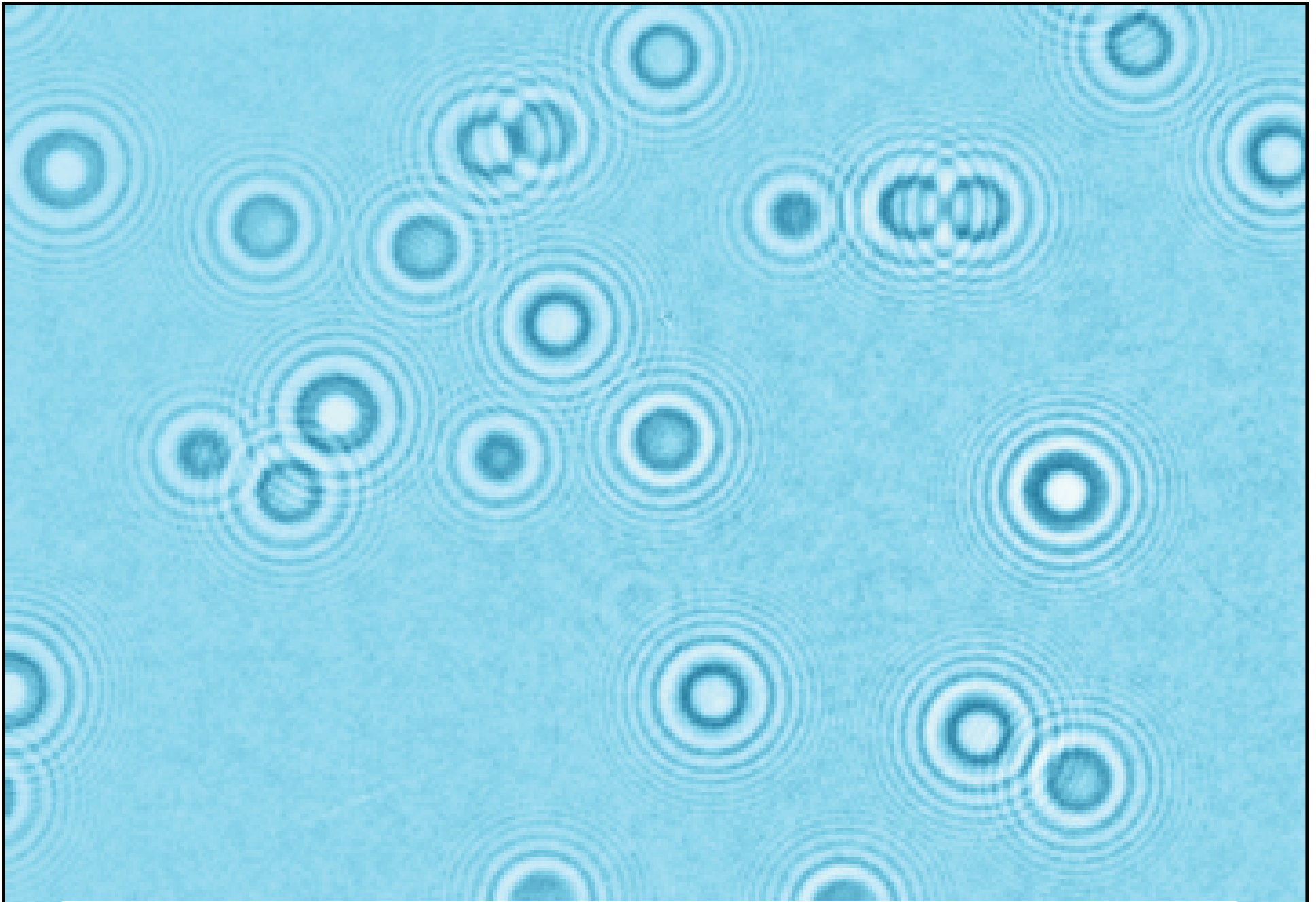
$C_{60}$  + 重原子

— 飯島澄男 —

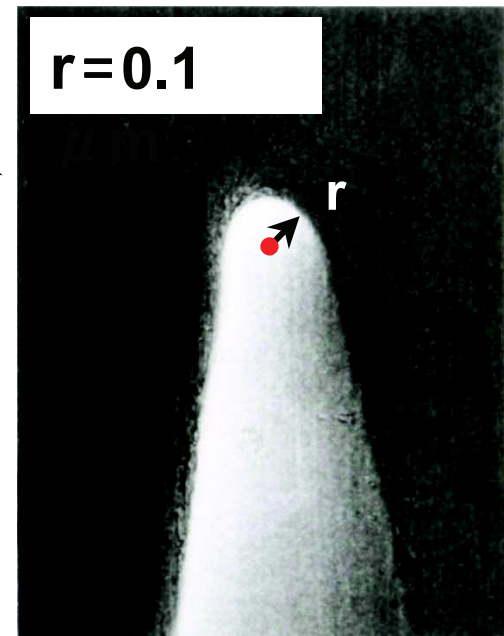
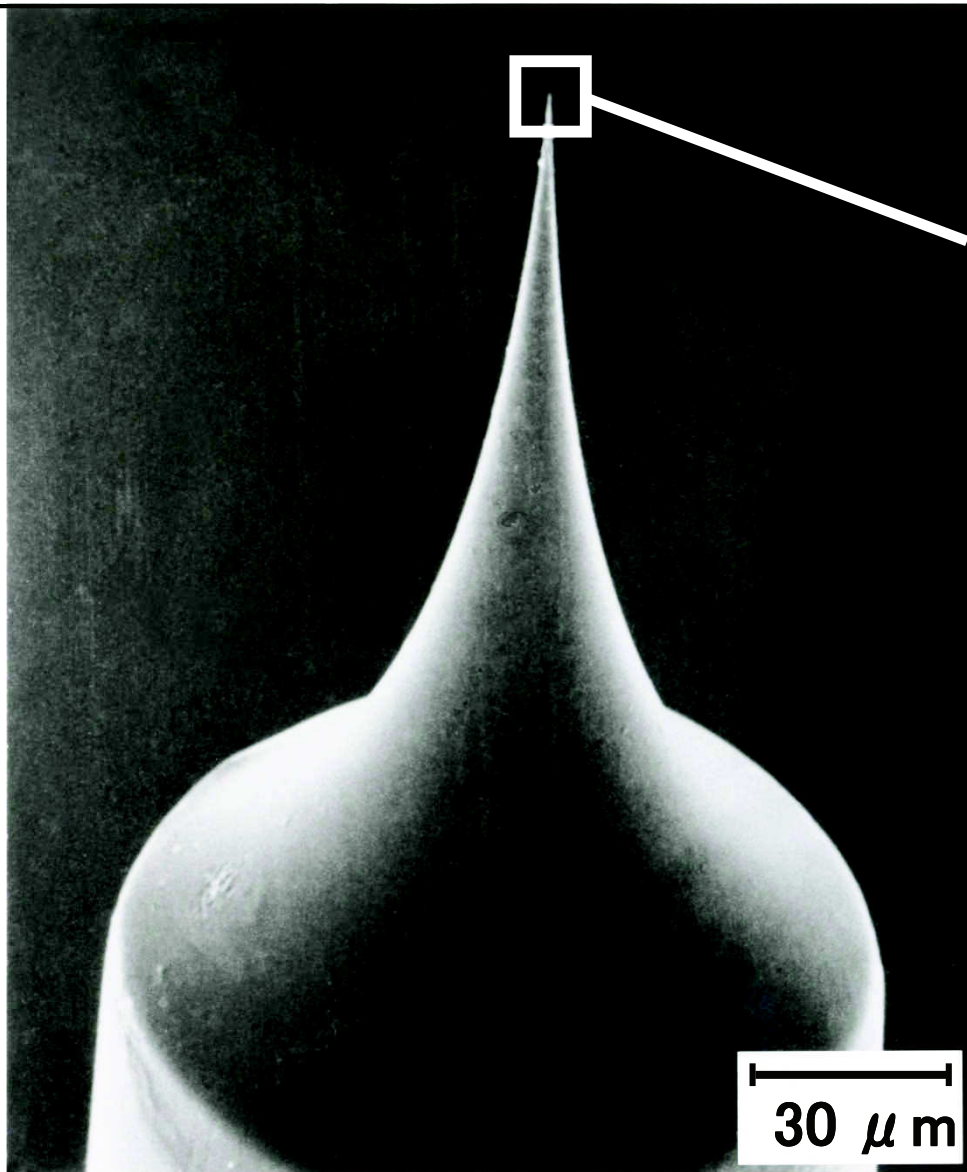
# 日立中央研究所

