

# 光とトポロジ

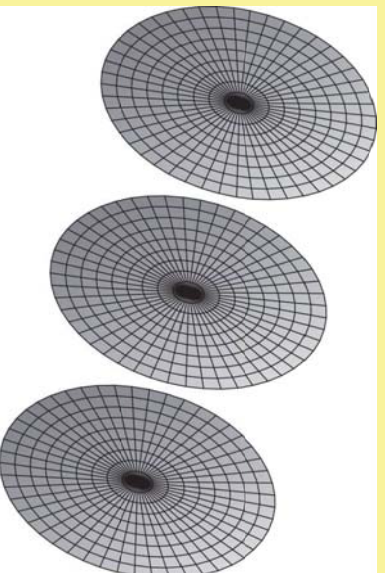
北海道大学大学院工学研究院  
応用物理学部門

森田 隆二

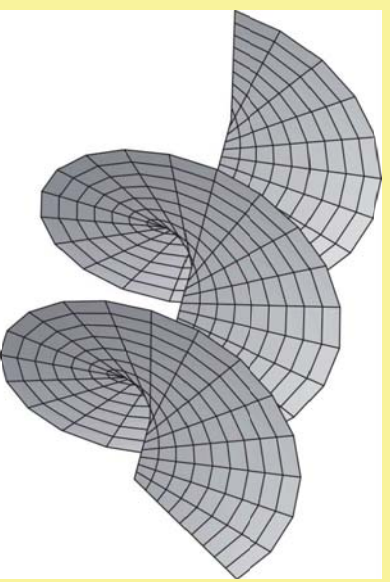
## 3. トポロジカルな光1 — 光渦

位相の等しい面 (等位相面)

