

わずかな油漏れも見逃さない！！

最速 12 秒高速検知. 検知しにくかった軽油,
灯油, ジェット燃料も高感度検知
オイルリークモニタ「高感度型無水防爆センサ」

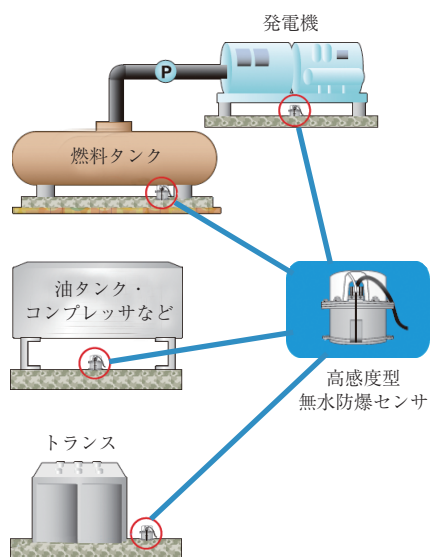
従来の光学式オイルリークモニタでは, ジェット燃料であるケロシンや, ガソリン, 灯油, 軽油は屈折率が低いために検知できなかった. しかし, 光ファイバを曲げたときに漏れ出す光を利用しようという発想が, この課題を解決させた.



高感度型無水防爆センサ



オイルリークモニタの活躍場所



運用・設置イメージ

油漏れ検知器（オイルリークモニタ）は、さまざまな設備からの油漏れを検知する機器である。IHIグループでは、光ファイバを利用した光学接触式を考案し、高速検知システムとしてお客さまに提供してきた。その独自性、有用性が認められ、株式会社IHIエスケープ（IS3）は、この光学式オイルリークモニタで第34回優秀環境装置表彰において日本産業機械工業会会長賞を受賞している。

ここでまず、光学式オイルリークモニタの鍵となる光ファイバの表面での光の動きについて説明しよう。

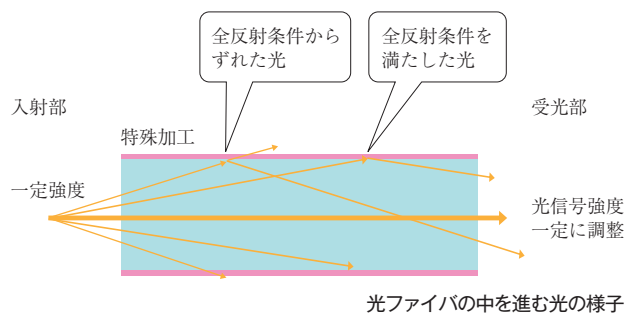
光ファイバに投入された光は広がるため、斜めに進んで表面に到達する。一般に、斜めに入射された光は、屈折率の異なる物質の境界で反射する光（反射光）と、進行方向を変えながら境界を通過する光（屈折光）とに分かれる。光が屈折率の高い物質から低い物質へと進むとき、ある角度より大きな角度で、つまり境界に平行に近く入射すると、二つの物質の境界ですべてが反射されるようになる。このすべての光が反射、つまり全反射し始める限界の角度は臨界角と呼ばれ、二つの物質の屈折率と光の波長の組合せで決まる角度である。

この場合、二つの物質とはファイバを構成するガラスやプラスチック（屈折率 1.7～1.4）とその外側の空気（1.0）となる。

ここで光ファイバの表面に何らかの液体が付着すると、空気より屈折率が高い物質が接触していることに

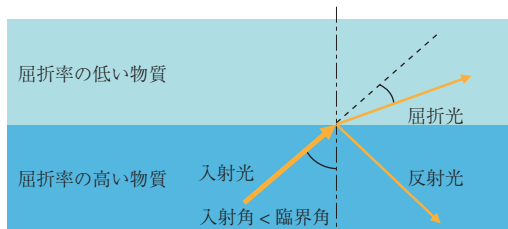
なる。そのため臨界角が小さくなり、今まではファイバの中を反射しながら進んでいた光が外に漏れ出るようになる。その結果、入射させた光の強度に対して出口で受光する強度が低下する。この低下をキャッチすれば、液体がファイバに付着したことを、つまり液体の漏れがあったことが検知できるのである。