- 設立：1942年4月（昭和17年）
- 理念：現在の事業を支えつつ、  
10年、20年先を目指した研究を行う





薄い膜にあいた小さな孔から出た電子の波紋

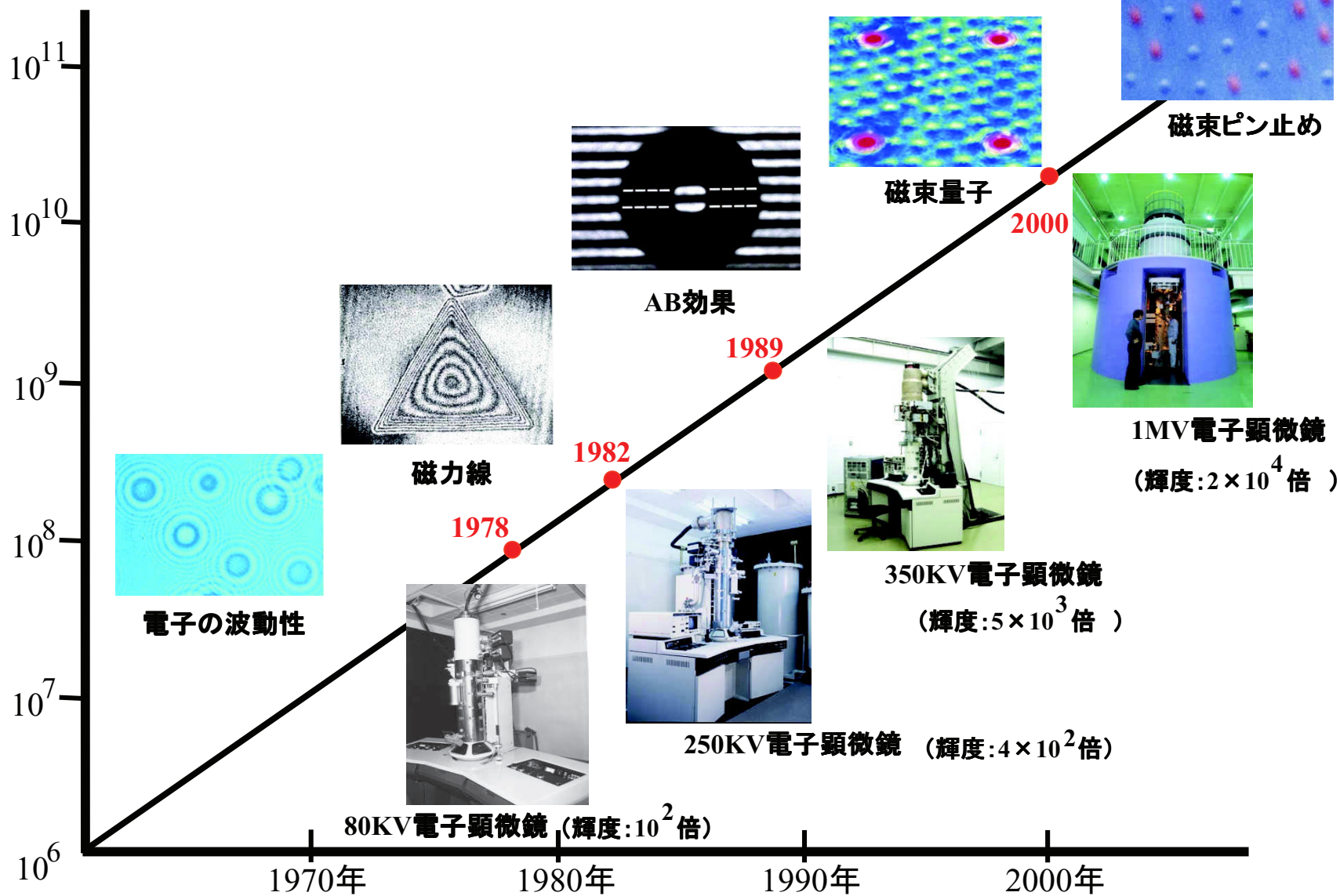


拡大写真

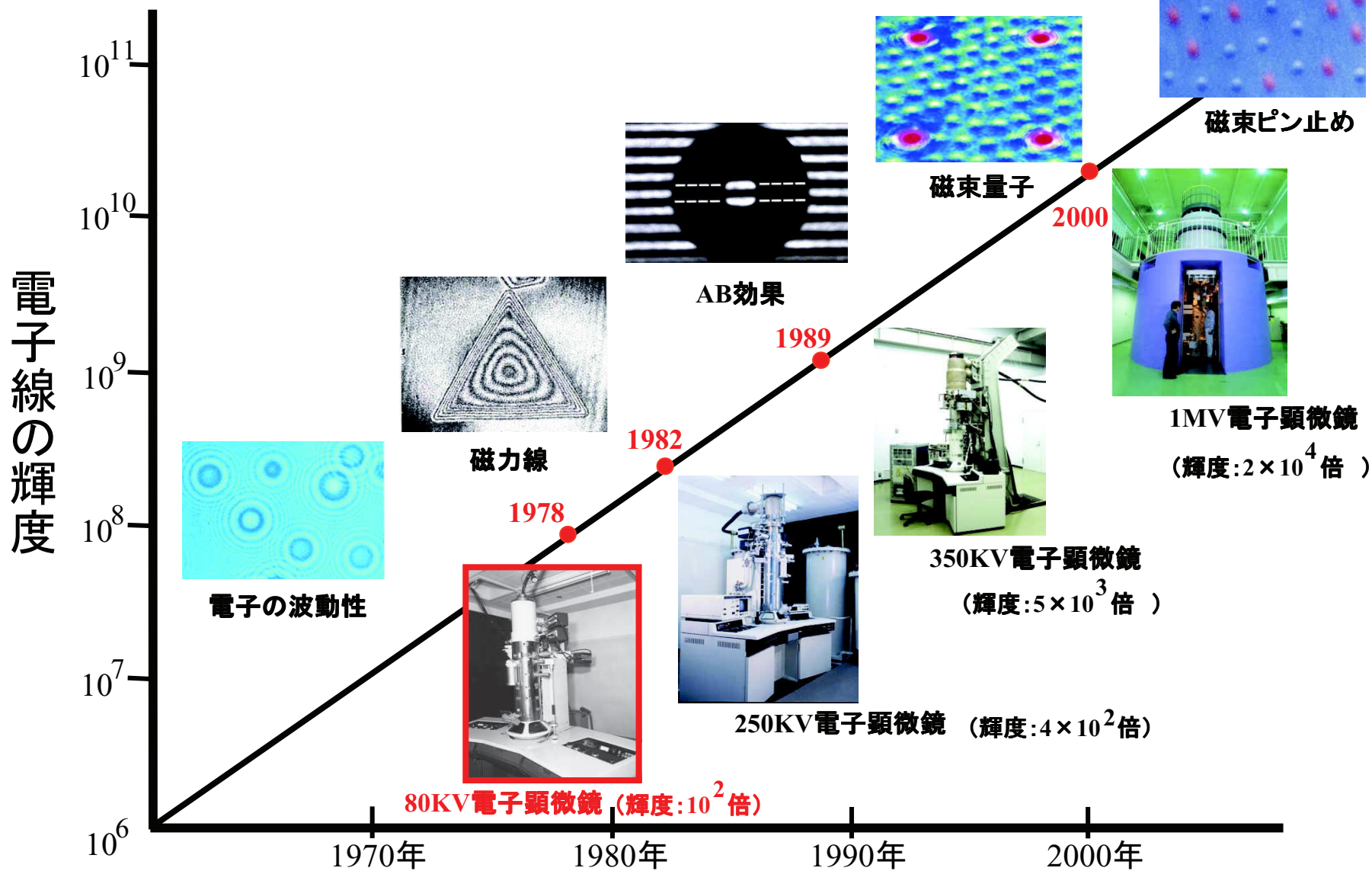
電圧をかけたただけで出てくる高輝度

## 電子線用の針

電子線の輝度

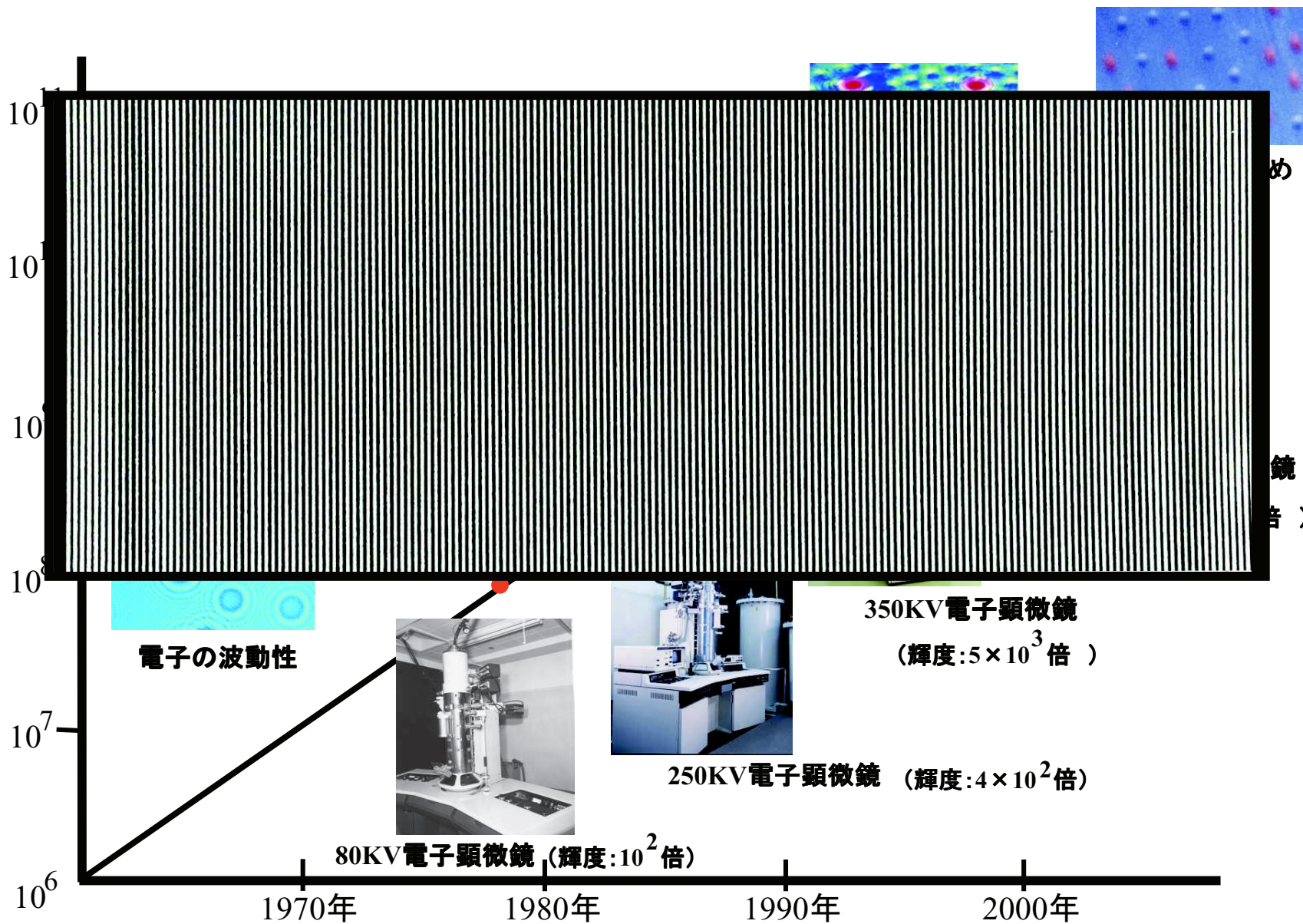


# 電界放出電子顕微鏡開発の歴史

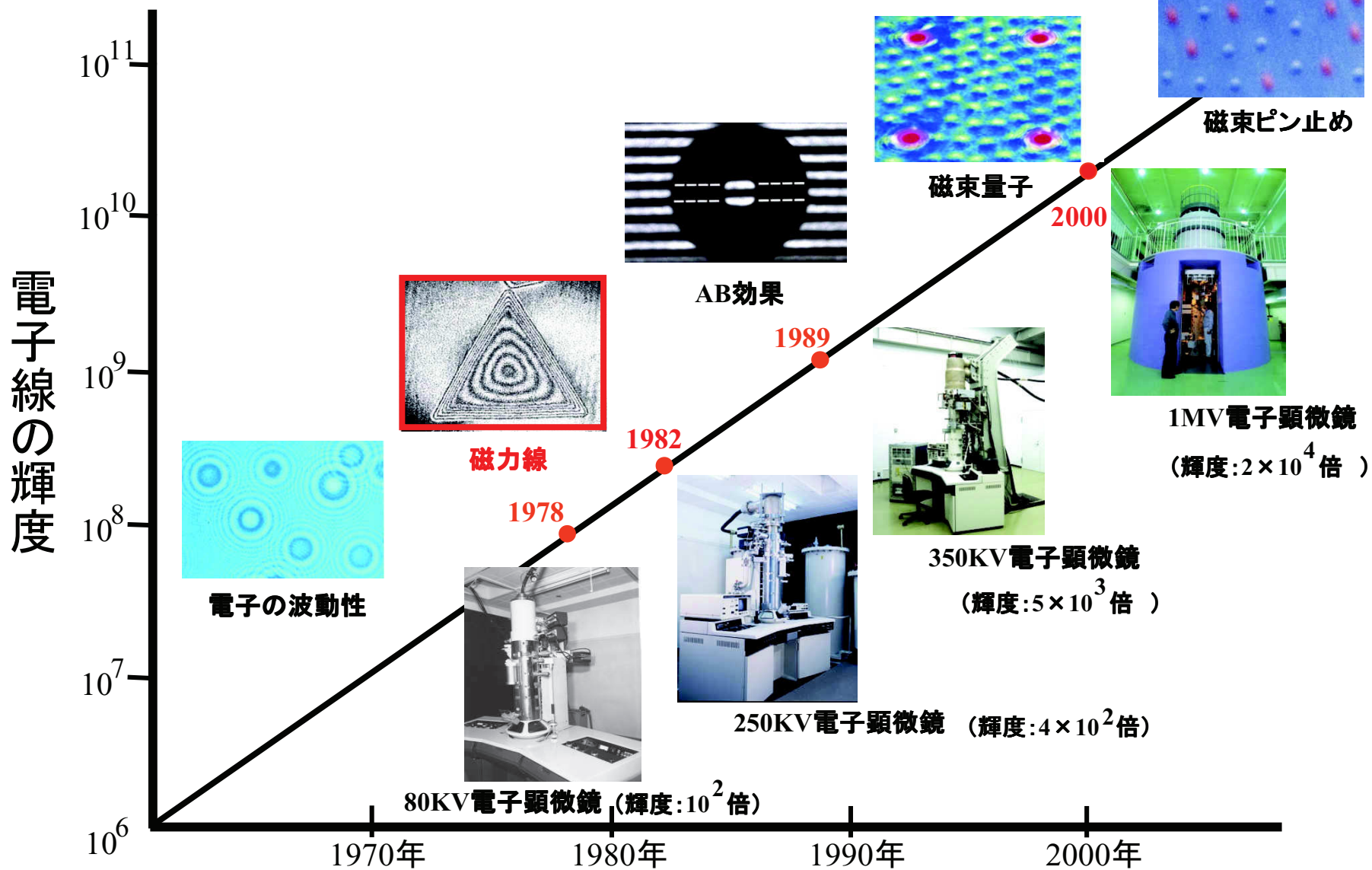


# 電界放出電子顕微鏡開発の歴史

電子線の輝度

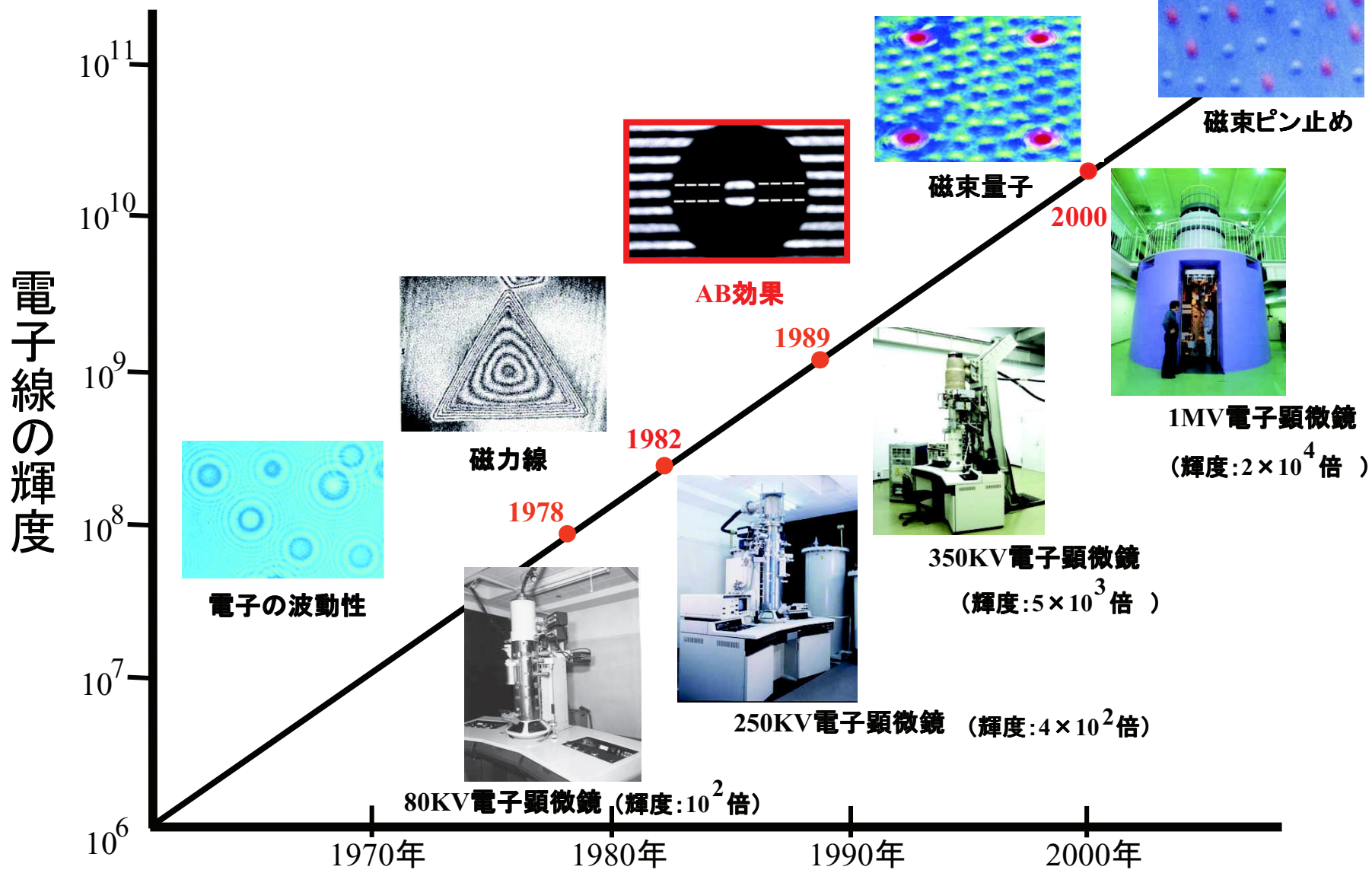


# 電界放出電子顕微鏡開発の歴史

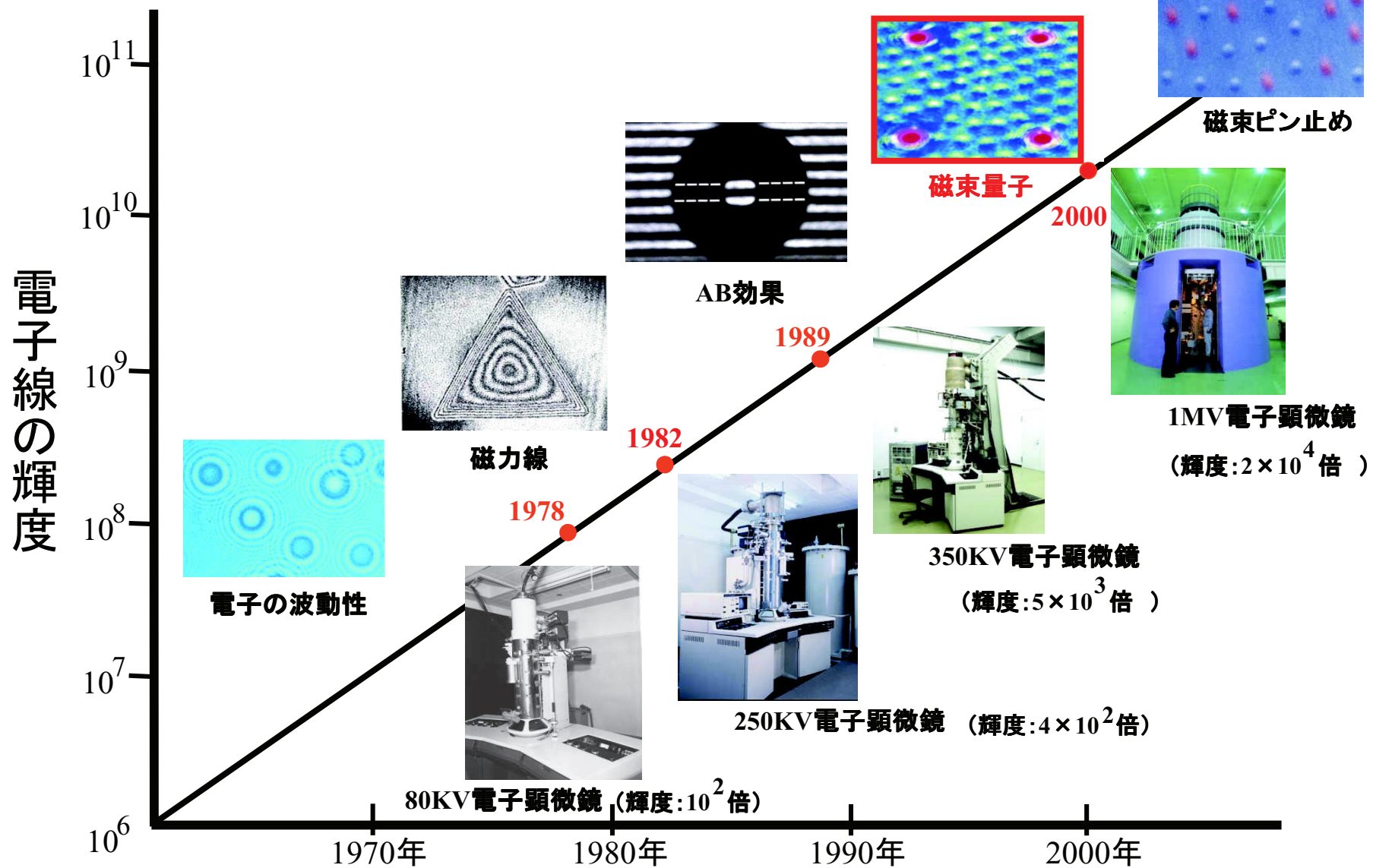


# 電界放出電子顕微鏡開発の歴史

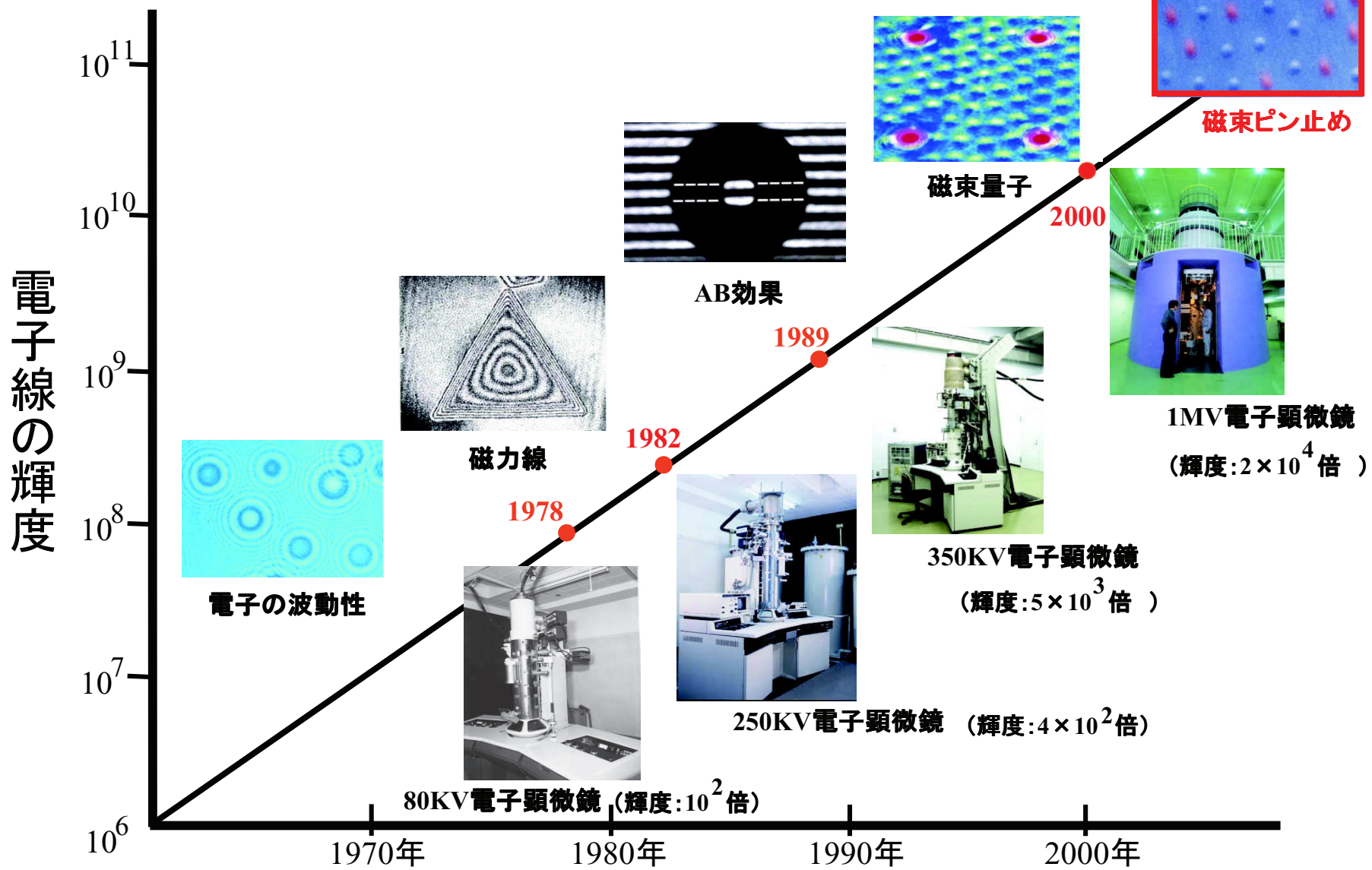




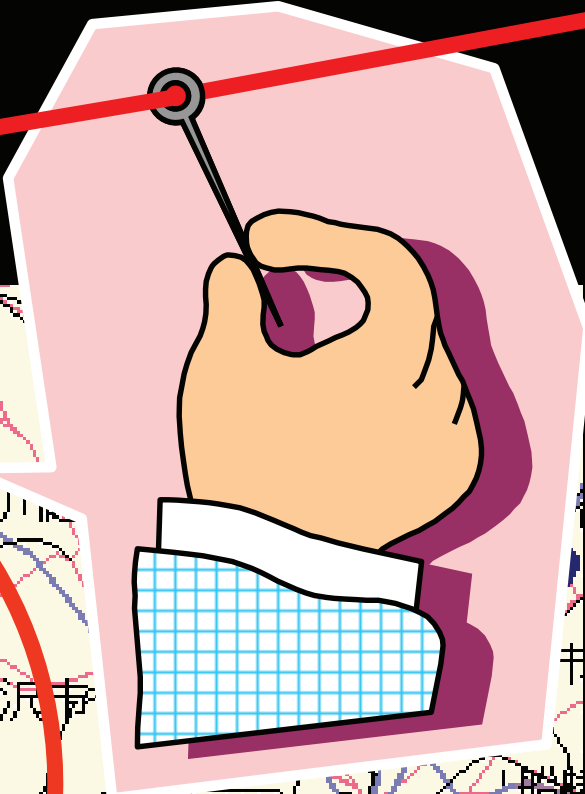
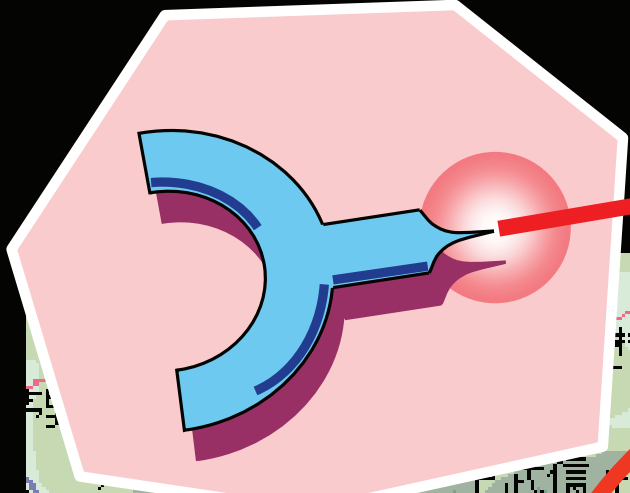
# 電界放出電子顕微鏡開発の歴史



# 電界放出電子顕微鏡開発の歴史



# 電界放出電子顕微鏡開発の歴史





日立基礎研究所(埼玉県鳩山町)



日立基礎研究所(埼玉県鳩山町)



日立基礎研究所(埼玉県鳩山町)



日立基礎研究所(埼玉県鳩山町)





日立基礎研究所(埼玉県鳩山町)

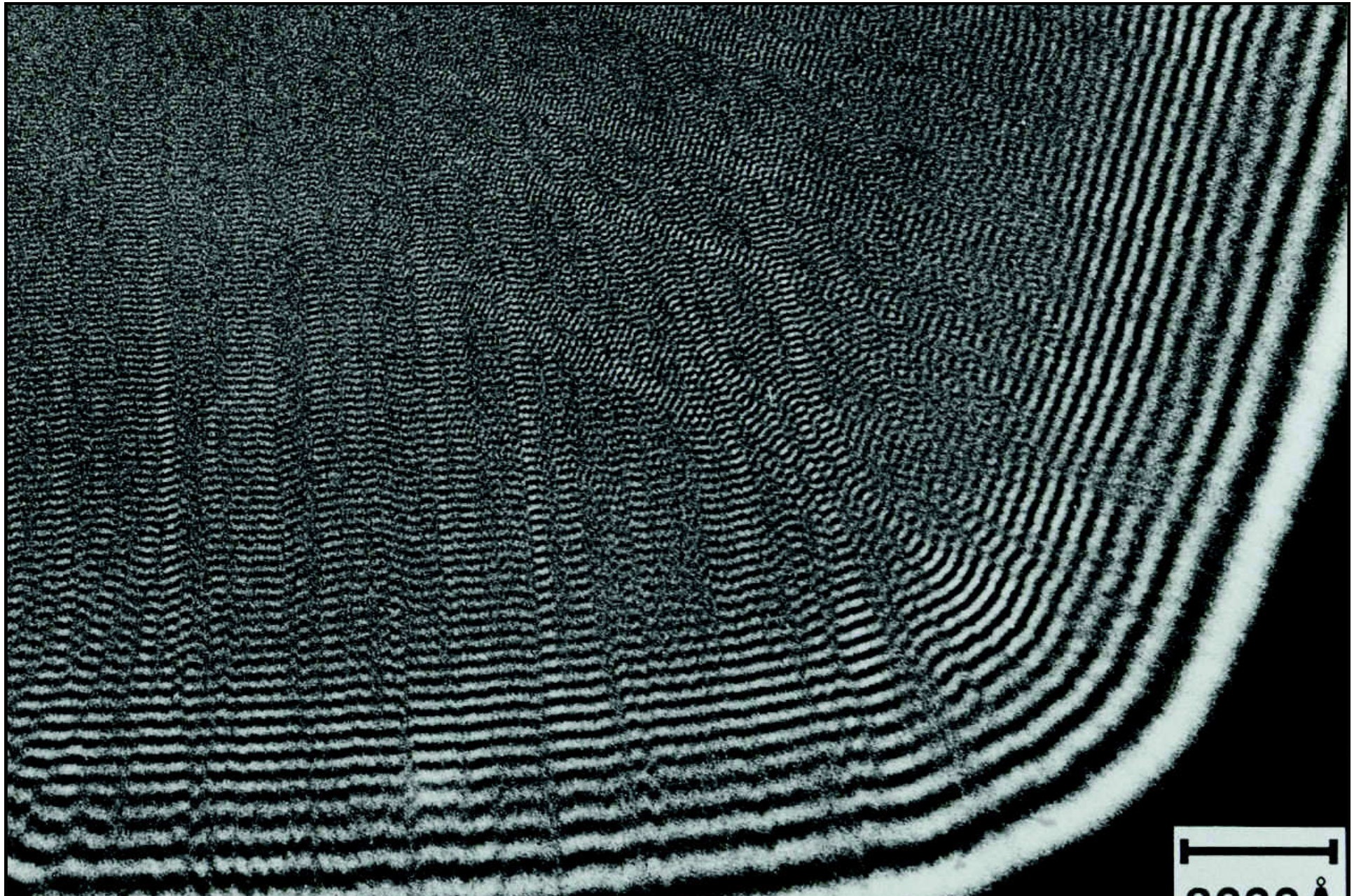


日立基礎研究所(埼玉県鳩山町)

デモ

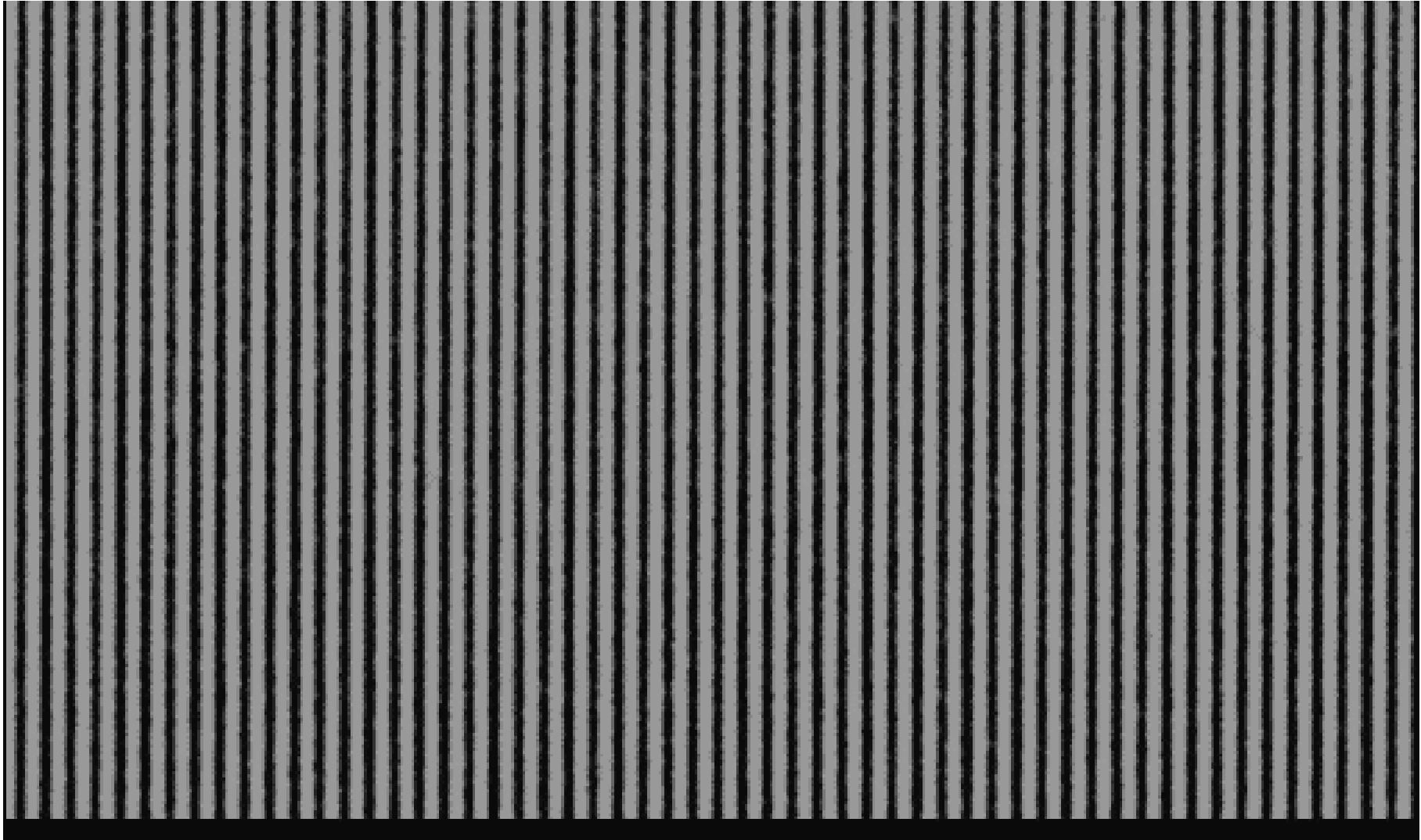


Triebenberg Laboratory (ドイツ)