螺旋 (らせん) をなす



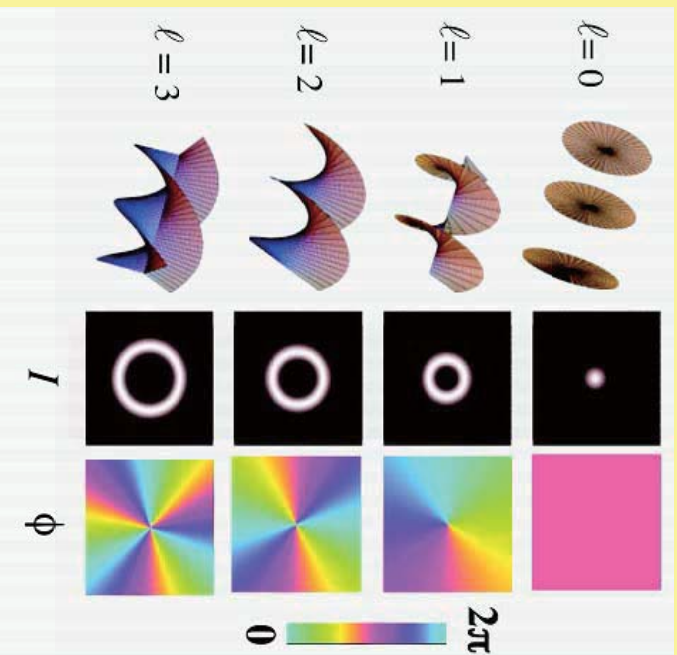
通常の光(平面波)  
等位相面が平面



光渦  
等位相面が螺旋

### 3.1. 光渦の性質

位相の分布と光強度の分布

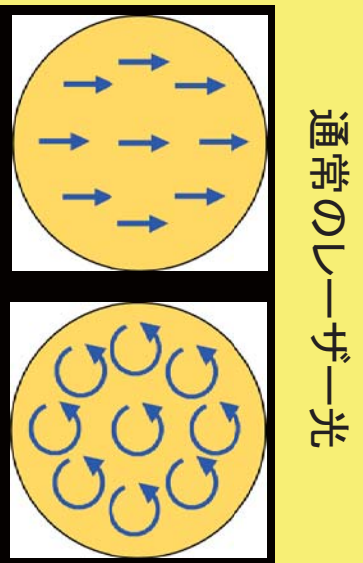


位相特異点  
光強度...0

after M. J. Padgett  
Univ. Glasgow

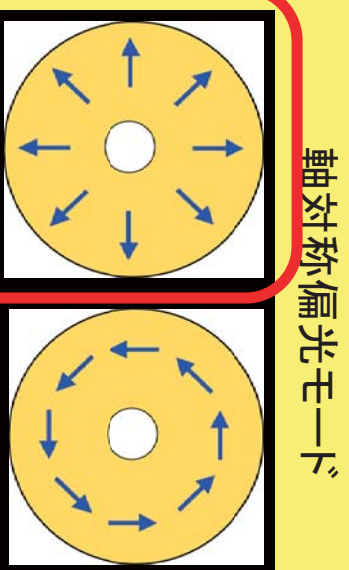
### 4. トポロジカルな光<sup>2</sup>

軸対称偏光モード



通常レーザー光

一様な偏光分布



軸対称偏光モード

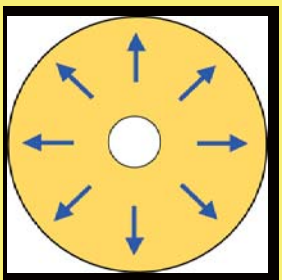
径偏光モード

方位偏光モード

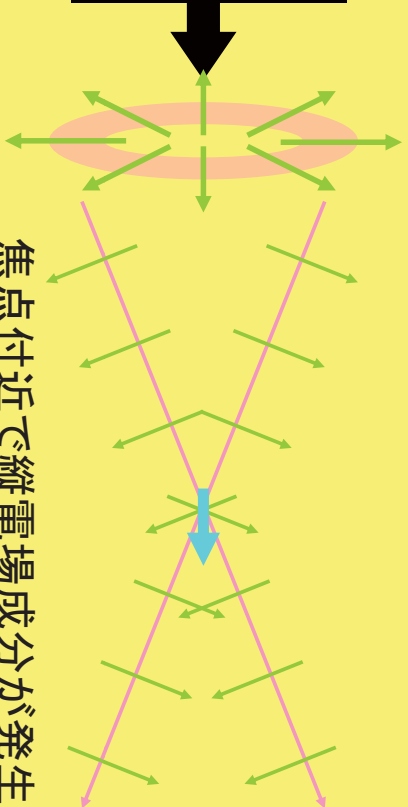
軸対称モードの特徴

中心に偏光特異点  
ビーナツ状の強度分布

# 径偏光モードの特徴



径偏光モード

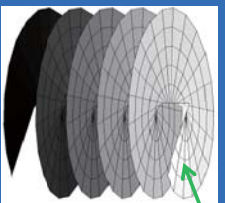


焦点付近で縦電場成分が発生  
+通常の光よりも小さいスポット径

応用 { 高分解能顕微分光、物質加工、光トラッピング  
微粒子加速、プラズマ制御、...

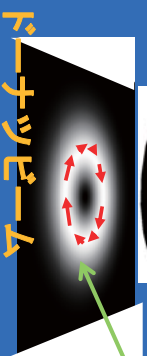
# 光波のトポロジ

光渦  
軌道角運動量  
(L)

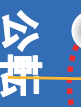


螺旋波面

軌道角運動量



ボナツビーム



捕捉粒子

光マニピュレーション

円偏光  
スピン角運動量  
(S)



