

氏名	増田 圭吾		
学位（専攻分野）	博 士（工 学）		
学位記番号	千大院理工博甲第工17号		
学位記授与の日付	令和2年3月31日		
学位記授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	Optical angular momentum induced chiral mass transfer of azo-polymers（光波の角運動量が誘導するアゾポリマーのキラル質量移動）		
論文審査委員	（主 査）教 授：久世 宏明 （副 査）教 授：尾松 孝茂 教 授：星野 勝義 准教授：宮本 克彦 准教授：中村 一希		

論 文 内 容 の 要 旨

光照射されたアゾポリマーは、光異性化反応を介して入射光の光強度分布や偏光を反映した質量移動を起こす。その結果、アゾポリマー薄膜には、凹凸の構造体(表面レリーフ)が形成される。近年、螺旋波面に由来する軌道角運動量を有する光渦を照射すると、その螺旋波面を反映したキラルな質量移動が起こり、アゾポリマー薄膜にはキラルな表面レリーフが形成されることが分かった。

本論文では、光渦と円偏光を組み合わせることで光波の角運動量を空間的に変調して、キラル表面レリーフ形成のメカニズムを明らかにした。

第一に、強く集光された円偏光の螺旋電場が軌道角運動量に変異することでアゾポリマー薄膜上にキラル表面レリーフが形成されることを発見した。この現象は、光波のスピン-軌道相互作用によるものであり、そのメカニズムを光圧理論から理解することに成功した。

第二に、二光子吸収過程を利用することで、3次元的に空間選択性の高いキラルな質量移動が誘導できることを発見した。その結果、エアリーディスクの効果がほとんどない先鋭なキラル表面レリーフを形成することに成功した。さらに、光異性化反応の時間スケールで光渦のレーザーパルス幅を変調することで、キラルな質量移動に必要なレーザーパルス幅を最適化した。

第三に、キラル表面レリーフを近接場光渦の発生デバイスとして使用することで、通常の光では困難だったサブ波長空間における光渦発生とそれに伴うサブ波長スケールのキラル表面レリーフ形成に成功した。

これらの研究は、分子集合体のキラリティー検出などキラルセンシングやマイクロナノマシンへの応用が期待できる。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

光照射されたアゾポリマーは、光異性化反応を介して入射光の光強度分布や偏光を反映した質量移動を起こす。その結果、アゾポリマー薄膜には、凹凸の構造体(表面レリーフ)が形成される。近年、螺旋波面に由来する軌道角運動量を有する光渦を照射すると、その螺旋波面を反映したキラルな質量移動が起こり、アゾポリマー薄膜にはキラルな表面レリーフが形成されることが分かった。

本論文では、光渦と円偏光を組み合わせることで光波の角運動量を空間的に変調して、キラル表面レリーフ形成のメカニズムを明らかにした。

第一に、強く集光された円偏光の螺旋電場が軌道角運動量に変異することでアゾポリマー薄膜上にキラ

ル表面レリーフが形成されることを発見した。この現象は、光波のスピン-軌道相互作用によるものであり、そのメカニズムを光圧理論から理解することに成功した。

第二に、二光子吸収過程を利用することで、3次元的に空間選択性の高いキラルな質量移動が誘導できることを発見した。その結果、エアリーディスクの効果がほとんどない先鋭なキラル表面レリーフを形成することに成功した。さらに、光異性化反応の時間スケールで光渦のレーザーパルス幅を変調することで、キラルな質量移動に必要なレーザーパルス幅を最適化した。

第三に、キラル表面レリーフを近接場光渦の発生デバイスとして使用することで、通常の光では困難だったサブ波長空間における光渦発生とそれに伴うサブ波長スケールのキラル表面レリーフ形成に成功した。

これらの研究は、分子集合体のキラリティー検出などキラルセンシングやマイクロナノマシンへの応用が期待できる。予備審査委員会を11月20日に開催した。剽窃チェックを11月22日に実施し、剽窃盗用に当たらないと判断した。

欧文学術誌 Optics Express に筆頭著者で2編論文発表(この他2編投稿中)するとともに、筆頭著者として国際会議で15件の口頭発表を行った。

2020年1月30日に公開論文発表会・本審査委員会を開催し、論文発表と質疑応答及び審査が行われた。

2020年1月29日に本論文に関して剽窃チェックを行い、問題がないことを確認した。