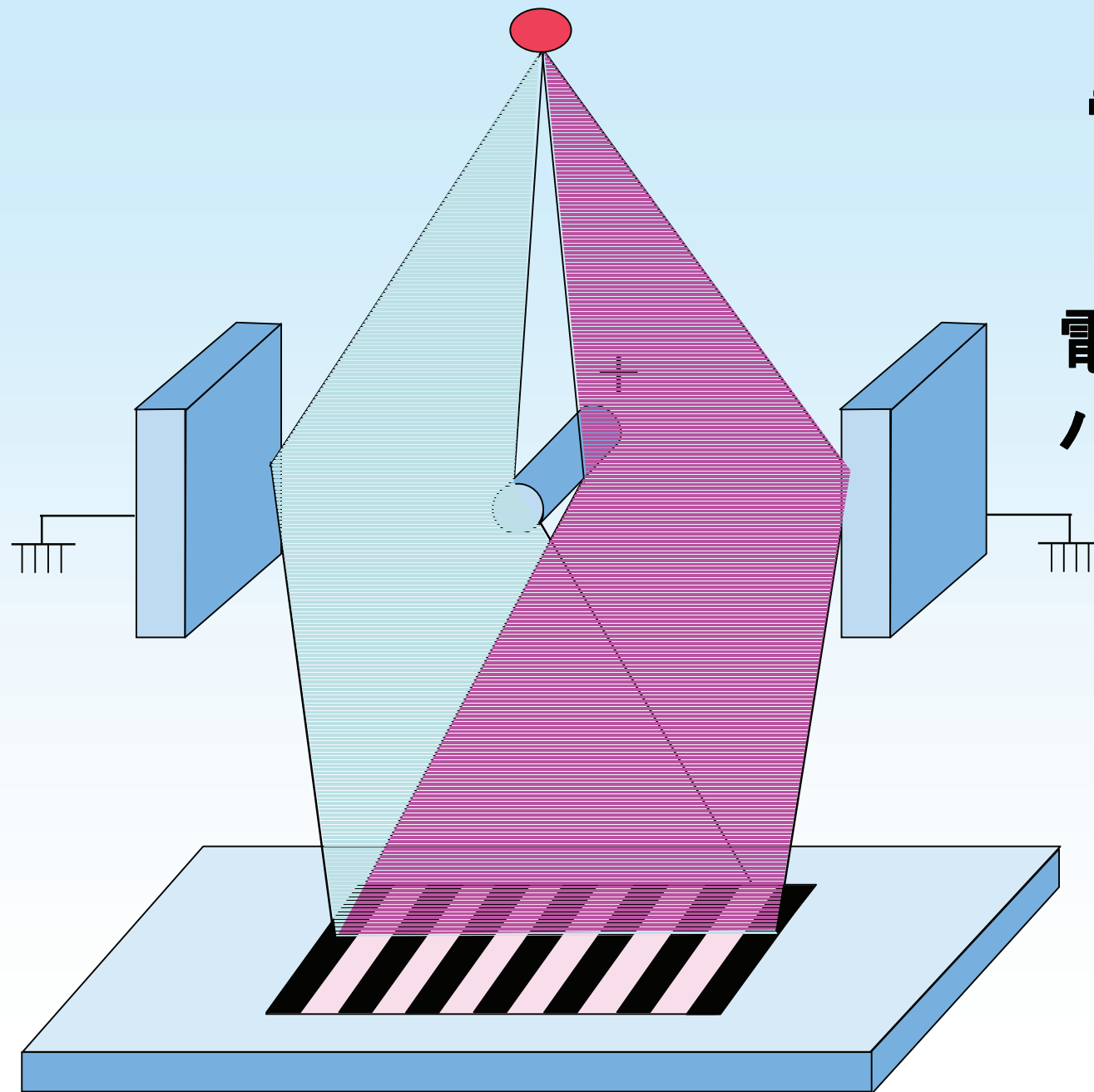


3000Å

膜の縁から生じた波紋（フレネル縞）



電子線バイプリズム干渉縞



電子線

電子線  
バイプリズム

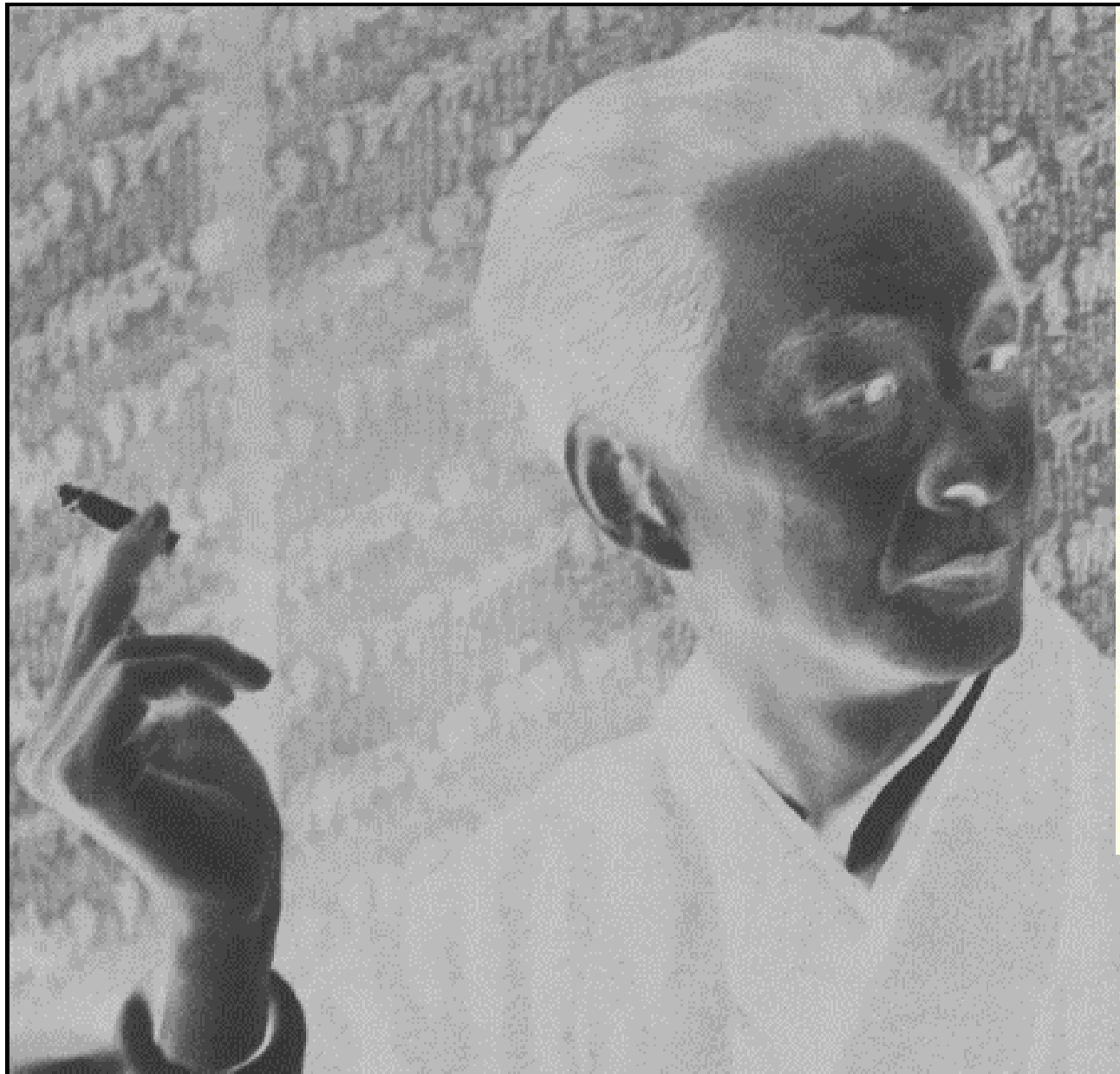
干渉縞

# 光子の裁判

—ある日の夢—

“We must now describe the photon as going partly into each of two components into which the incident beam is split.” P. A. M. Dirac

*Principle of Quantum Mechanics*



朝永 振一郎 (1965年ノーベル賞)





## R. ファインマン

(1965年 ノーベル賞)

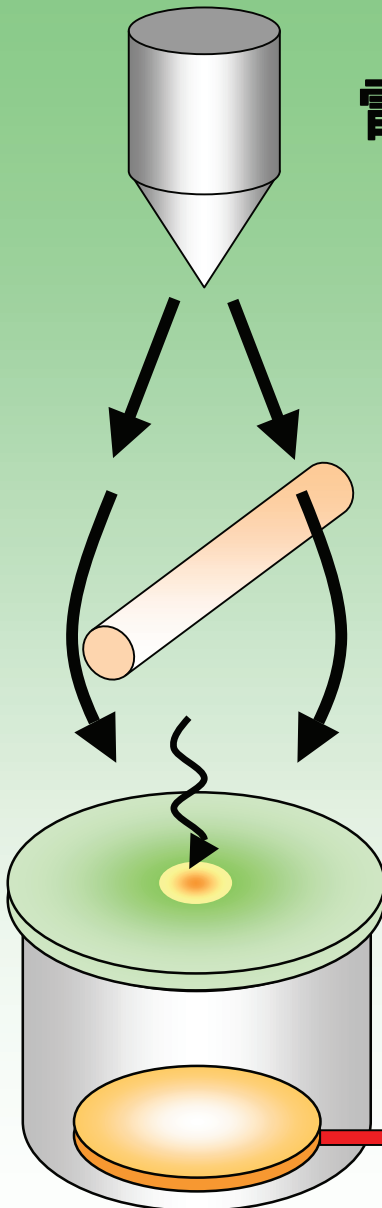
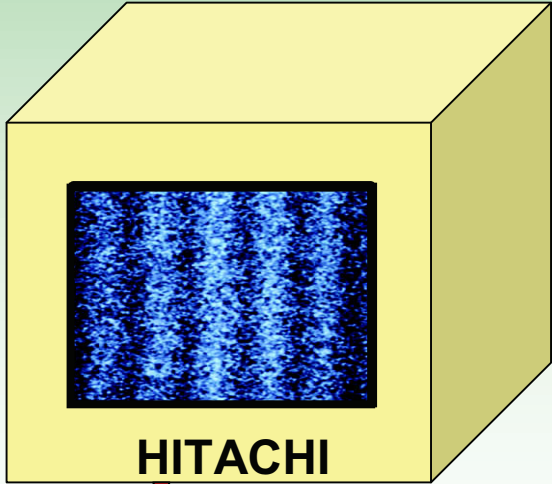
— この実験は、量子力学の真髄を表す実験だが、頭の中で考える実験で実際には実行できない —



電子源

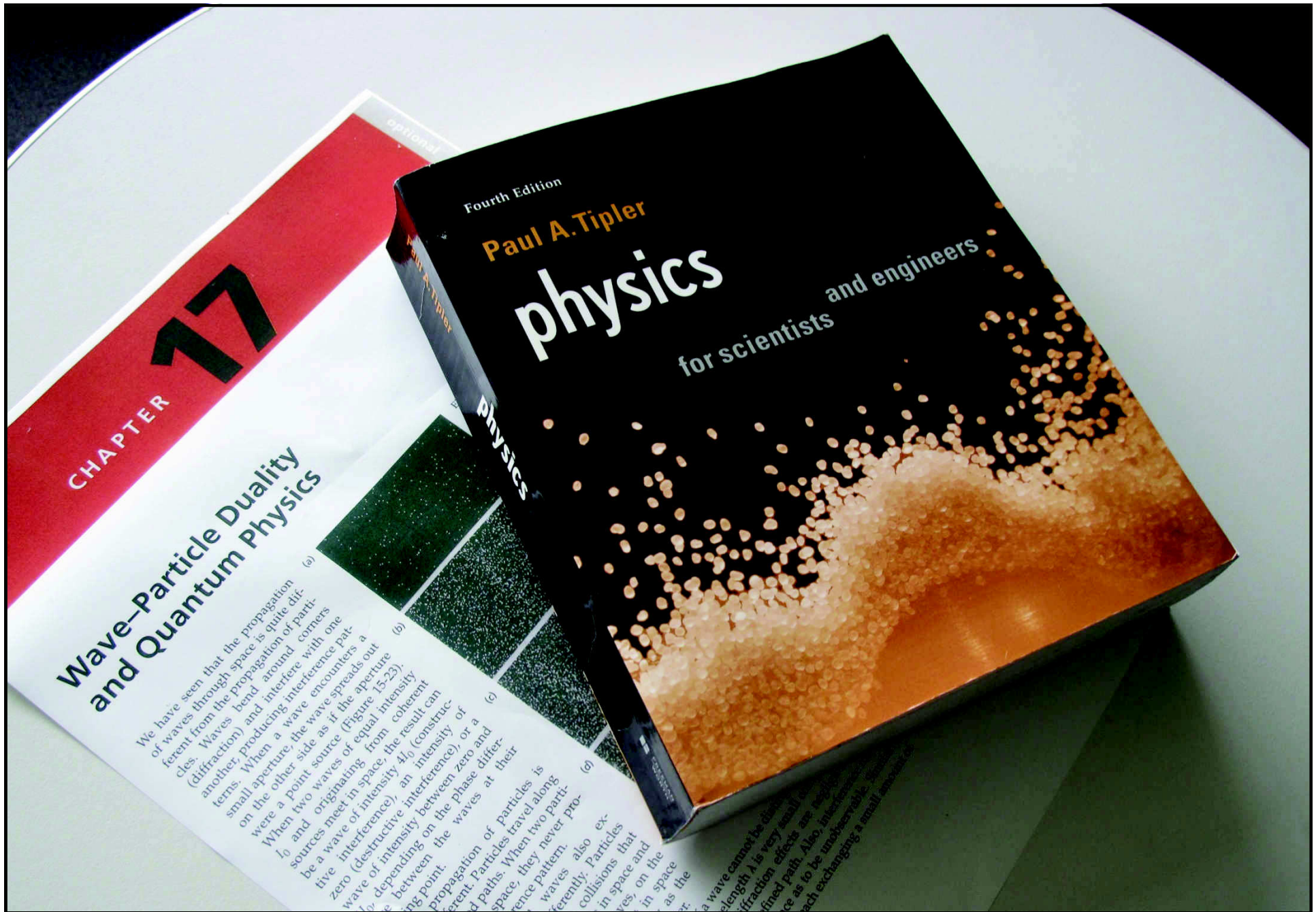
電子線バイプリズム

検出器

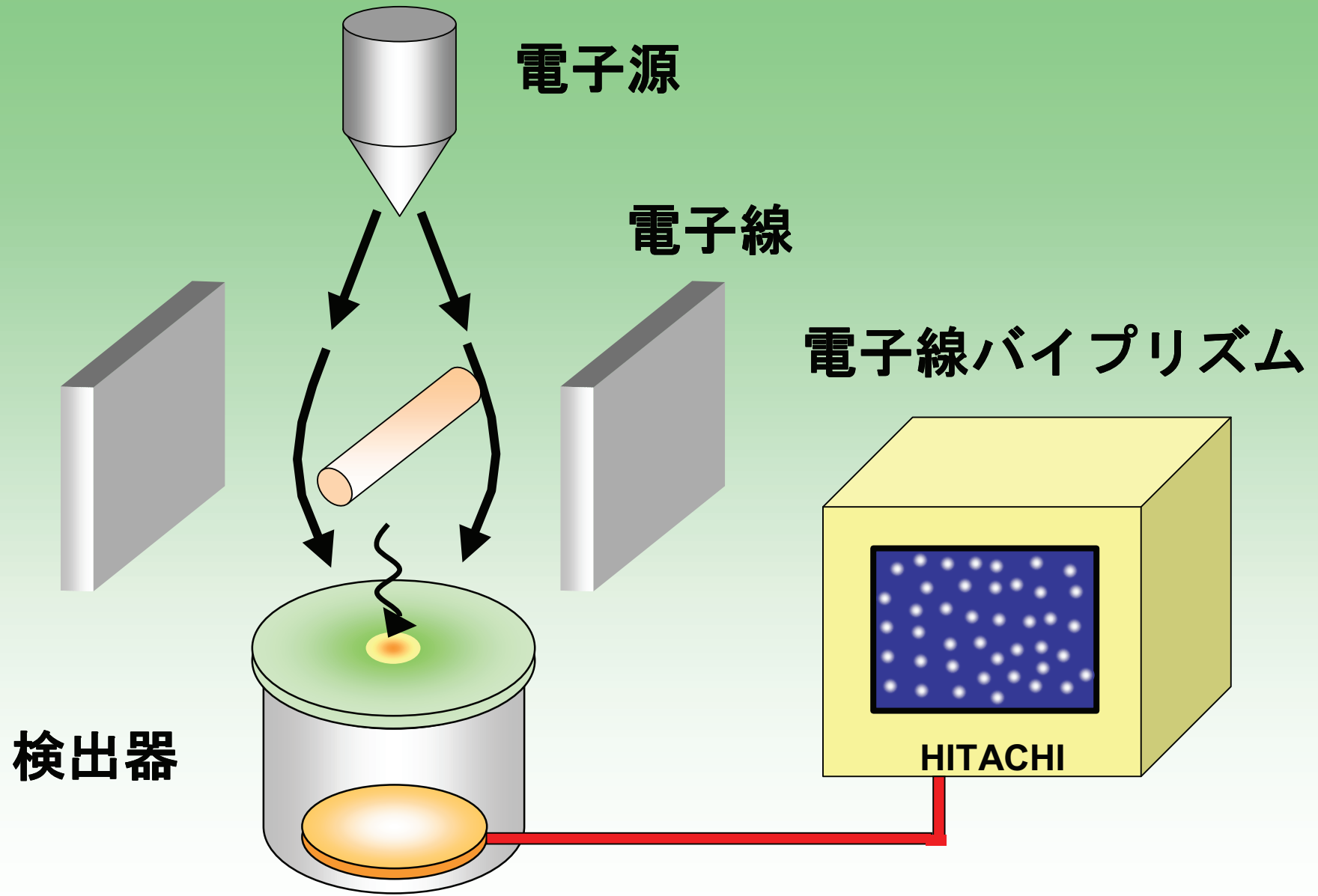


# 最も美しい実験 —トップ・ファイバー—

1. 単一電子干渉に応用したヤングの二重スリットの実験
2. ガリレオの物体落下の実験 (1600s)
3. ミリカンの油滴の実験 (1910s)
4. ニュートンのプリズムによる太陽光の分散実験 (1665-1666)
5. ヤングの光の干渉実験 (1801)



アメリカの教科書に引用された電子の二重スリットの実験









## R. ファインマン

— このミステリーを  
考え込んでしまうと、  
泥沼にはまって  
しまい、一生を  
棒にふるってしまう —



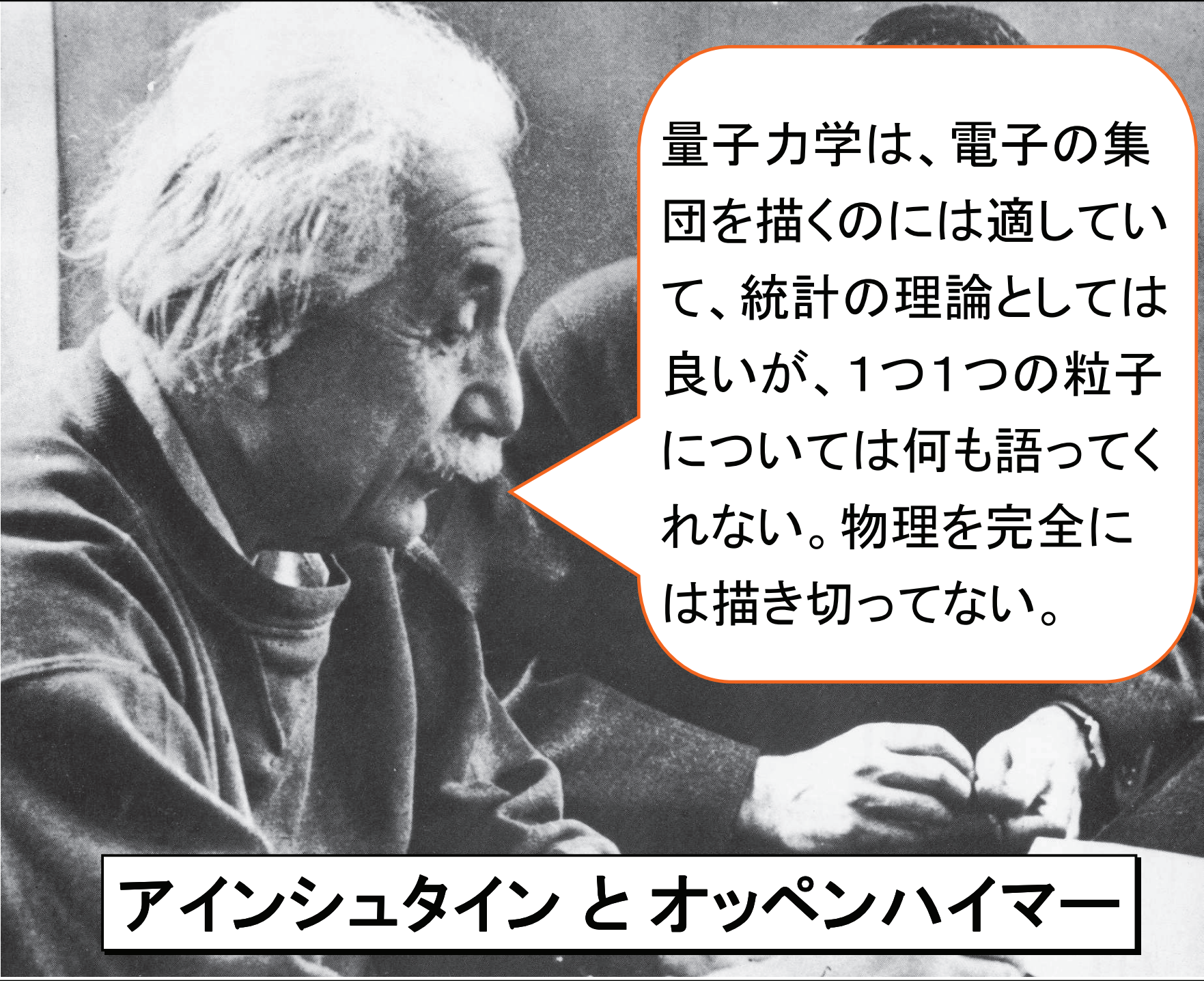
“ビューティフル・マインド”

ジョン・ナッシュ

1957年夏

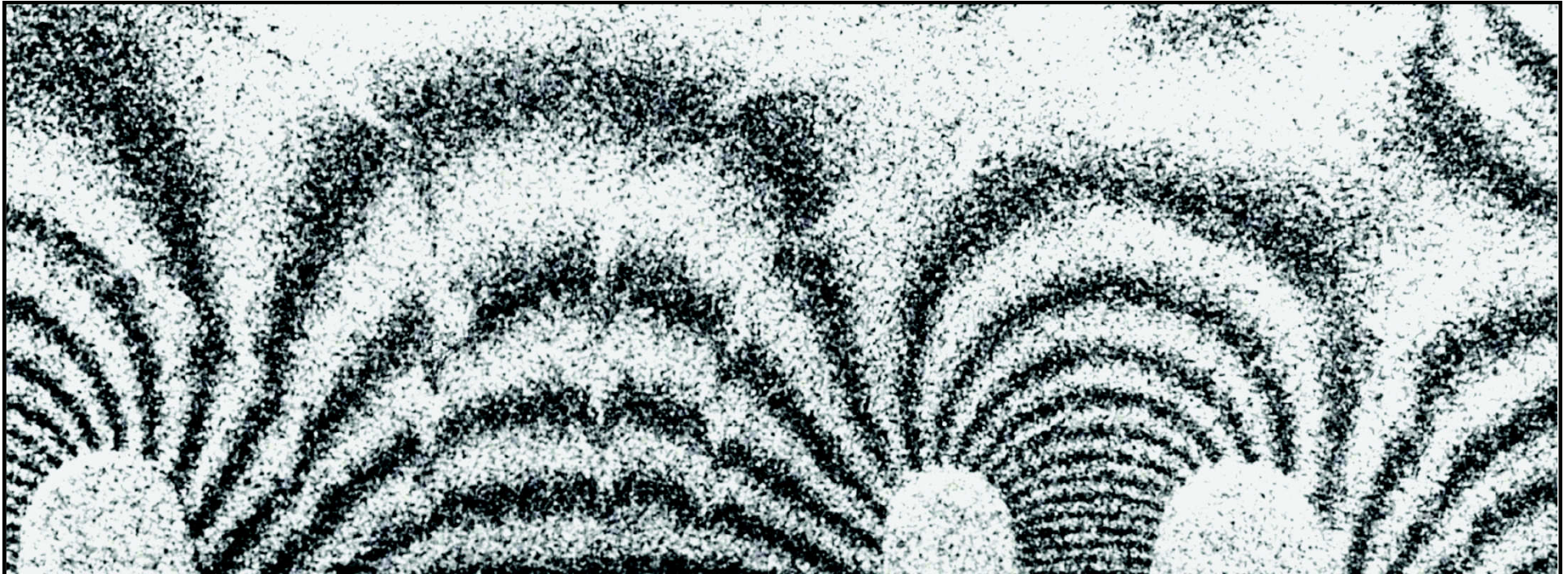
“量子力学の矛盾に挑戦”