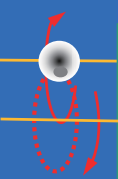
自転

磁気光学

全角運動量J  
応用研究報告例が  
ない

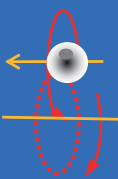
$$|J| = |L| + |S|$$

$$J=2$$



$$|J| = |L| - |S|$$

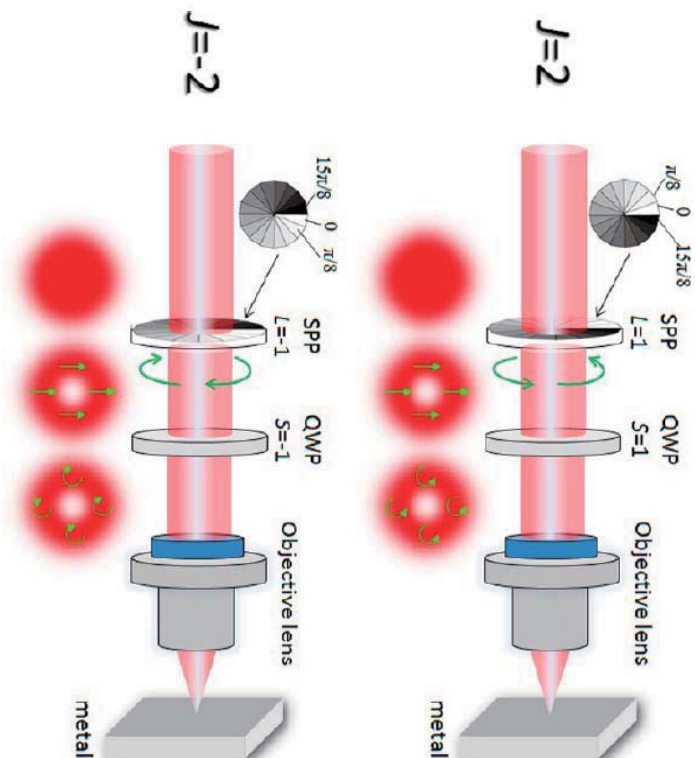
$$J=0$$



公転+自転

「全角運動量」を有する光波＝「トポロジカル光波」

# カイラリテイ構造制御ナノローボール1



# カイラリテイ構造制御ナノローボール2

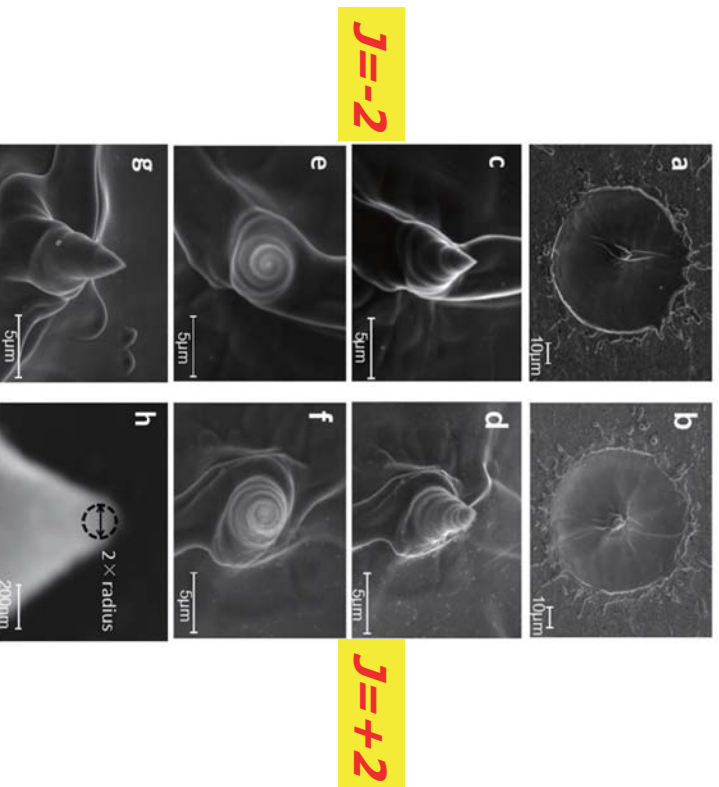
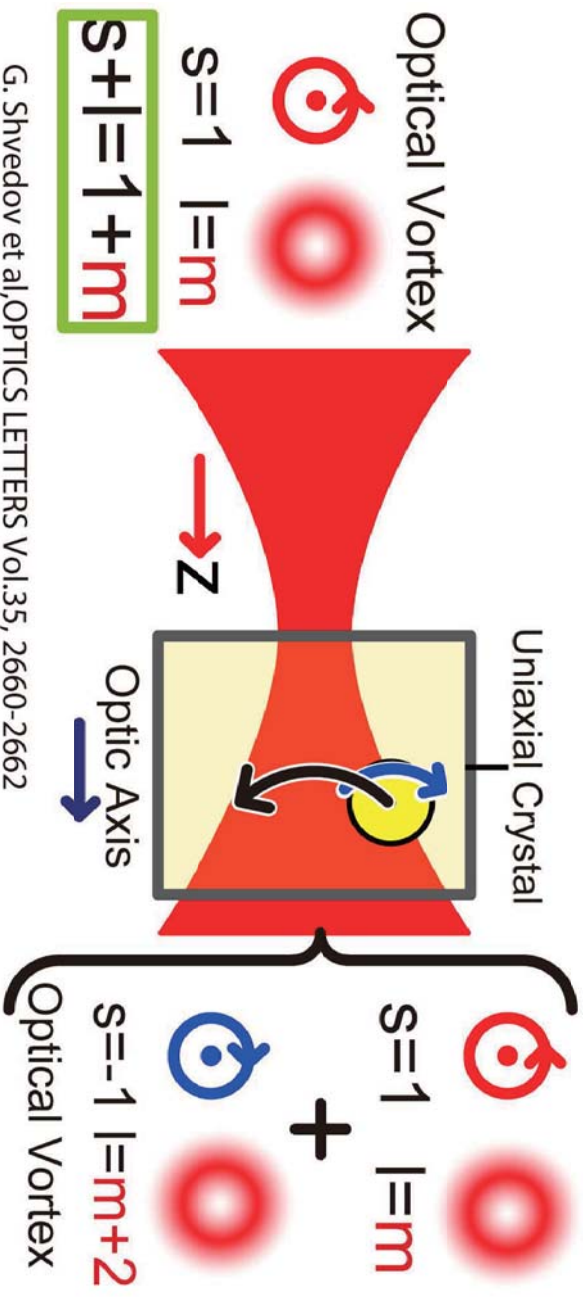


Figure 3. (a,c,e) SEM images of processed surface and a twisted nanowire fabricated by an optical vortex with a total angular momentum  $J$  of  $-2$  (clockwise). (b,d,f) SEM images of processed surface and a twisted nanowire fabricated by optical vortex with a total angular momentum  $J$  of  $2$  (counter-clockwise). (c,d) The  $25^\circ$  views and (e,f) top views of the nanowire. (g) The  $25^\circ$  view of the nanowire formed using a pulse energy of  $2$  mJ. The chirality of the fabricated nanowire disappears. The focusing lens had an NA of  $0.08$ . We estimated the tip curvature by fitting the tip with a circle utilizing software installed on the SEM, as shown in (h). The uncertainty in the measured values is approximately  $\pm 15\%$ .

# An Alternative Method Using Uniaxial Crystal

Damage threshold of crystal is rather higher



## レポート 課題

- ・光の特異性に関して議論し、A4用紙 1枚以内にとめよ。

たとえば、キーワードとして

1. 位相特異性
2. 軌道角運動量 ・ スピン角運動量
3. 偏光特異性
4. 光のヘリシティ
5. 光のスピン軌道相互作用
6. 縦電場とMaxwellの方程式