

Title	Theoretical and Experimental Studies on Brillouin Spectroscopy under Evanescent Excitation
Author(s)	北澤, 田鶴子
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46491
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	北澤 田鶴子
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 19856 号
学位授与年月日	平成 17 年 12 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Theoretical and Experimental Studies on Brillouin Spectroscopy under Evanescent Excitation (エバネッセント波励起のブリルアン散乱に関する理論および実験的研究)
論文審査委員	(主査) 教授 木下 修一 (副査) 教授 野末 泰夫 教授 田島 節子 助教授 鷹岡 貞夫 助教授 渡辺 純二

論文内容の要旨

昨今、表面・界面に関する研究が盛んになり、その測定手段の開発も進められてきたが、分子間の協動的なダイナミクスを測定する手段はほとんどなく、エバネッセント波励起のブリルアン散乱がほぼ唯一である。エバネッセント波励起のブリルアン散乱は 1980 年代に盛んに行われており、スペクトル広がりが見られることが知られていた。この現象により、バルクスペクトルの解析のようにピークシフトやピーク幅から物性値を知ることは難しく、この測定方法を用いた研究は衰退していった。

本研究では、エバネッセント波励起のブリルアン散乱において、このスペクトル広がりの影響を受けにくい、より実用的なスペクトルが得られる配置を理論的に見出し、実験により確認した。また、本配置と従来用いられた配置について、種々のパラメータに対する依存性をシミュレーションし、いくつかのケースについて実験を行い、ほぼ同じ傾向の結果を得た。さらに、分散のある音波と分散のないセントラルモードで、パラメータに対する依存性が異なることも、理論および実験にて確認した。

エバネッセント波励起のブリルアン散乱では、界面という構造の不連続性から、運動量保存則が一意に決まらず分布を持つ。従来の配置は、散乱面と界面を垂直にしており、この運動量保存則の分布が最も顕著に現れる配置となっていた。このときスペクトルは幅広くかつ非対称に広がる。これに対して我々は、散乱面と界面が平行になる配置をとればこの影響を小さくすることができ、バルクでの測定と同等程度の幅のスペクトルが得られることを見出した。この主な理由は、音波に由来するバルクピークと、カットオフ効果に由来するカットオフピークが同じピークシフトに位置することである。

この二つの配置で、散乱角およびエバネッセント波の侵入距離を変化させた場合のスペクトル変化を確認した。従来の配置では、バルクピークとカットオフピークの 2 つが独立にシフトしていき、また全体の幅が変化していくため、スペクトル形状は大きく変わった。一方、我々の配置では、バルクの場合と同等の細いピークがシフトし、幅を広げていく、非常に解析しやすいスペクトルであった。

また、物性値を変化させた場合のスペクトル変化を確認し、同様の結果を得た。

さらに、分散のないセントラルモードは、運動量保存則による分布はスペクトル強度にしか影響せず、分散のある音波のようにスペクトルの形状を変えることはないことがわかった。

シミュレーションしたいくつかのケースについて実験を行ったところ、シミュレーション結果とほぼ同じ傾向の結果が得られ、我々の配置を用いれば、バルクと同様の解析が行えることが示された。

エバネッセント波励起では散乱体積が非常に小さいため、スペクトルの S/N が低く、測定時間も長くなる。今後より実用的にするために、強度増幅が望まれる。

本研究の応用展開は、表面融解などの表面・界面付近特有の現象解明、境界形状の測定、また入射波である近接場光自体の測定など多岐に渡り、表面・界面に関する研究手段として有効な手段である。

論文審査の結果の要旨

本研究は、エバネッセント波励起のブリルアン散乱分光法において、従来から知られていたスペクトル広がりの原因を明らかにし、その影響を受けない光学配置を理論的に見出し、実験により確認した点にその重要性がある。また、その成果を定量的に明らかにするため、種々のパラメータに対する依存性を計算機シミュレーションで確かめ、さらに、分散のある音波と分散のないセントラルモードで、パラメータに対する依存性が異なることも、理論および実験により確認した。

エバネッセント波励起のブリルアン散乱分光法では、界面という構造の不連続性から、運動量保存則が一意的に決まらず分布を持ち、スペクトルに広がりが生じることが問題とされていた。従来から用いられてきた、散乱面が界面に垂直となる実験配置は、この運動量分布が最も顕著に現れる配置となっていた。これに対して申請者は、散乱面と界面を平行にする配置をとり、運動量分布を最小限にすることで、バルクでの測定と同等程度の幅のスペクトルが得られることを見出した。計算機シミュレーションにより確認したいくつかのケースについて、実際に実験で確かめたところ、シミュレーション結果とほぼ同様の結果が得られることを示すことができた。

本研究の応用展開は、表面融解などの表面・界面付近特有の現象解明、境界形状の測定、また入射波である近接場光自体の測定など多岐にわたっており、今後の表面・界面の新しい研究手段の開発として大きく貢献するものと期待できる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。