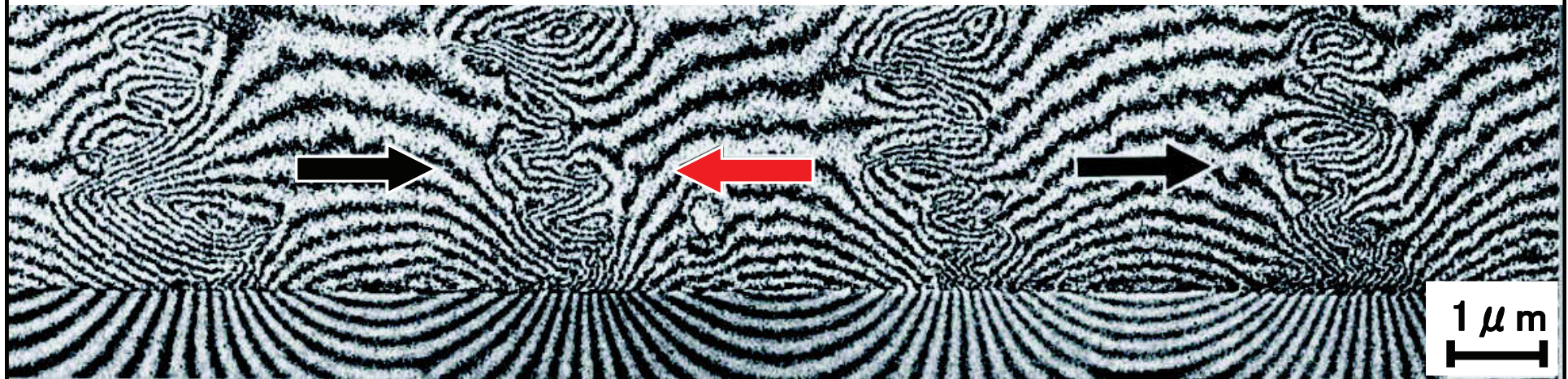
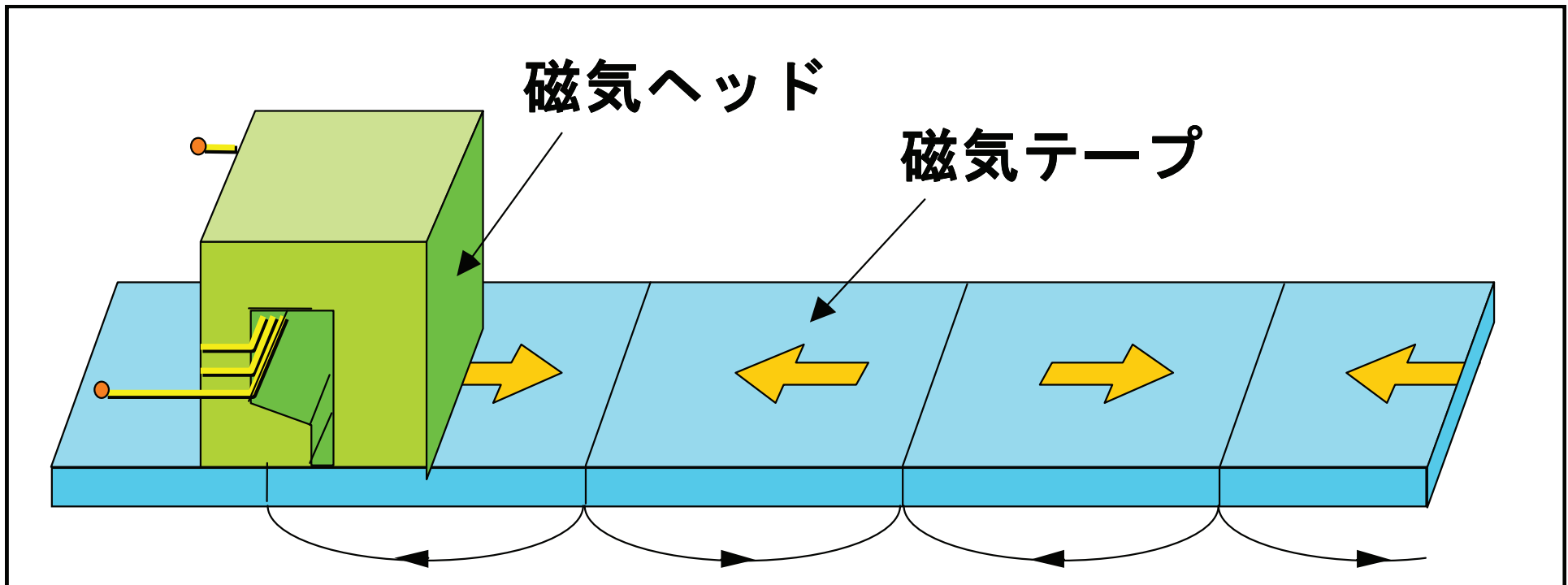
量子力学は、電子の集団を描くのには適していて、統計の理論としては良いが、1つ1つの粒子については何も語ってくれない。物理を完全には描き切っていない。

**アインシュタイン と オッペンハイマー**

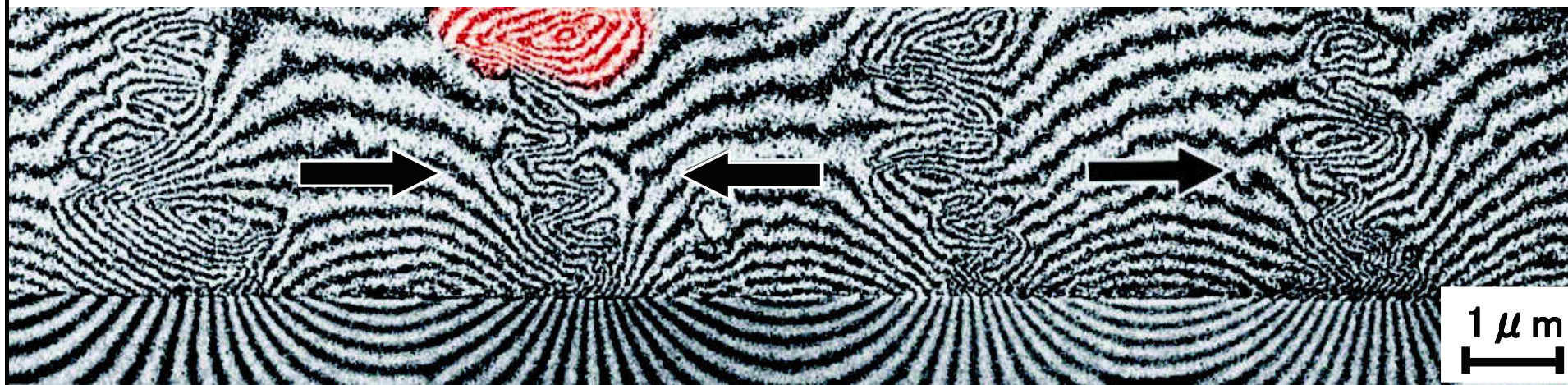
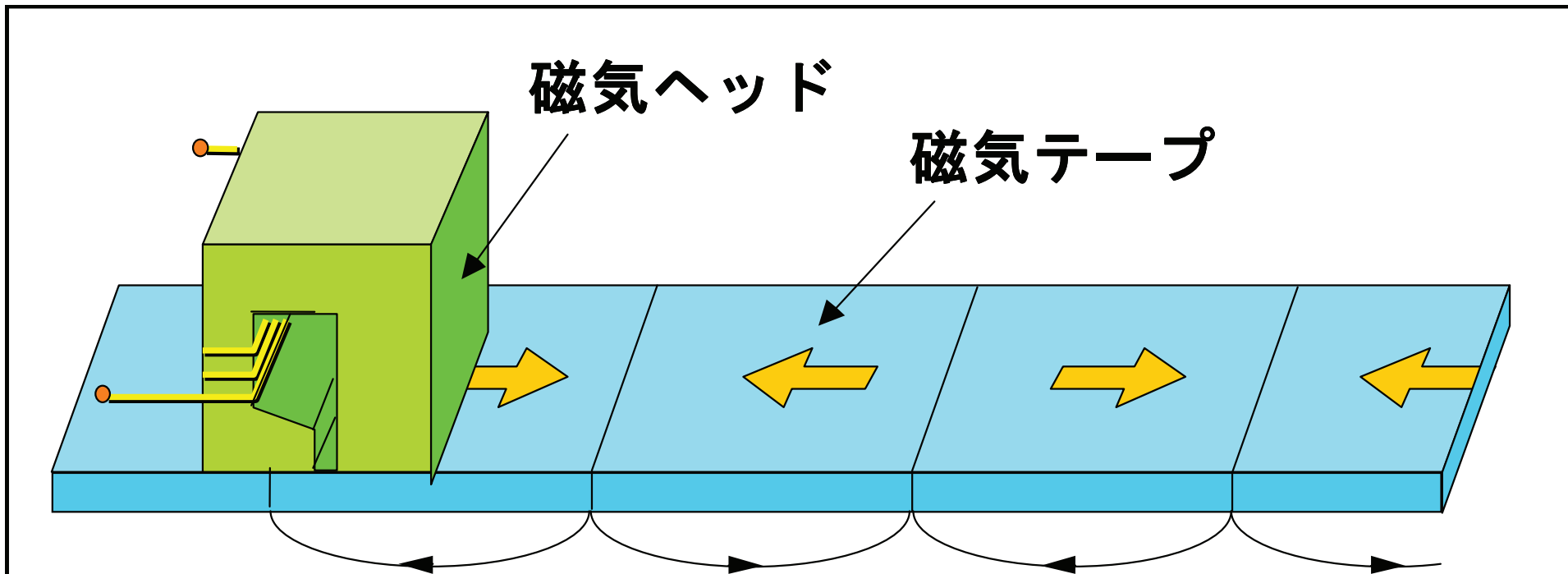


1μm

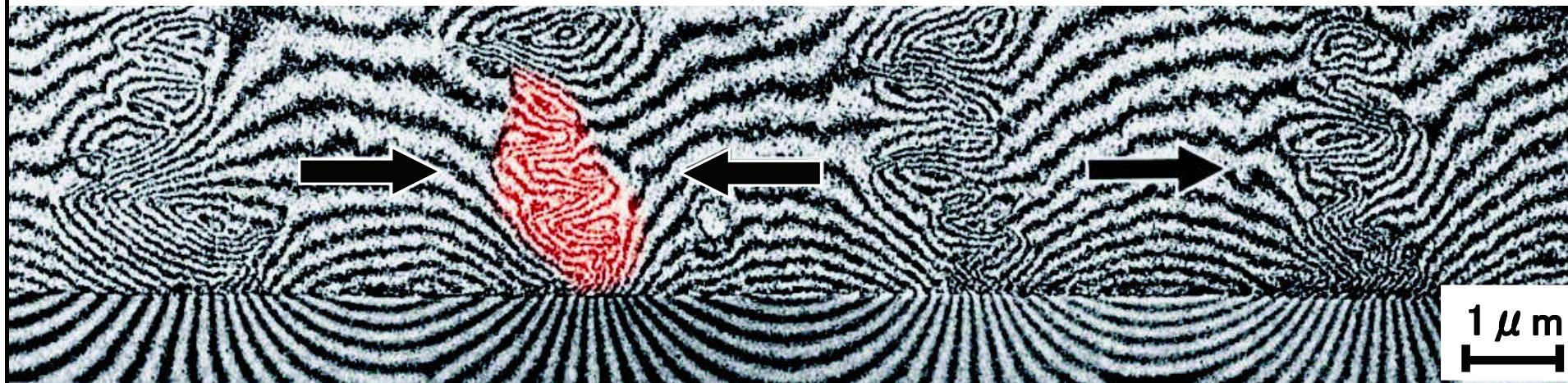
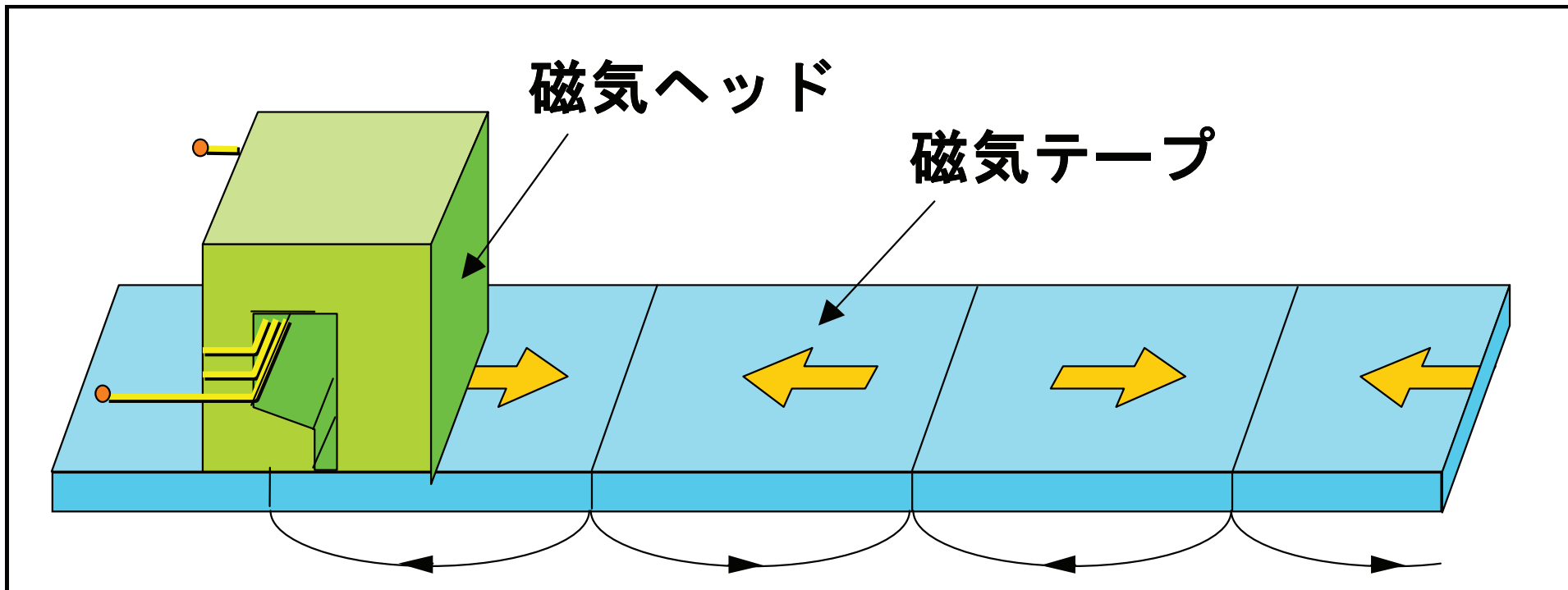
磁力線



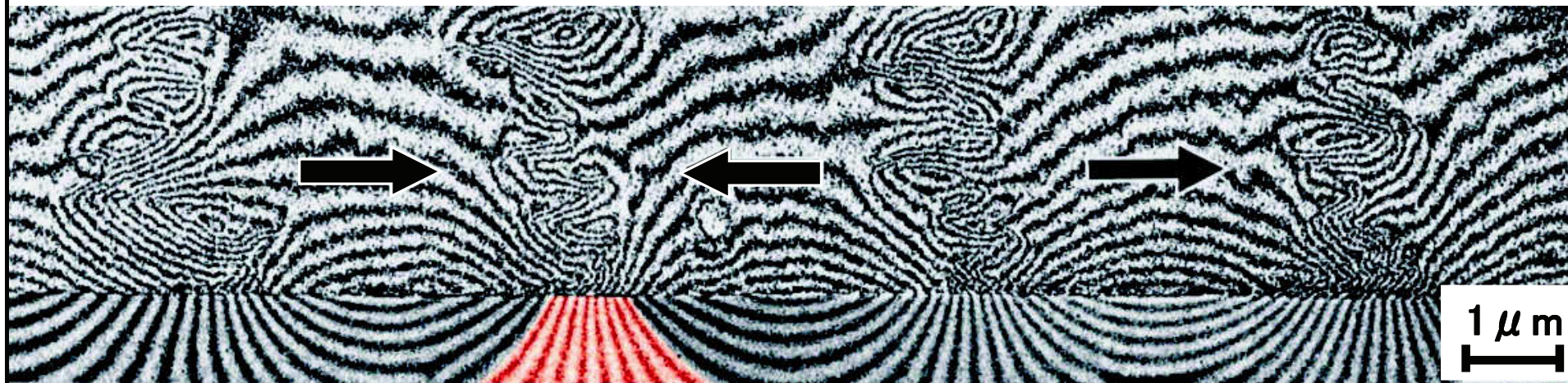
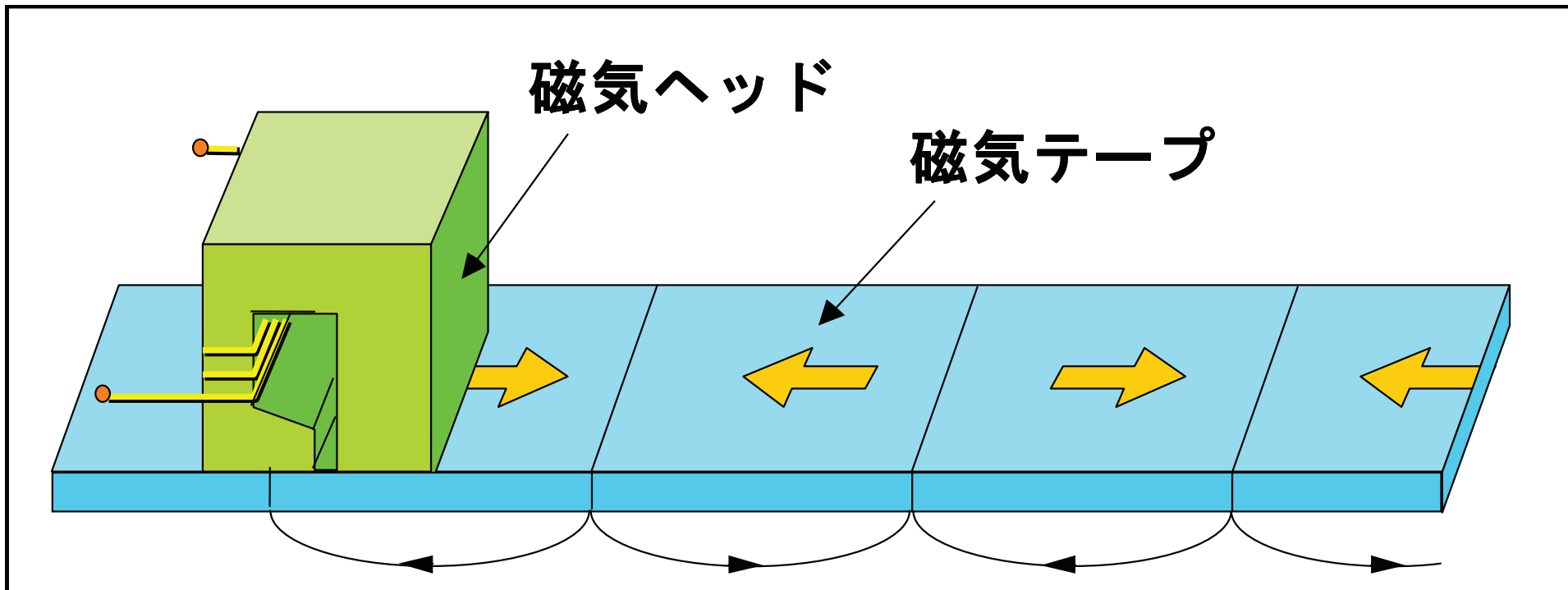
磁力線の観察例 — 磁気テープ —



磁力線の観察例 — 磁気テープ —



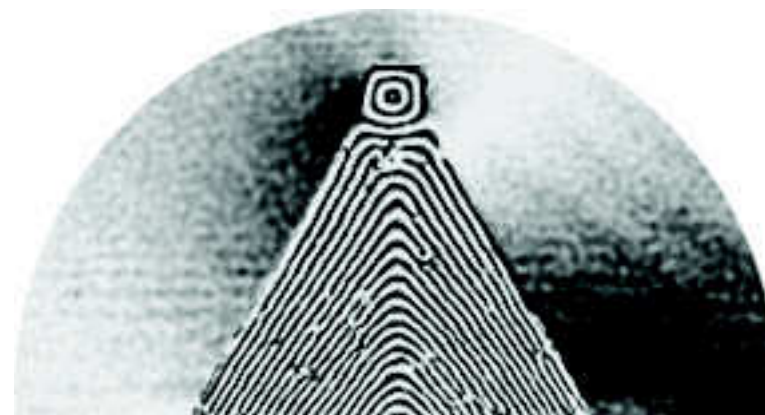
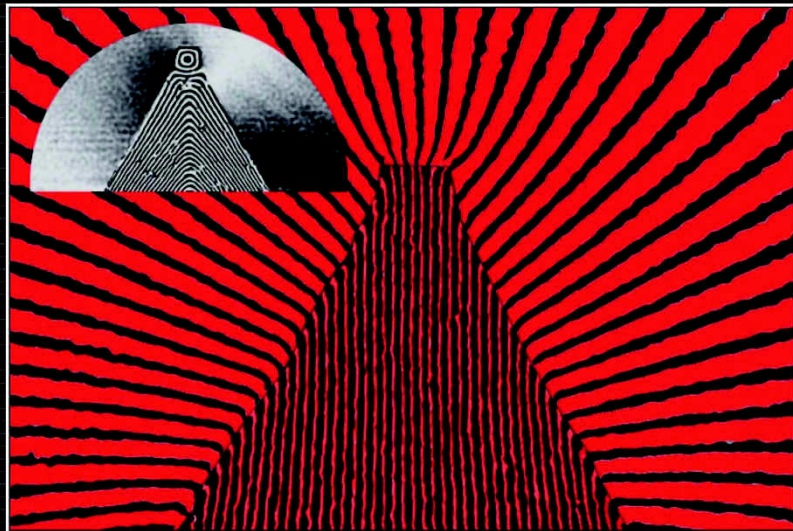
磁力線の観察例 — 磁気テープ —



磁力線の観察例 — 磁気テープ —

Articles published week of 21 APRIL 2008  
Volume 92 Number 16

# APPLIED PHYSICS LETTERS



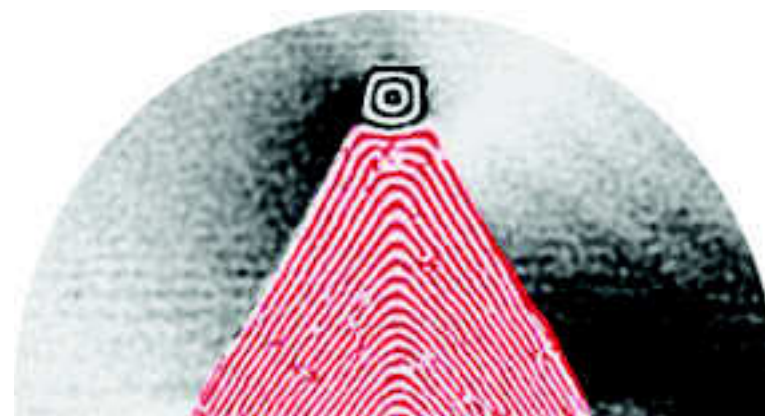
0003-6951(20080421)92:16;1-V

AMERICAN  
INSTITUTE  
of PHYSICS



Articles published week of 21 APRIL 2008  
Volume 92 Number 16

# APPLIED PHYSICS LETTERS

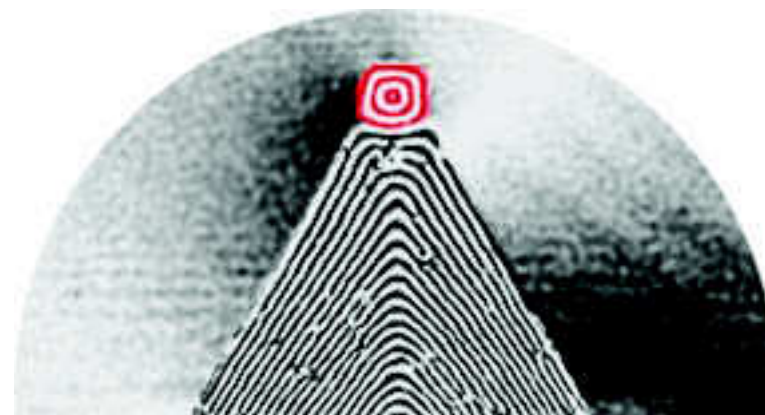


0003-6951(20080421)92:16:1-V

AMERICAN  
INSTITUTE  
of PHYSICS

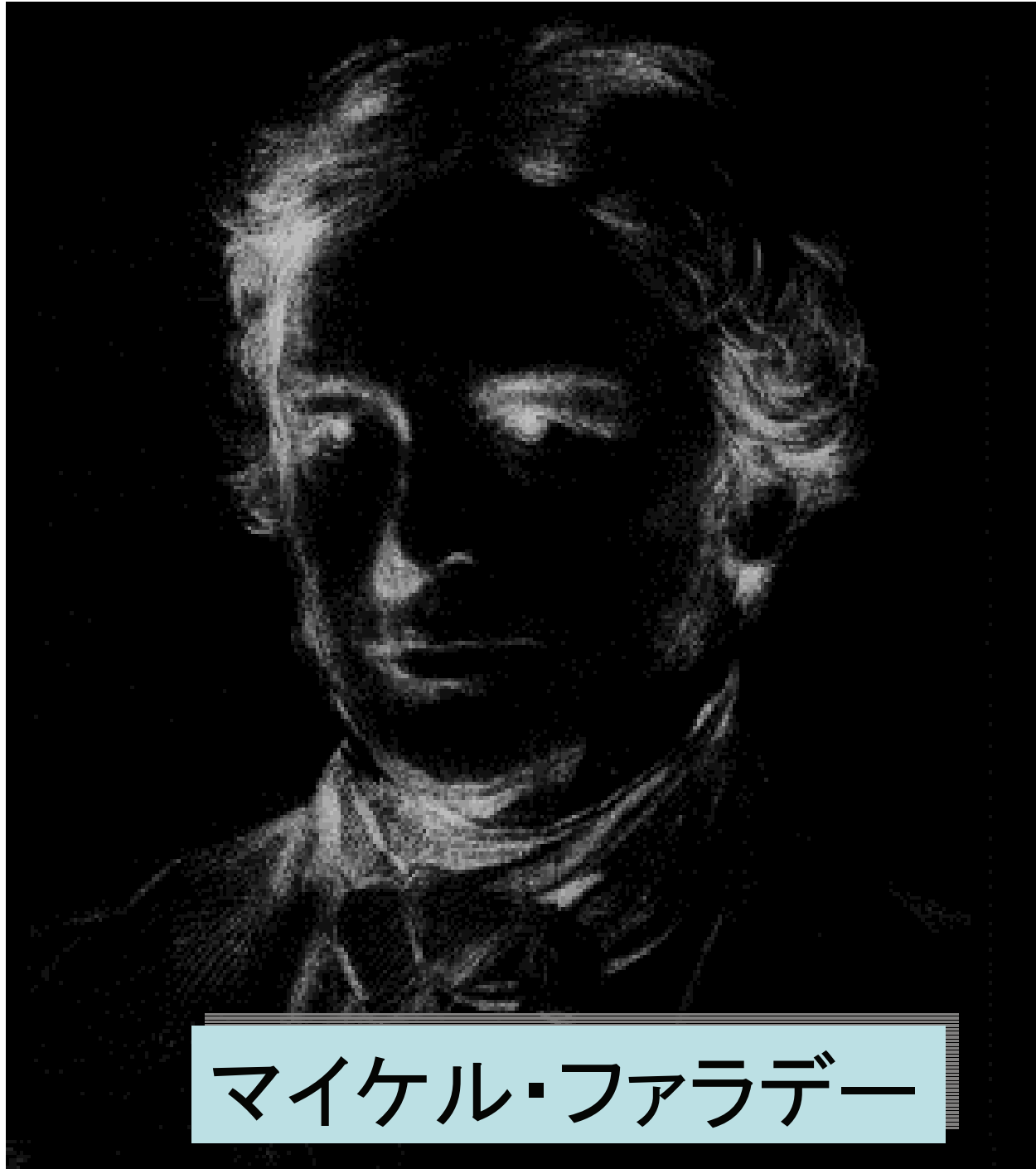
Articles published week of 21 APRIL 2008  
Volume 92 Number 16

# APPLIED PHYSICS LETTERS

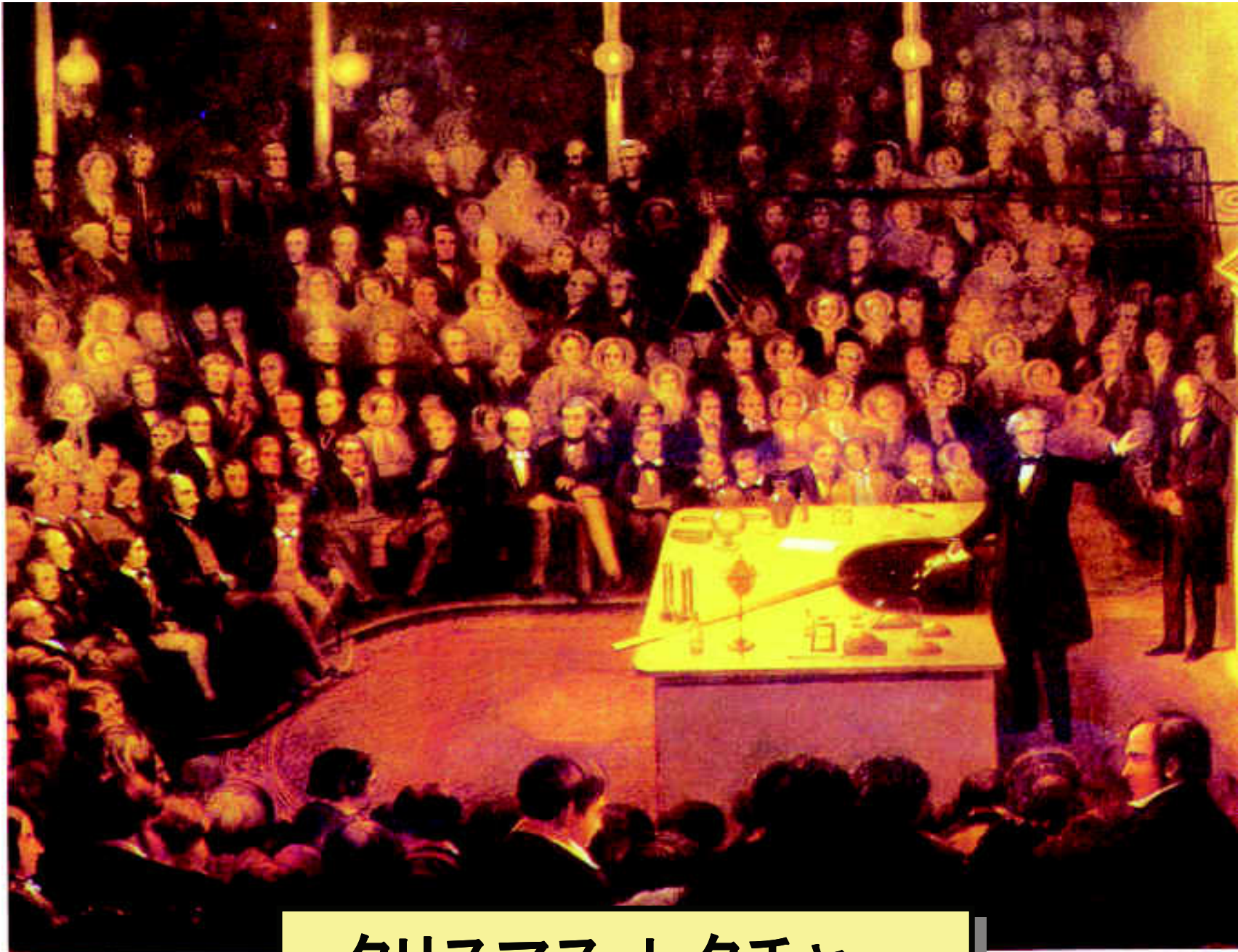


0003-6951(20080421)92:16:1-V

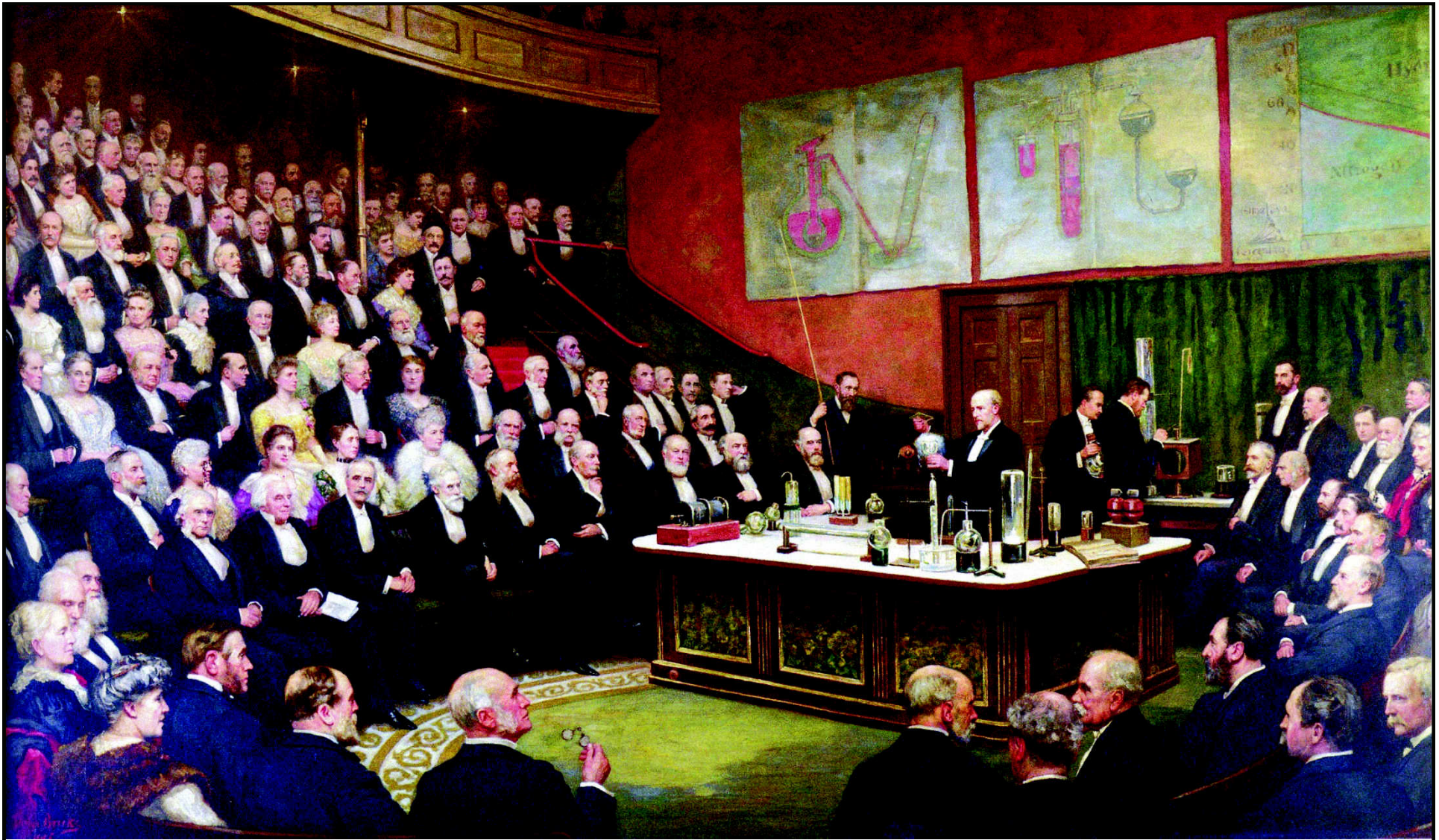
AMERICAN  
INSTITUTE  
of PHYSICS



マイケル・ファラデー



## クリスマス・レクチャー



## 金曜講話

**Friday Evening Discourse**

**1994.11.4**

**The Microscope World  
Unveiled by Electron Waves**





**Faradayの部屋**



**Charles Wheatstone**





Peter Day 所長

# 「英国科学実験講座」開催20周年記念シンポジウム



グリーンフィールド 所長

～科学する楽しみ～

2009年 **7**月 **20**日 **月・祝**

午後1時半～4時半（午後12時45分開場）

一橋記念講堂（学術総合センター内）

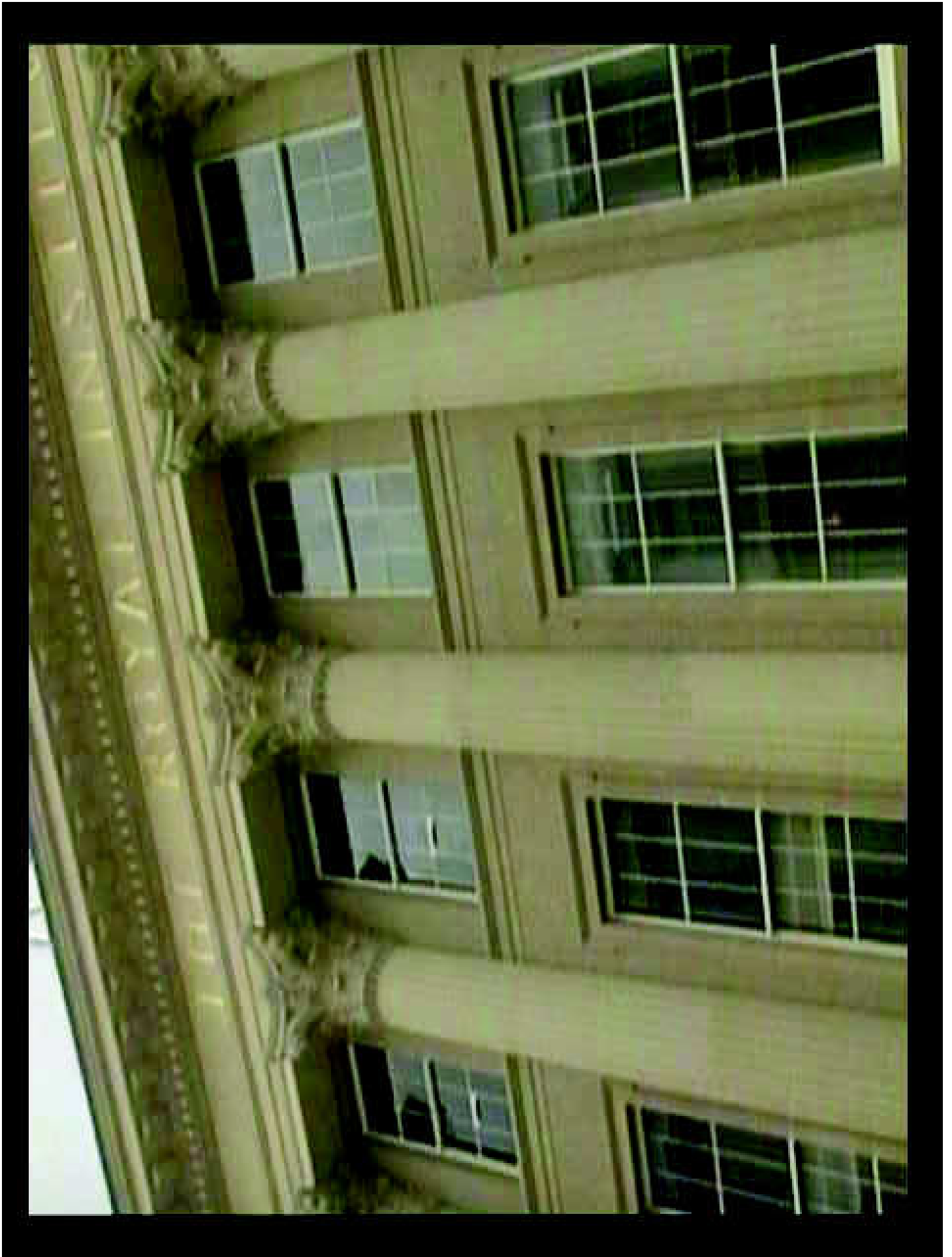
## プログラム

**13:45 基調講演**

スーザン・グリーンフィールド 卿  
「私にとっての楽しい科学」

**14:25 特別講演**

外村 彰  
「ミクロの世界に魅せられて」





金曜講話

特集 ノーベル賞を狙う

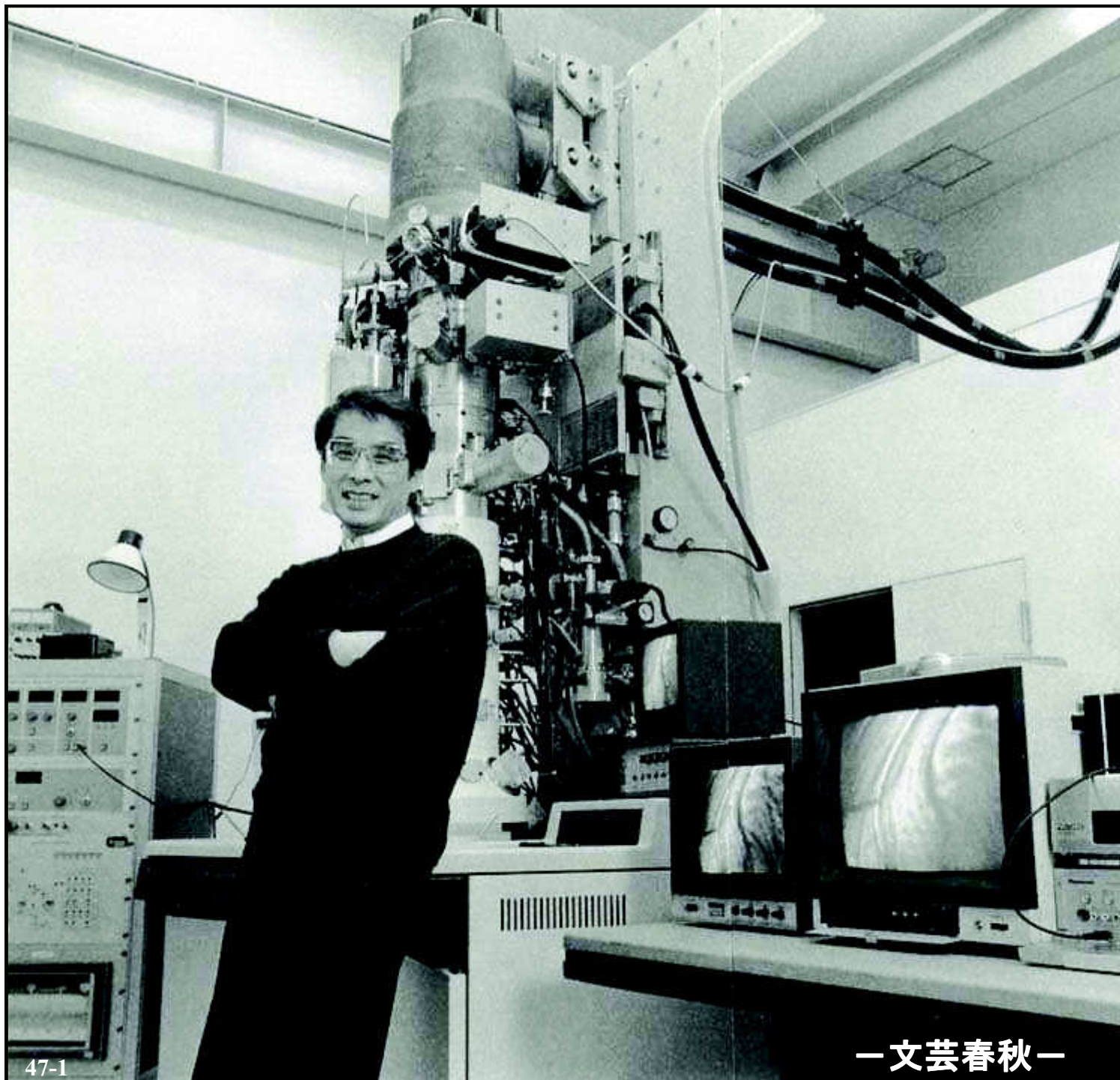
# 全長3メートルのハイテク顕微鏡を開発。超伝導が見えてきた

電子顕微鏡でも見えない超ミクロな世界、また誰も見たことのない世界を見たという一心から、新しい映像技術「電子線ホログラフィー」の可能性を実証し実用化に成功した外村彰氏(56) 日立製作所基礎研究所主管研究長。一九七九年に氏が開発した技術によって、八六年、アハラノフ・ボーム効果と呼ばれる電子線の不

思議な現象の予言を、世界で初めて完璧に検証してみせた。さらに九二年には、超伝導体中の磁束量子が、まるで生き物のように動く様子まではっきりと見えるようになった。九四年、英国王立研究所主催の全英講話で講師を務めた。演題は「電子波が拓くミクロの世界」。「好奇心からおもしろいことにチ

ヤレンジしてみる……そんな遊び心から人類が発展してきました。我々はお金を使っていれば遊ばせてもらっているのだから、サポーターしてくれる社会に対し、こんなことができました。これには失敗してしまいました。これには失敗してしまいました。英国で講演して、それを痛感しましたね。後ろにある塔のような装置が、

三十五万ボルトのホログラフィー電子顕微鏡。現在は、さらにパワーアップした百万ボルトの巨大電子顕微鏡を建設中だ。「磁束量子をピン止めすることができれば、高温超伝導体の実用化できる。新しい装置によって超伝導体の解明が深まるだけでなく、また見ミクロの世界がさらに開けてくると信じています」



特集 ノーベル賞を狙う

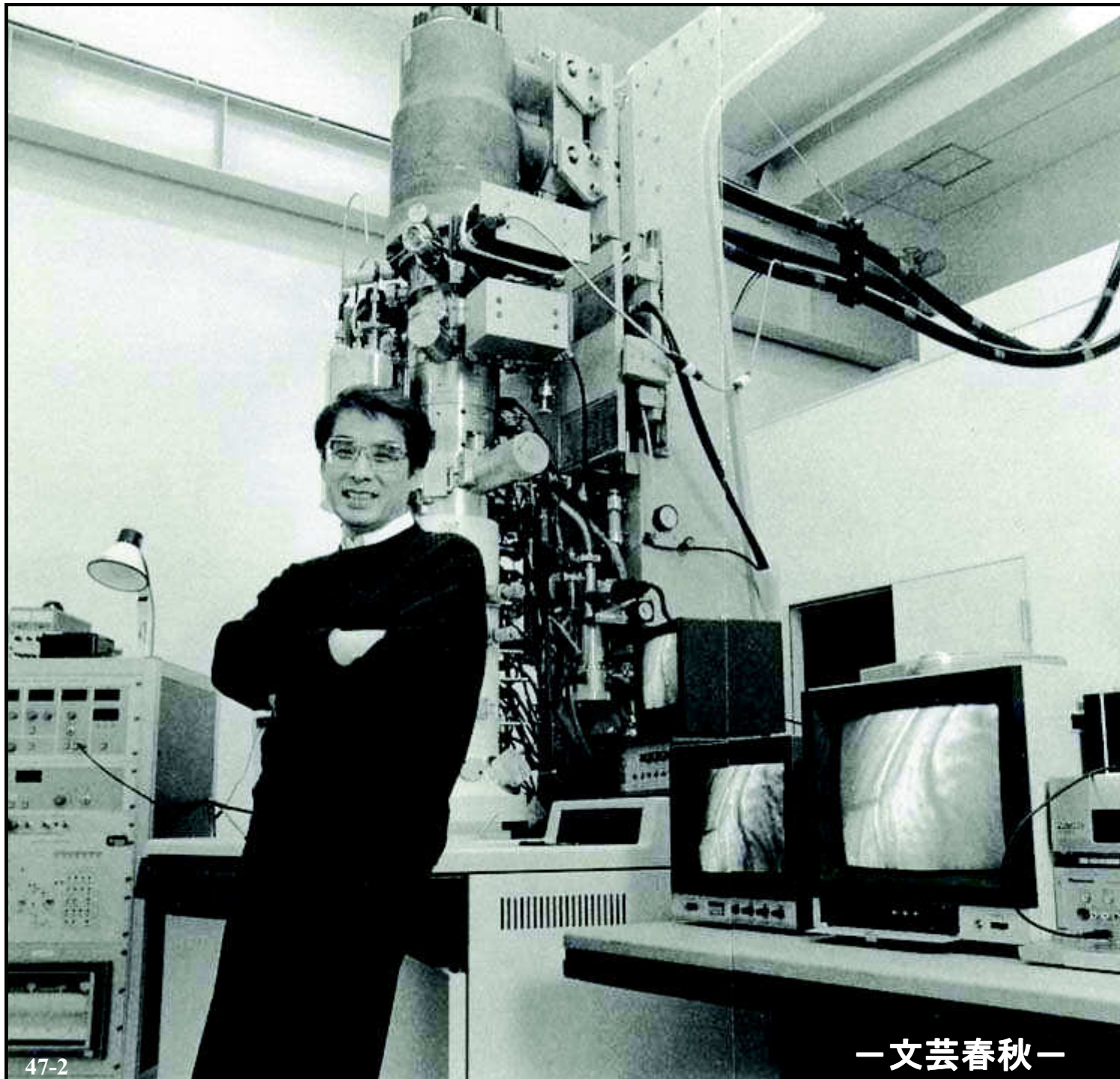
# 全長3メートルのハイテック顕微鏡を開発。超伝導が見えてきた

電子顕微鏡でも見えない超ミクロな世界、また誰も見たことのない世界を見たという一心から、新しい映像技術「電子線ホログラフィー」の可能性を実証し実用化に成功した外村彰氏(56) 日立製作所基礎研究所主管研究長。一九七九年に氏が開発した技術によって、八六年、アハラノフ・ボーム効果と呼ばれる電子線の不

思議な現象の予言を、世界で初めて完璧に検証してみせた。さらに九二年には、超伝導体中の磁束量子が、まるで生き物のように動く様子まではっきりと見えるようになった。九四年、英国王立研究所主催の全英講話で講師を務めた。演題は「電子波が拓くミクロの世界」。「好奇心からおもしろいことにチ

ヤレンジしてみる……そんな遊び心から人類が発展してきました。我々はお金を使っていれば遊ばせてもらっているのだから、サポーターしてくれる社会に対し、こんなことができました。これには失敗してしまいました。これには失敗してしまいました。英国で講演して、それを痛感しましたね。後ろにある塔のような装置が、

二十五万ボルトのホログラフィー電子顕微鏡。現在は、さらにパワーアップした百万ボルトの巨大電子顕微鏡を建設中だ。「磁束量子をピン止めすることができれば、高温超伝導体の実用化できる。新しい装置によって超伝導体の解明が深まるだけでなく、また見ミクロの世界がさらに開けてくると信じています」



特集 ノーベル賞を狙う

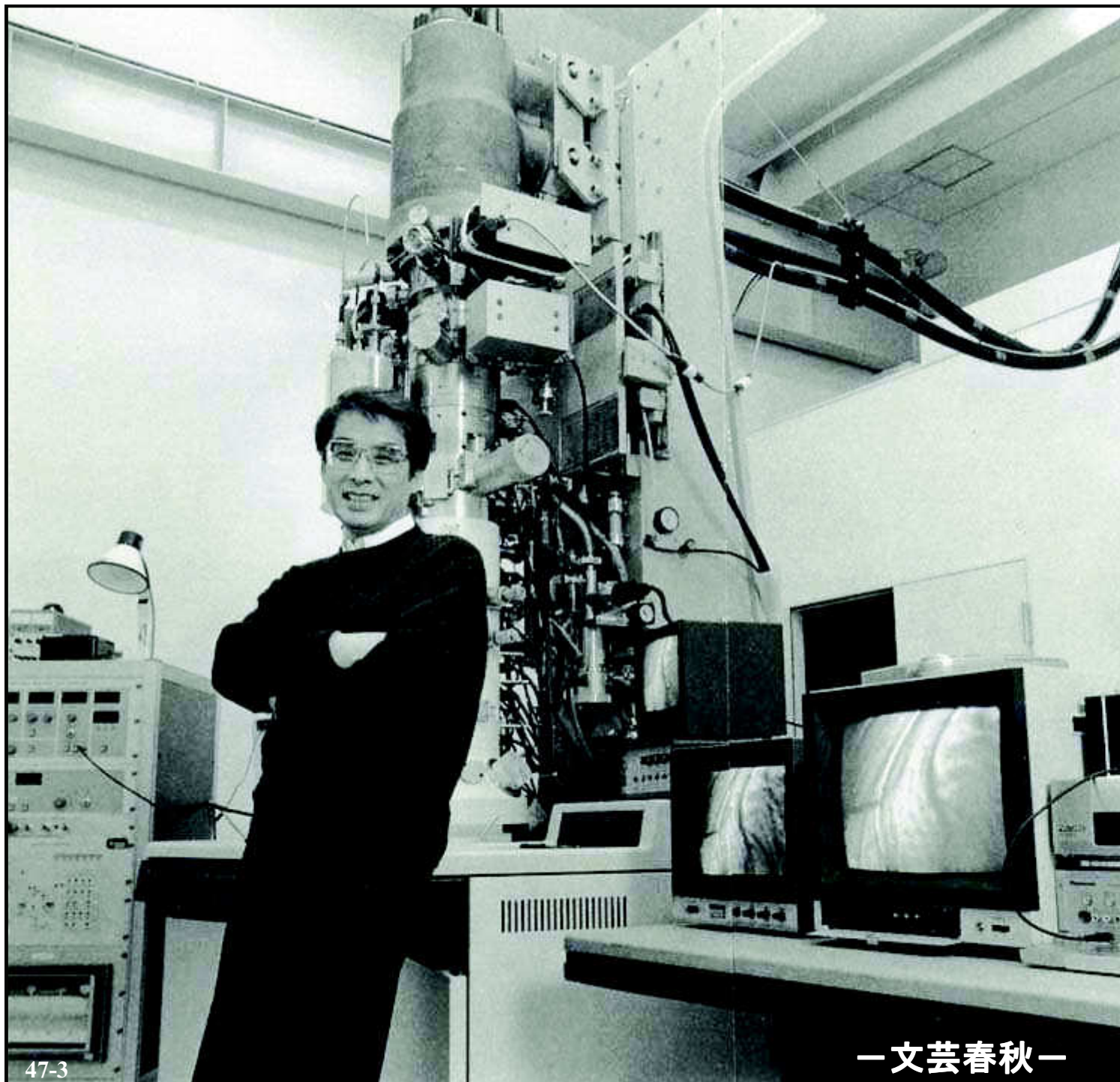
# 全長3メートルのハイテク顕微鏡を開発。超伝導が見えてきた

電子顕微鏡でも見えない超ミクロな世界、また誰も見たことのない世界を見たいという一心から、新しい映像技術「電子線ホログラフィー」の可能性を実証し実用化に成功した外村彰氏(56) 日立製作所基礎研究所主管研究員。一九七九年に氏が開発した技術によって、八六年、アハラノフ・ボーム効果と呼ばれる電子線の不

思議な現象の予言を、世界で初めて完璧に検証してみせた。さらに九二年には、超伝導体中の磁束量子が、まるで生き物のように動く様子まではっきりと見えるようになった。九四年、英国王立研究所主催の全英講話で講師を務めた。演題は「電子波が拓くミクロの世界」。「好奇心からおもしろいことにチ

ヤレンジしてみる……そんな遊び心から人類が発展してきました。我々はお金を使っていれば遊ばせてもらっているのだから、サポーターしてくれる社会に対し、こんなことができました。これには失敗してしまいました。これには失敗してしまいました。英国で講演して、それを痛感しましたね」後ろにある塔のような装置が、

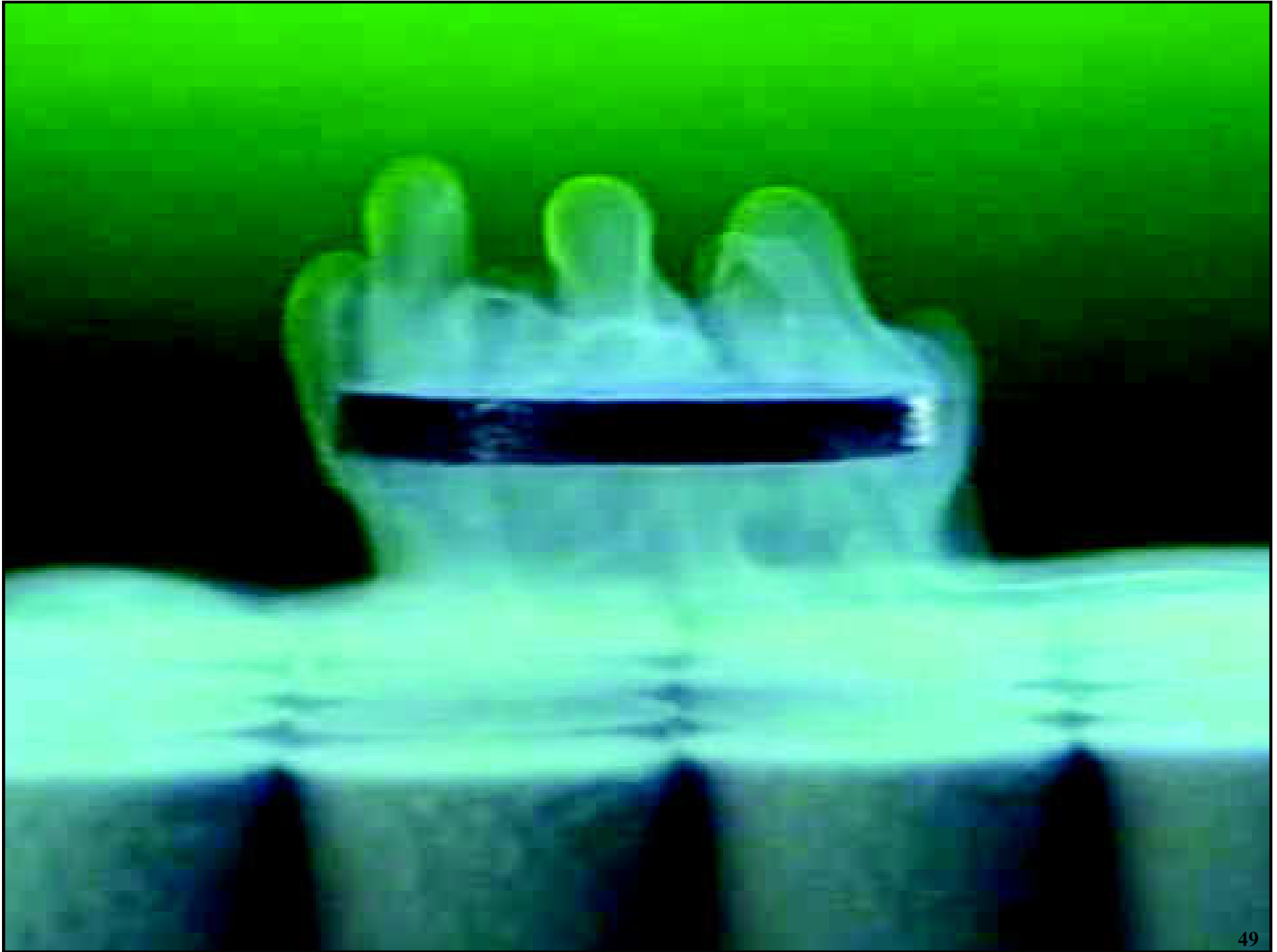
三十五万ボルトのホログラフィー電子顕微鏡。現在は、さらにパワーアップした百万ボルトの巨大電子顕微鏡を建設中だ。「磁束量子をピン止めすることができれば、高温超伝導体の実用化できる。新しい装置によって超伝導体の解明が深まるだけでなく、また見ぬミクロの世界がさらに開けてくると信じています」





リニアモーターカー









水面で引きあう一円玉 —クーパー・ペア—



クーパー・ペアの巨視的な波



L. ランダウ

記念講演  
一 開会の辞  
一 学長挨拶  
一 講演者紹介  
一 記念講演  
アルゴンヌ国立研究所  
アレクサンダー  
科学者  
株式会社日立製作所  
ホルドー大学教授アレ  
東北大学名誉教授  
超電導工学研究所長 田



アブリコソフ

アブリコソフの初めての来日 (2005年10月)

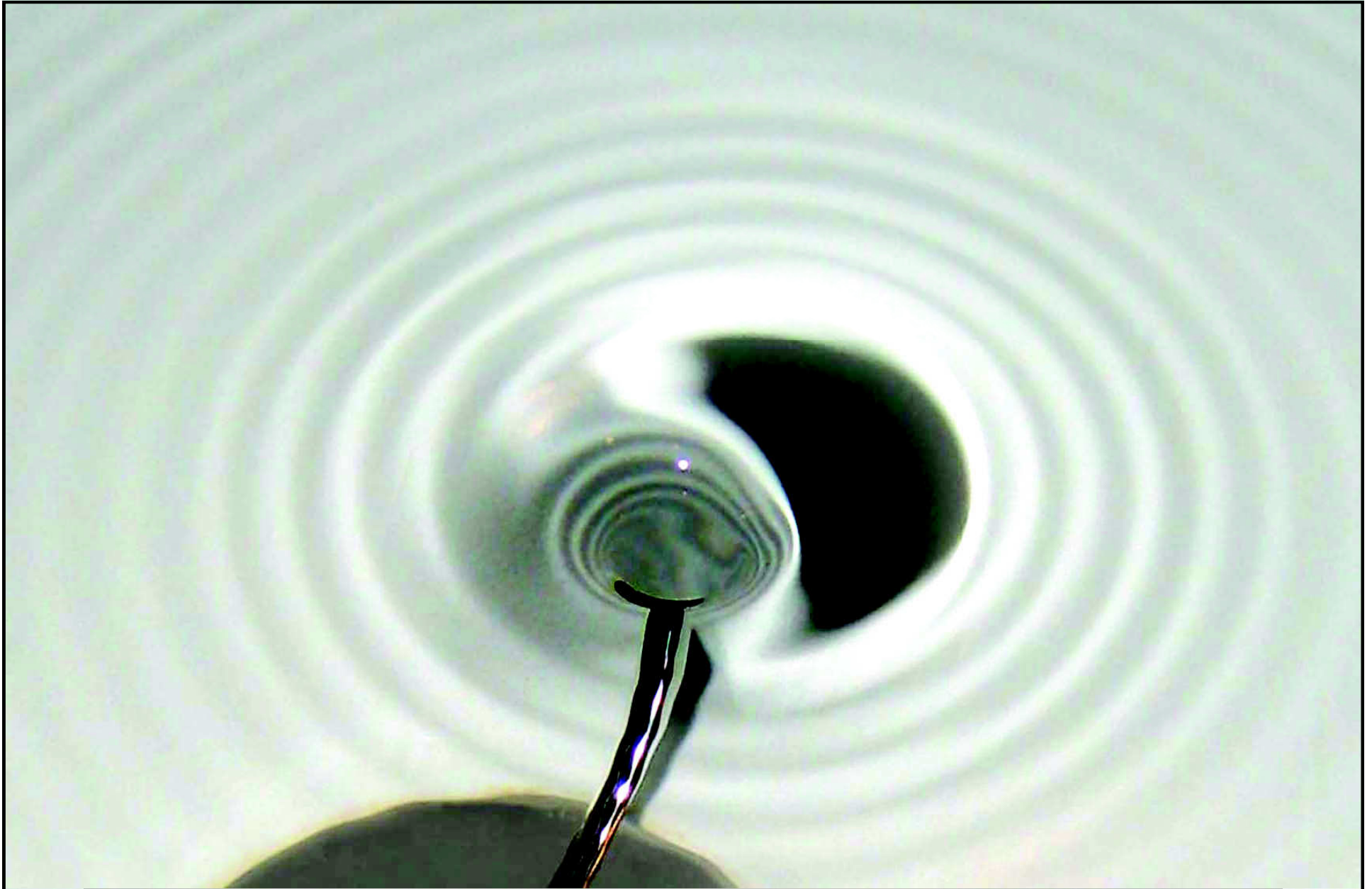

$$\omega = \text{rot } \nu$$

$\omega$  : 渦度

$\nu$  : 速度



竜巻



沖縄のホテルのお風呂で撮った“渦”

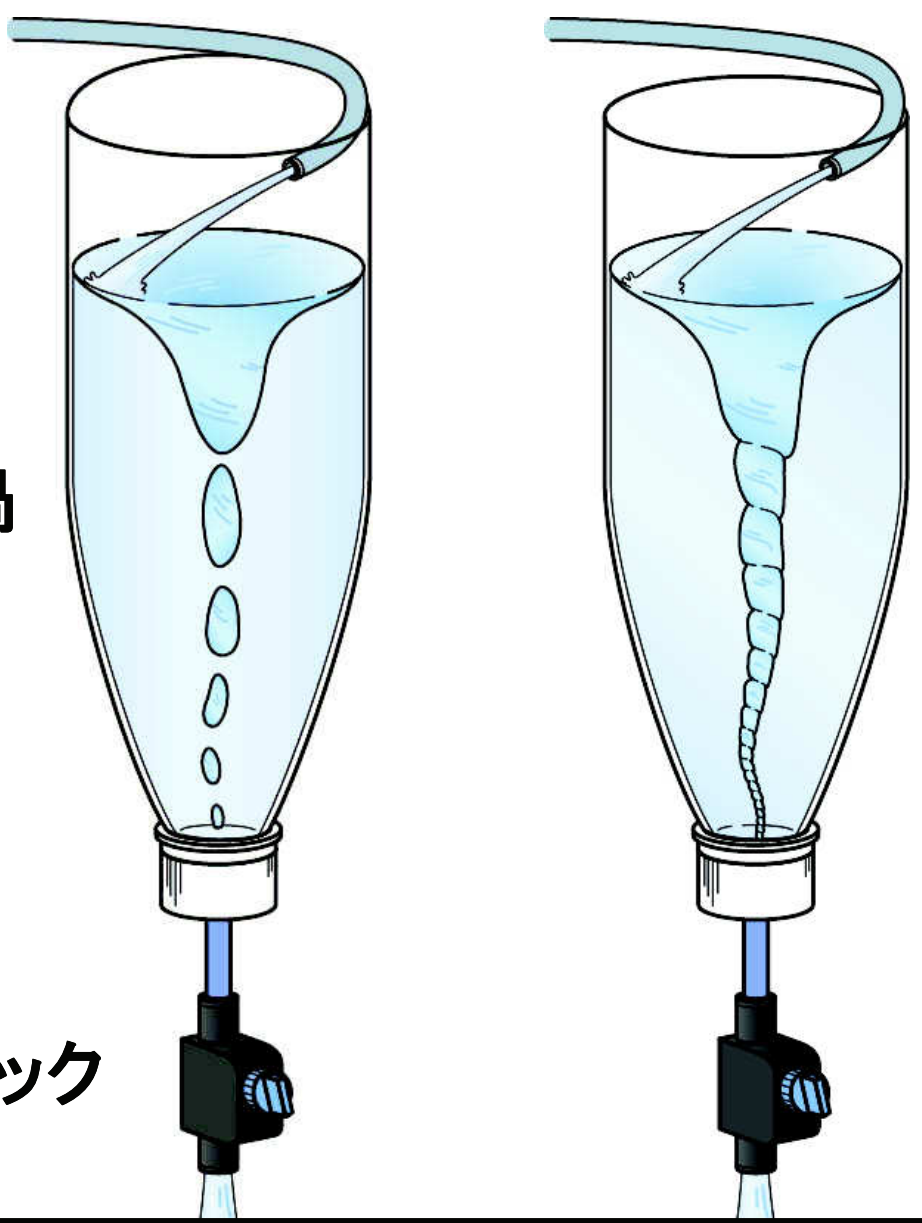


水流 →

渦

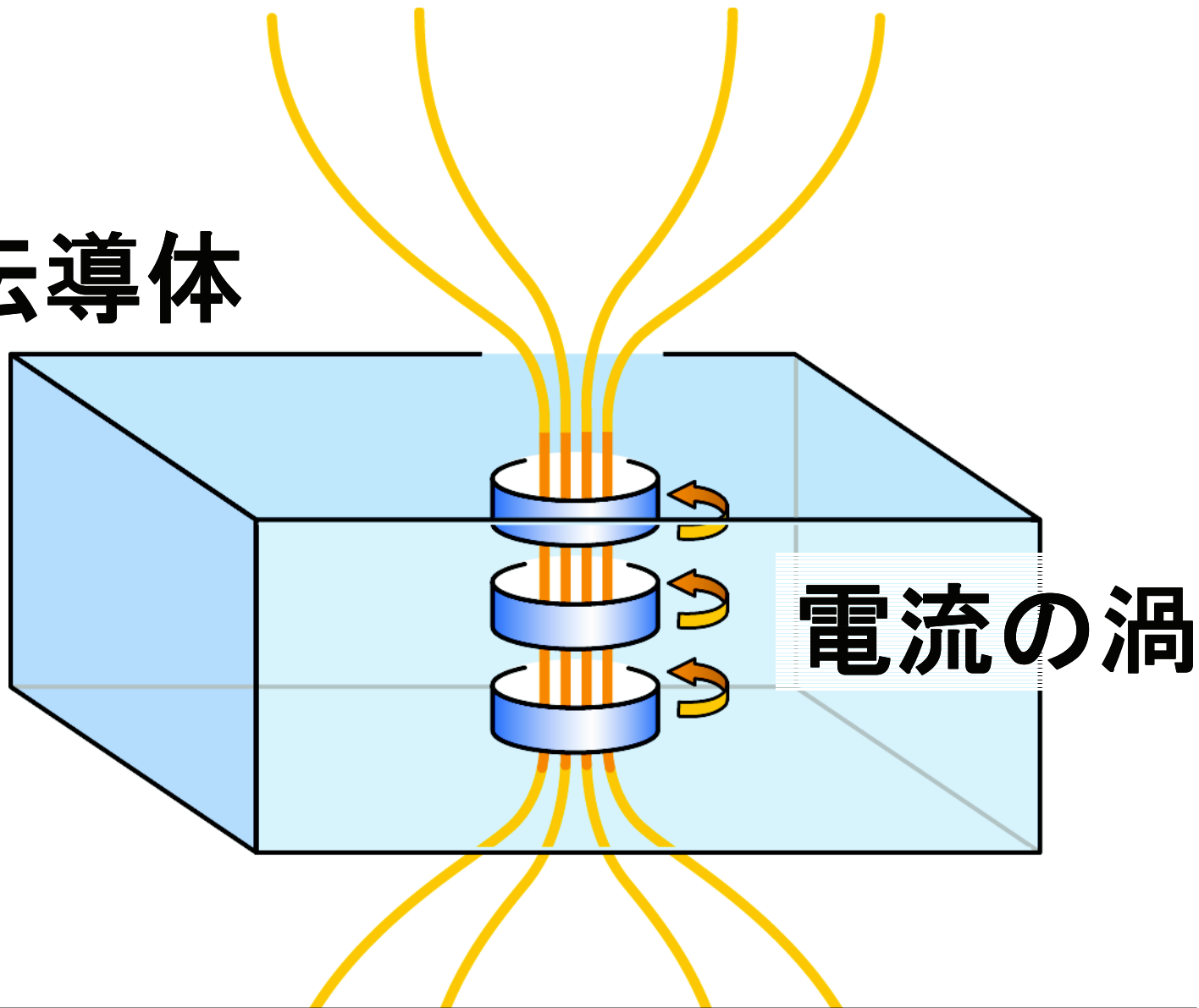
コック

ペットボトルで作った“渦”





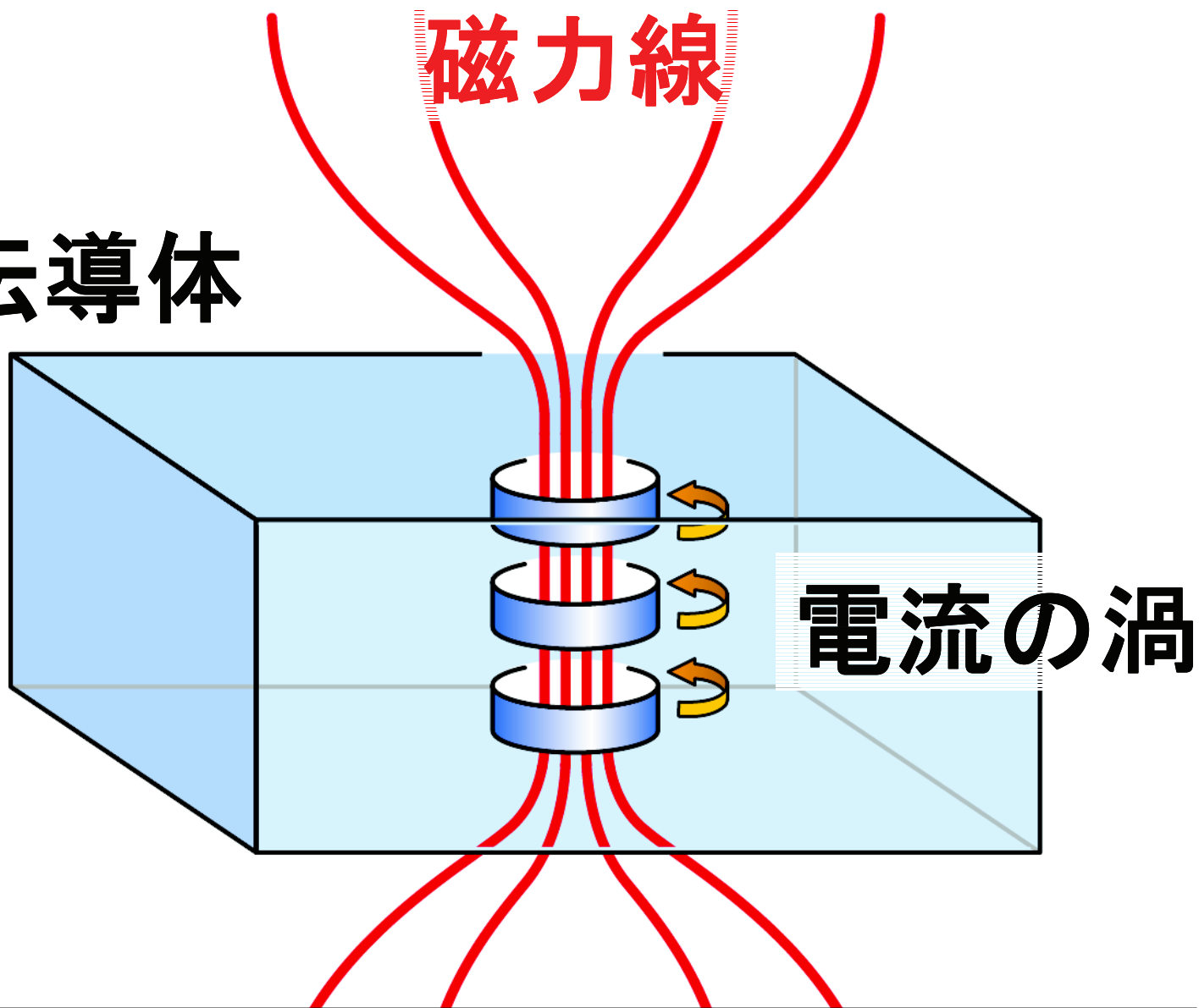
超伝導体



電流の渦

超伝導電流の渦 — 磁束量子

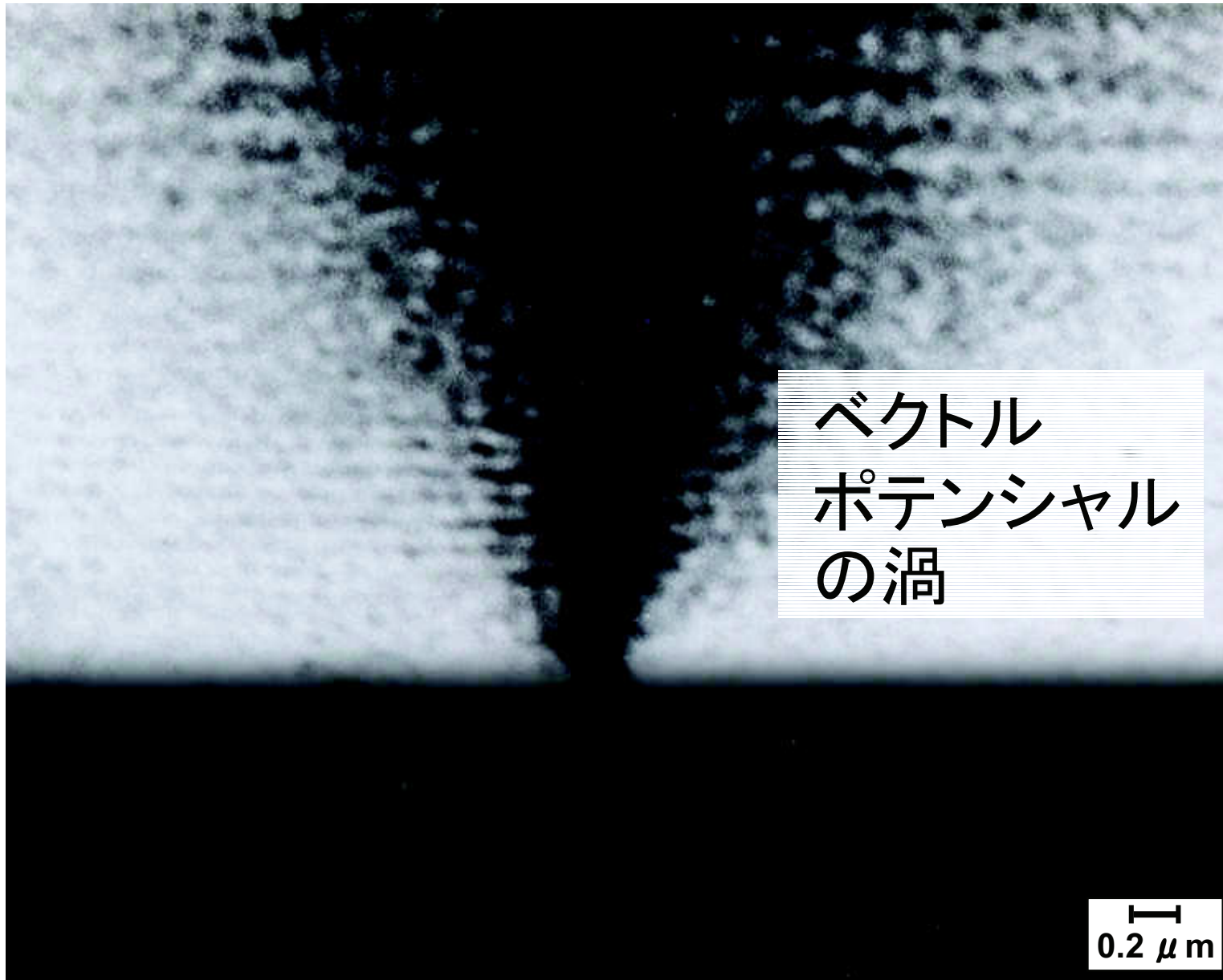
超伝導体



超伝導電流の渦 — 磁束量子

真空

超伝導



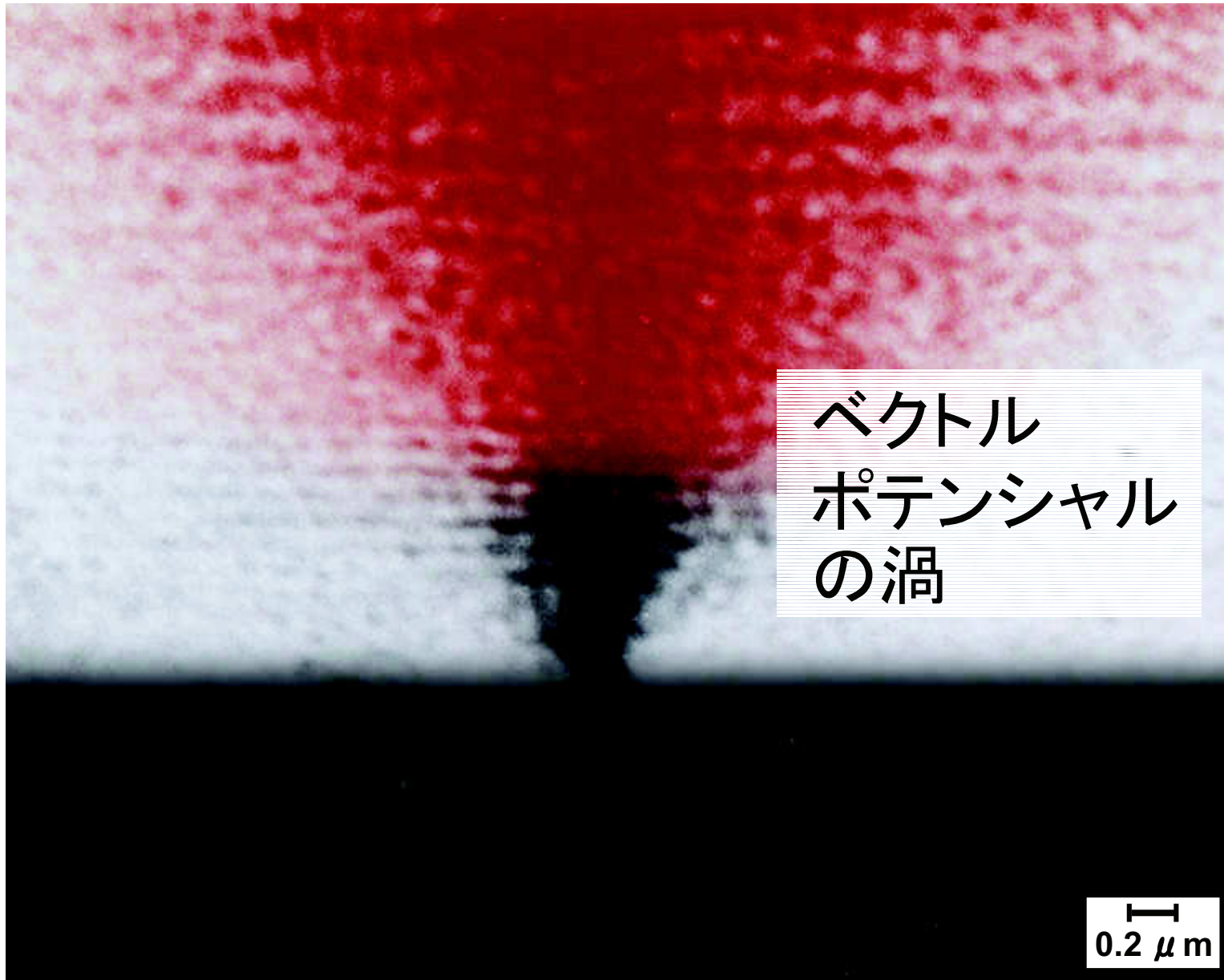
ベクトル  
ポテンシャル  
の渦

0.2  $\mu\text{m}$

超伝導体表面近くの磁力線

真空

超伝導



超伝導体表面近くの磁力線

真空

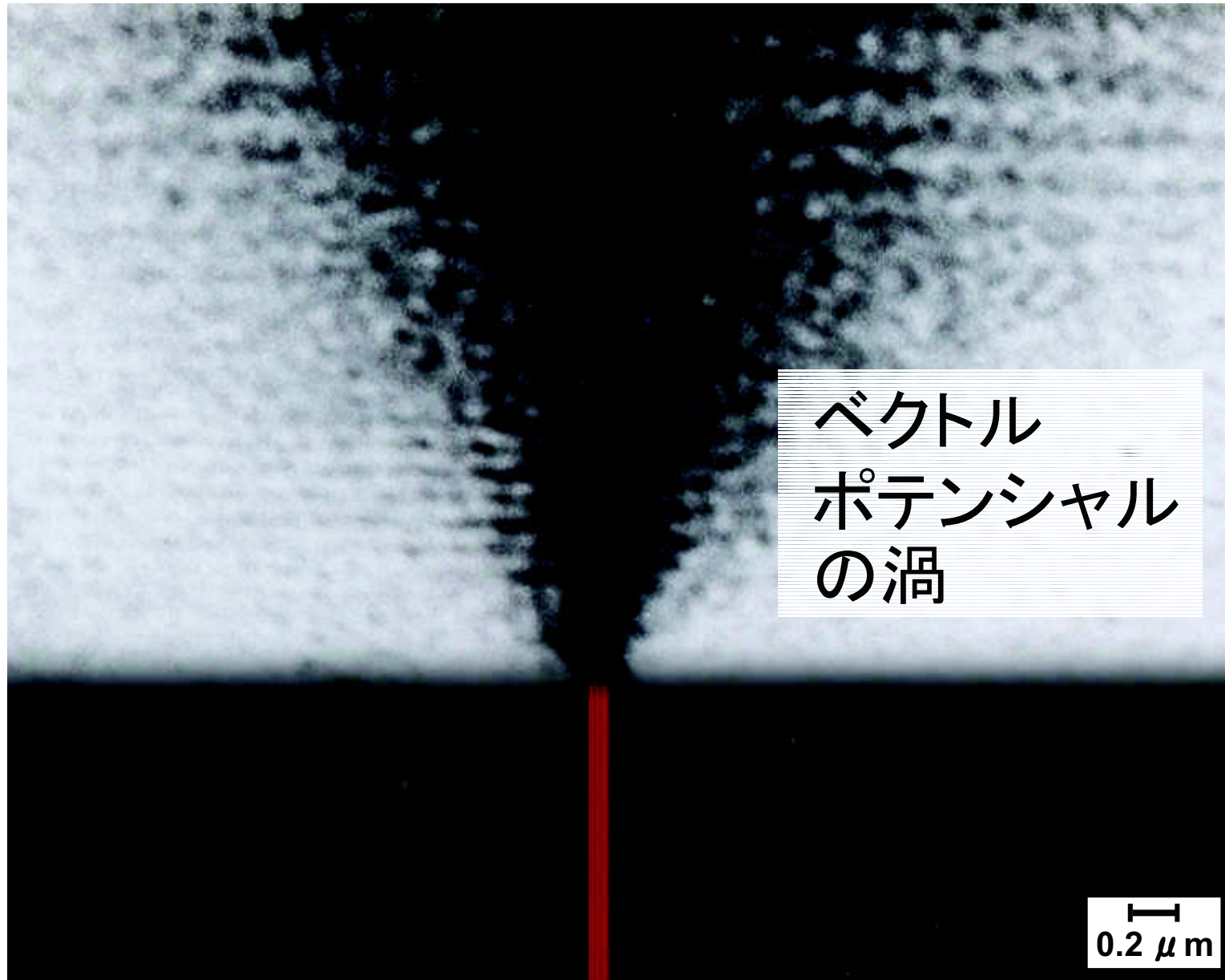
超伝導



超伝導体表面近くの磁力線

真空

超伝導

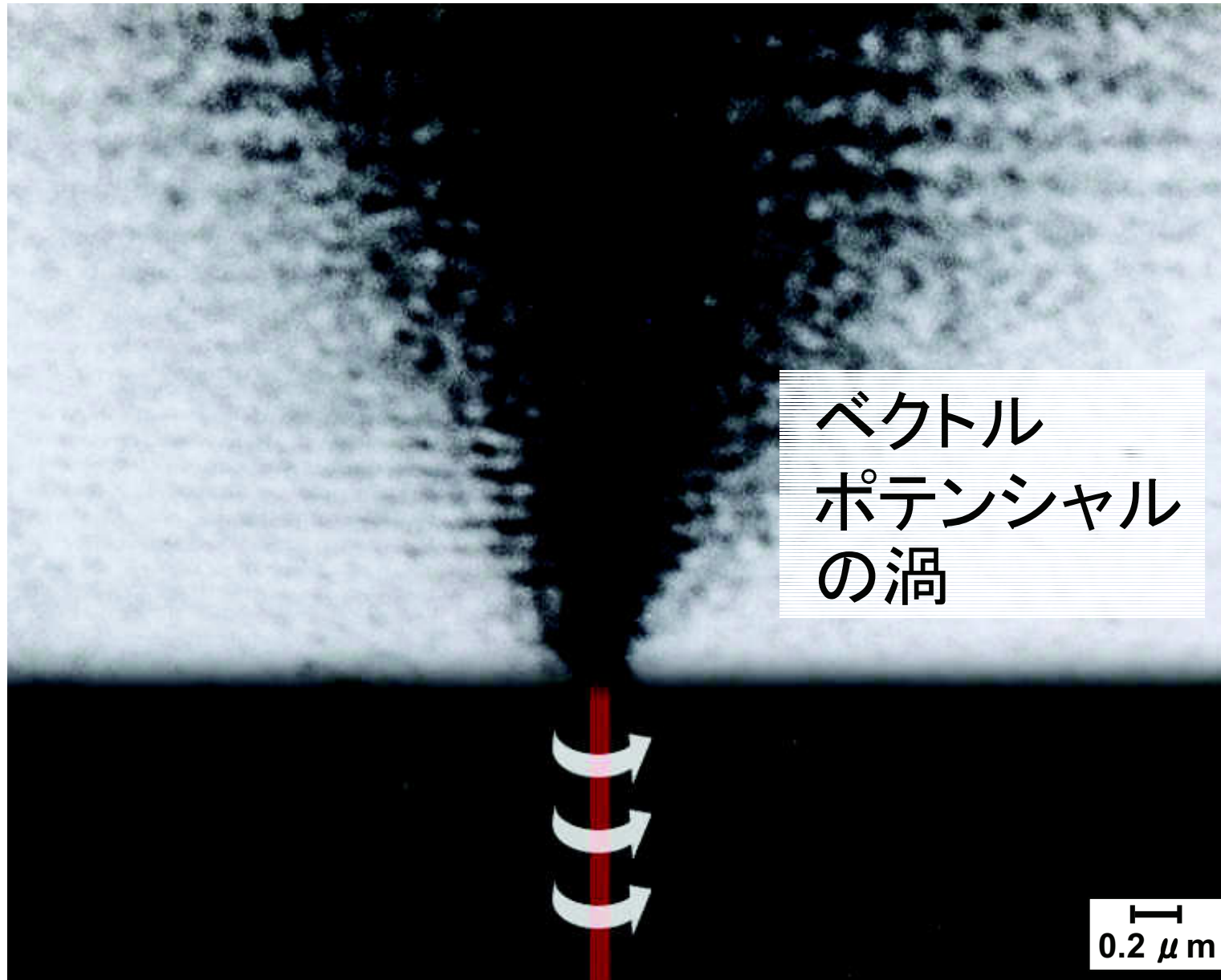


超伝導体表面近くの磁力線



真空

超伝導



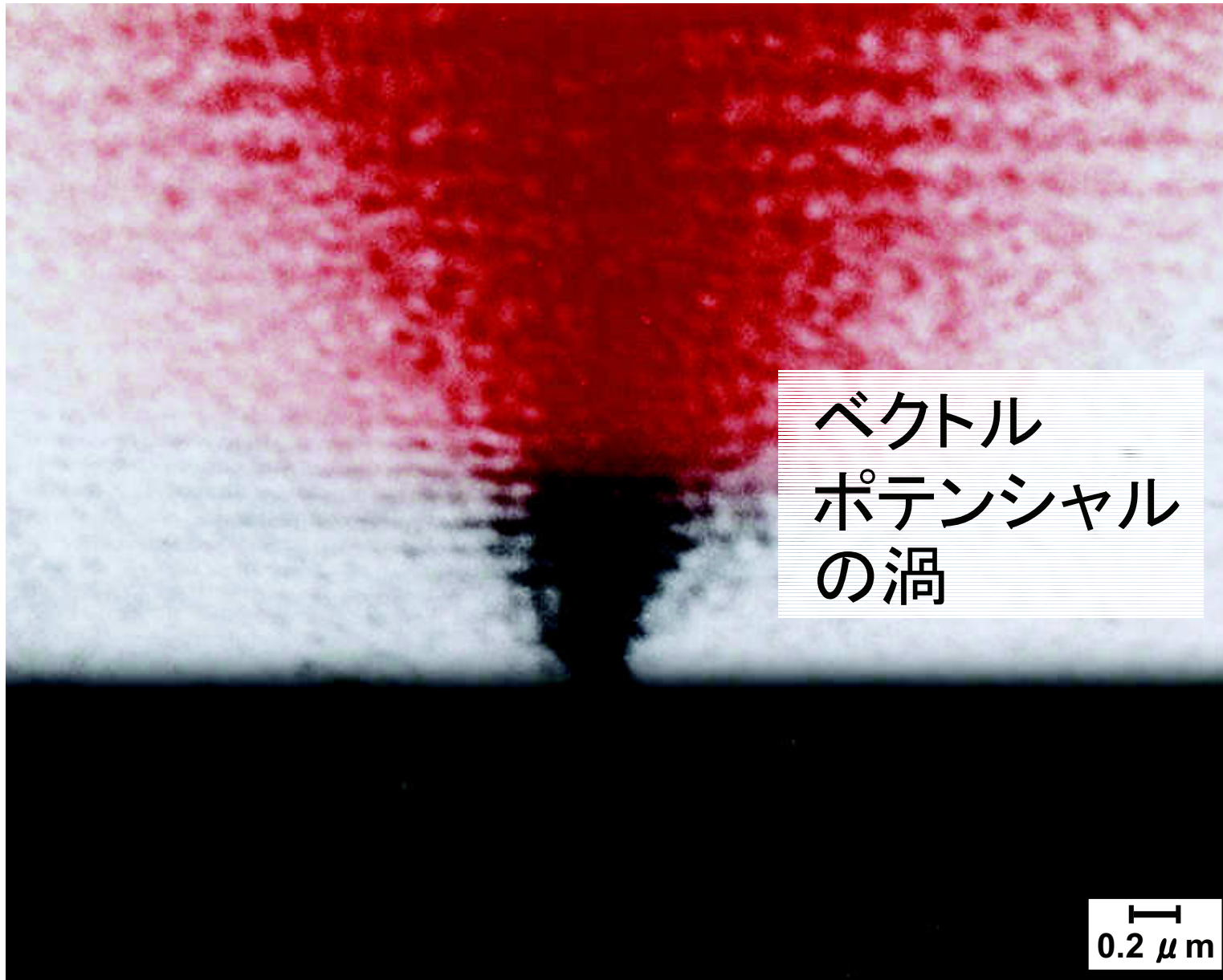
ベクトル  
ポテンシャル  
の渦

0.2  $\mu\text{m}$

超伝導体表面近くの磁力線

真空

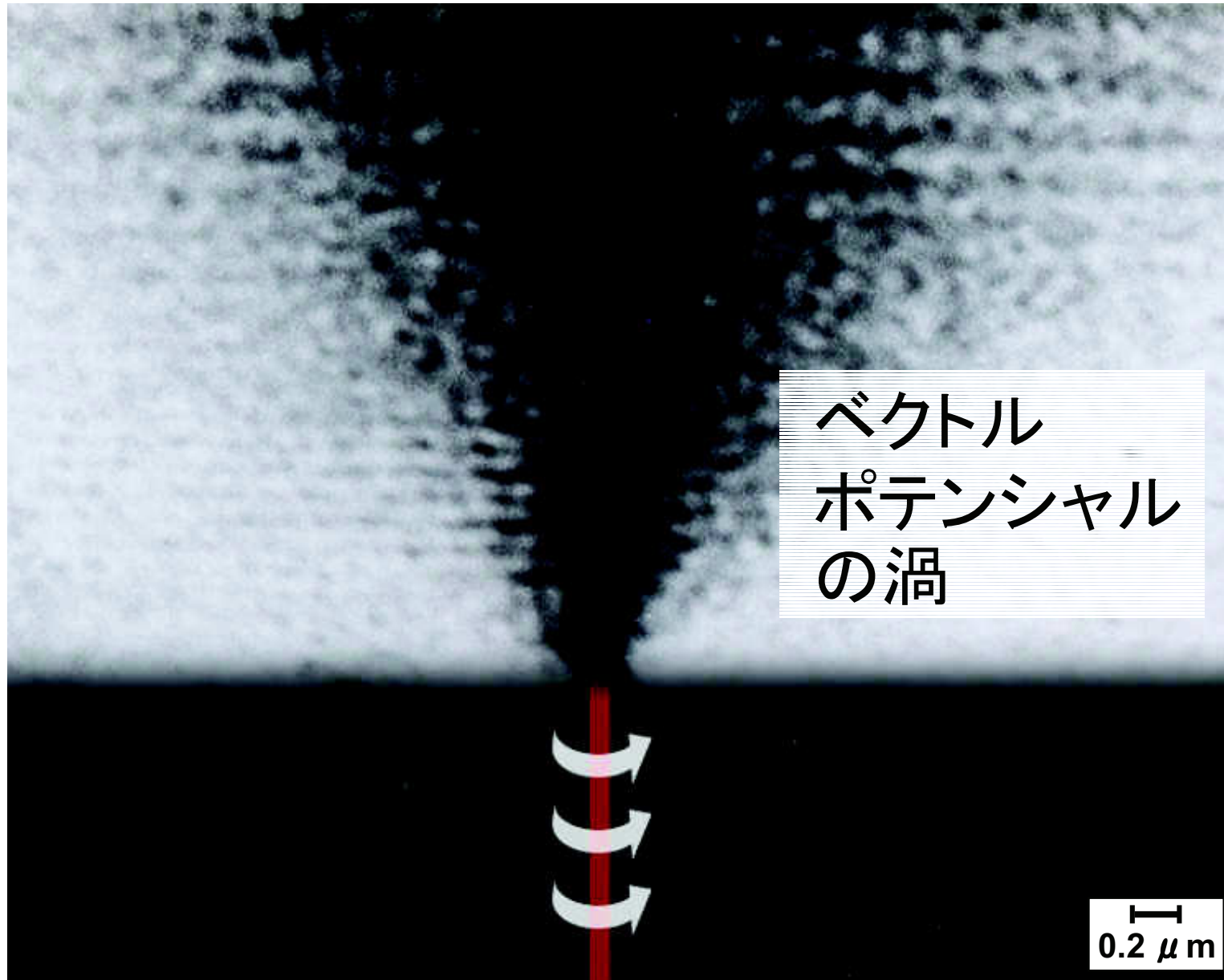
超伝導



超伝導体表面近くの磁力線

真空

超伝導



超伝導体表面近くの磁力線

真空

— 1983.8 —



南部 陽一郎

超伝導



0.2 μm

超伝導体表面近くの磁力線

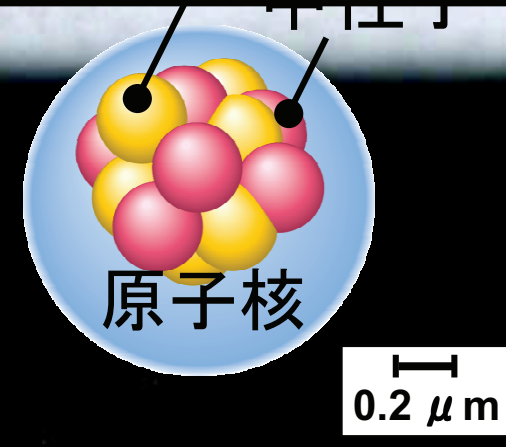
真空

超伝導

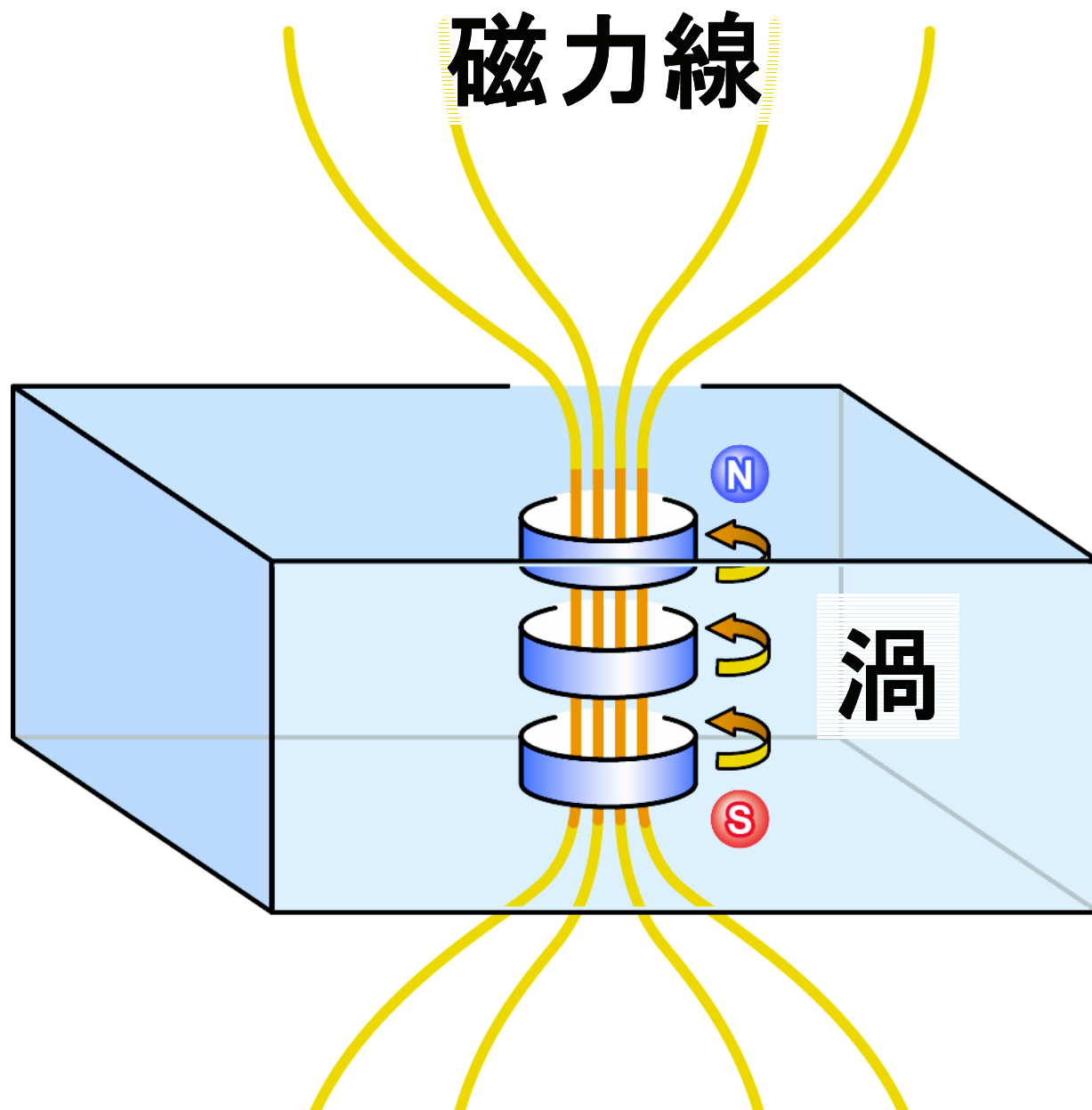
— 1983.8 —



南部 陽一郎

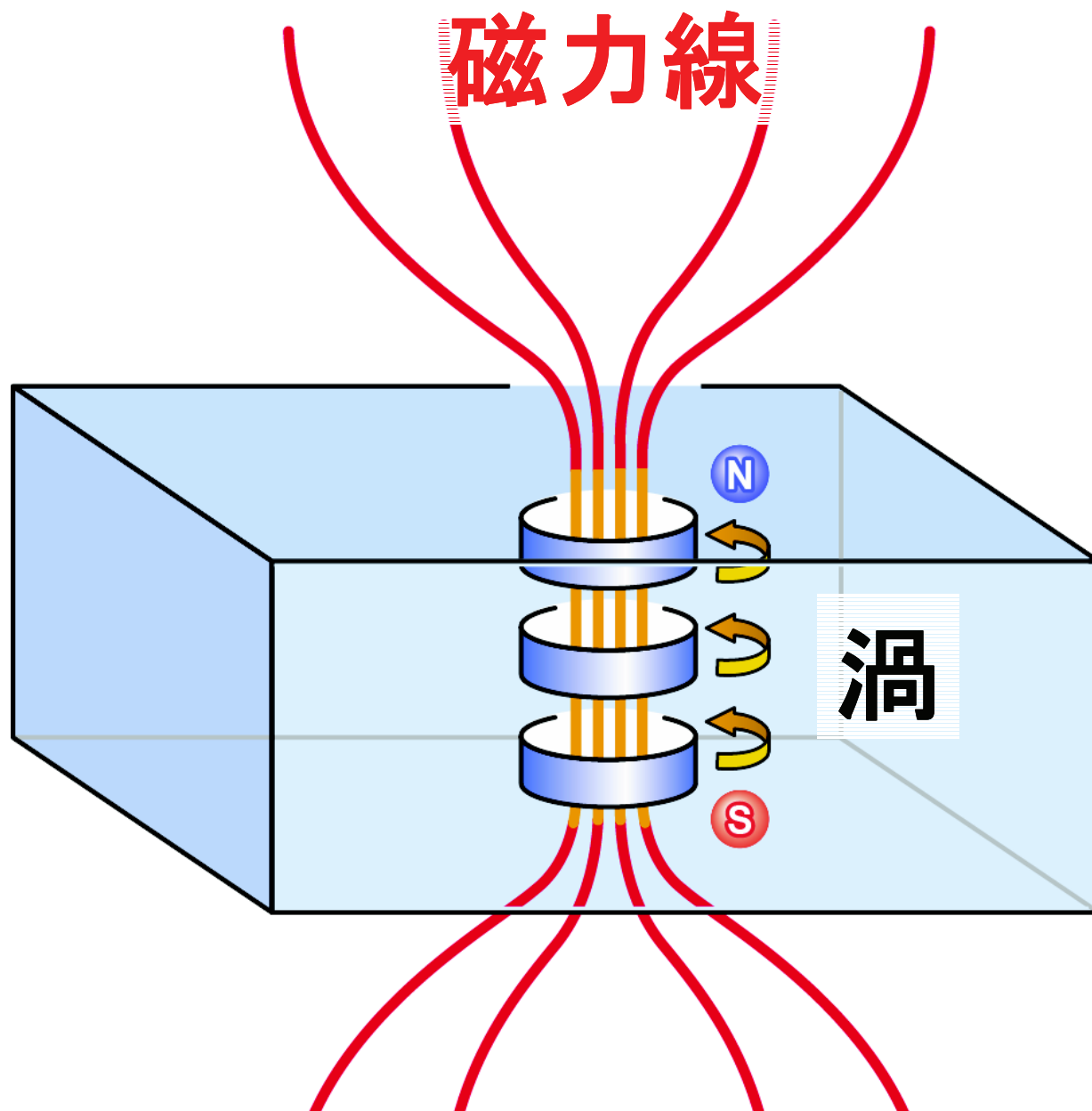


超伝導体表面近くの磁力線



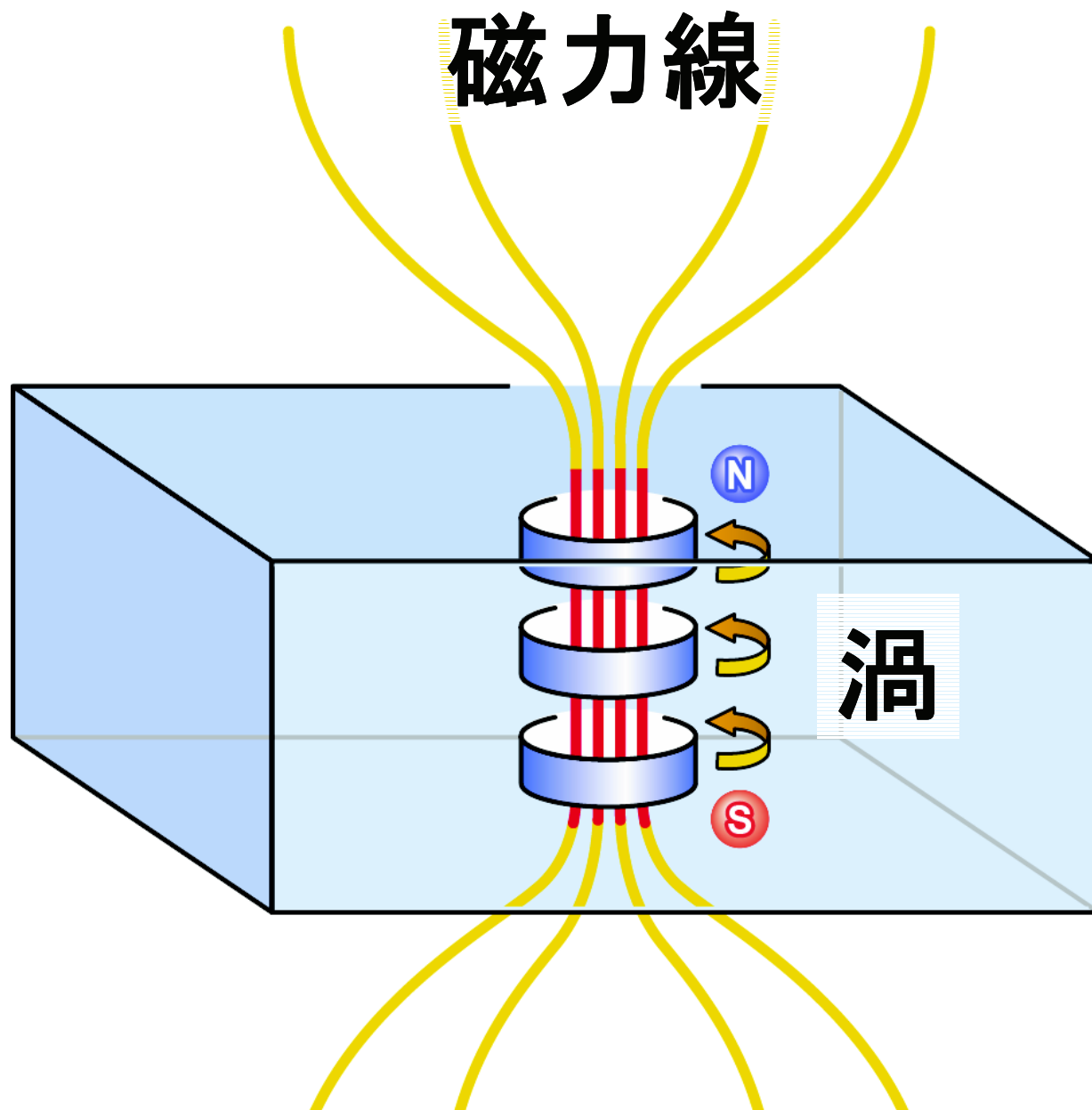
58-1

超伝導体中の磁束量子とクォークの閉じ込め



58-2

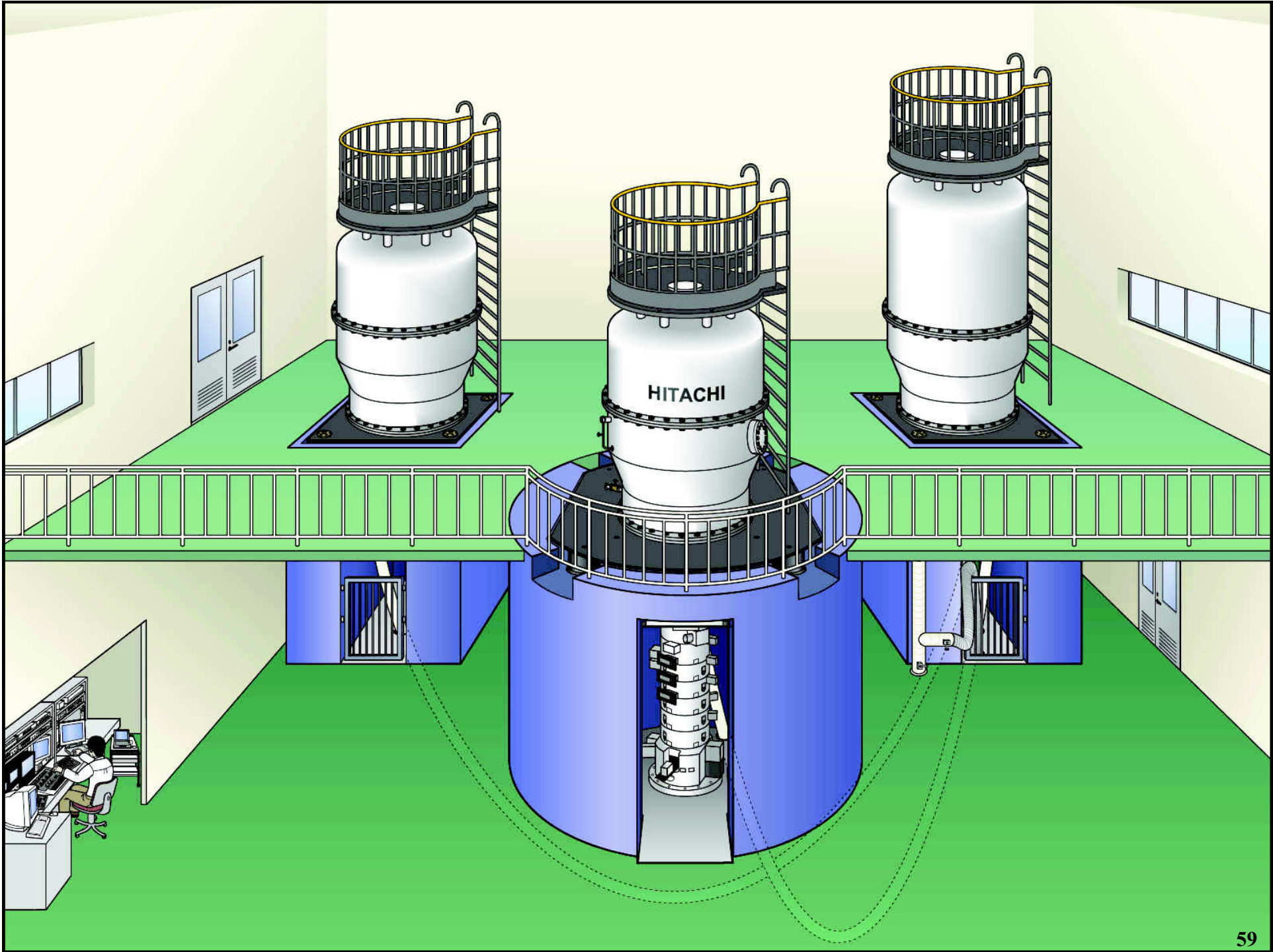
超伝導体中の磁束量子とクォークの閉じ込め

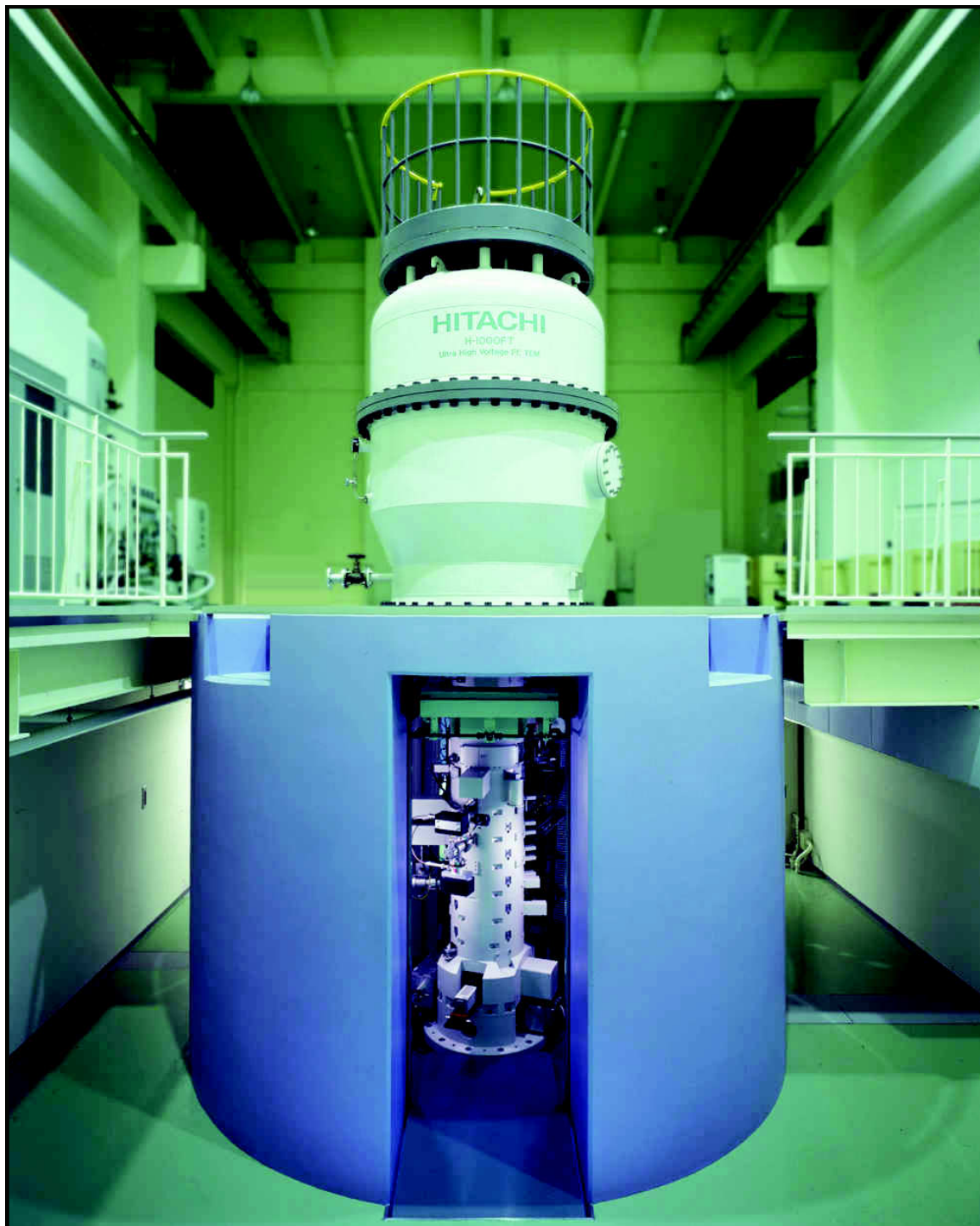


58-3

超伝導体中の磁束量子とクォークの閉じ込め

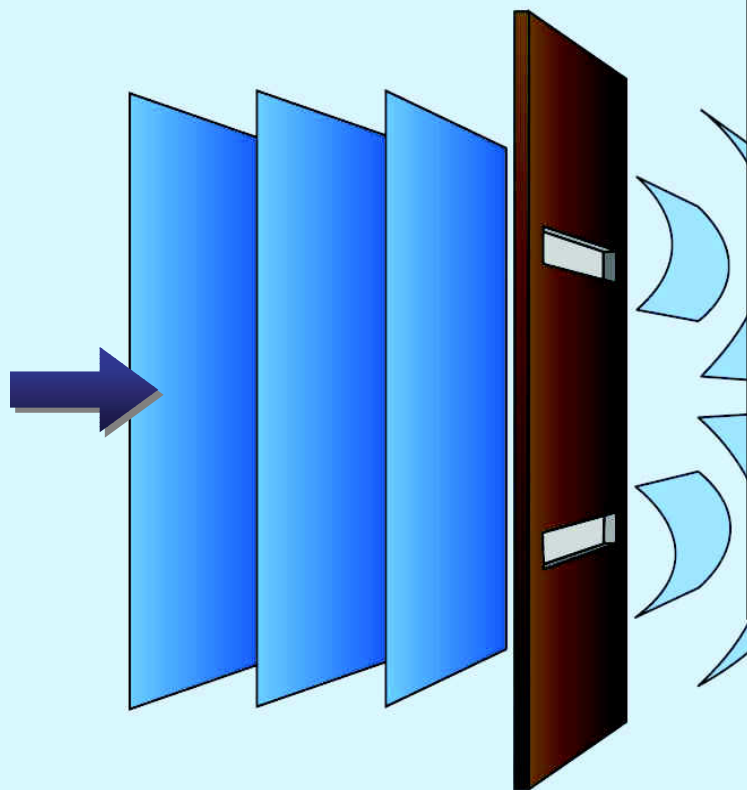




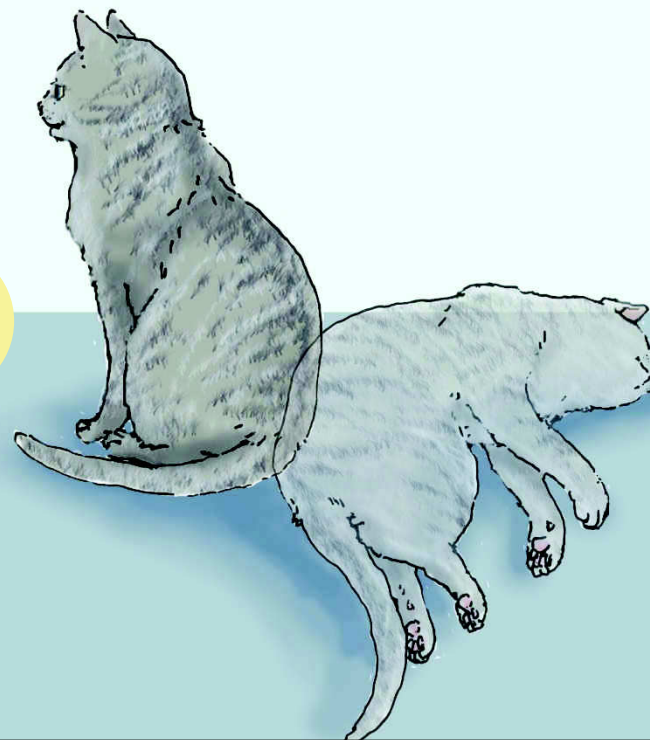


**1MV  
ホログラフィー  
電子顕微鏡**

二重スリット



生



死

シュレーディンガーの猫

二重スリットの実験



上田良二 名大教授 (1911~1997)

## 上田良二教授からの返信

「こんなことで満足してはいけない。あなたの成果は、模倣とはいわなくても海外での成果に負っており、“基礎演習”の域を出ていない。この結果が幹になって大枝小枝が出て、初めて“基礎研究”といえる。日本の科学技術が根を生やすには、なお60年の努力が必要である。満々たる自信、それに雑用にひるまぬ勇気で頑張るように」

生年不滿百  
晝短苦夜長

常懷千歲憂  
何不乘燭遊

書 小平浪平



生年不滿百  
晝短苦夜長  
常懷千歲憂  
何不乘燭遊