光学式オイルリークモニタは、液体の屈折率が高くて漏れる光の変化量が多いほど、また液体が光ファイバにぬれやすくて状態が安定しているほど、検知する感度が高くなる。そこで、光ファイバの表面に特殊加工を施して信号強度を高くさせたことに、IS3の光学式オイルリークモニタの独自性がある。

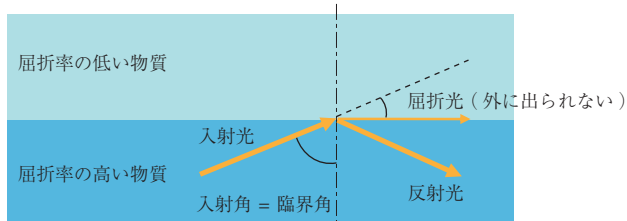


光ファイバの中を進む光の様子

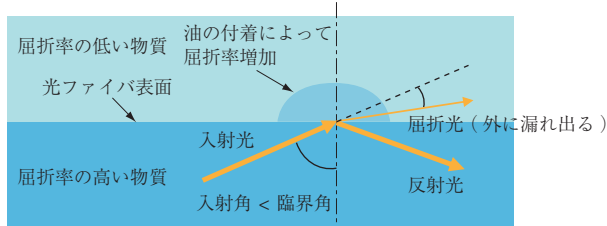
（入射角が小さいとき）



（全反射）

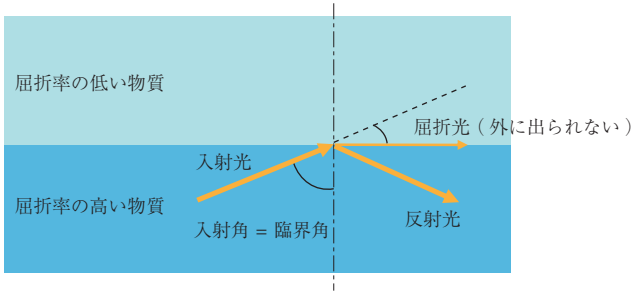


油が付着したとき



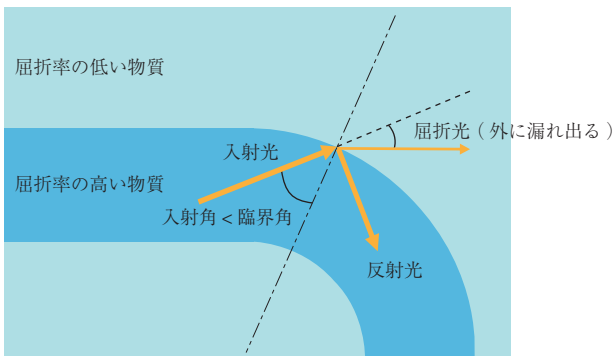
境界における光の動き

(曲げる前)



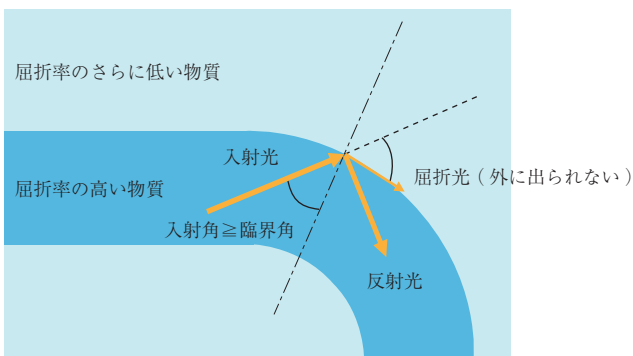
(光ファイバを曲げたとき)

入射角が小さくなる = 全反射でなくなる

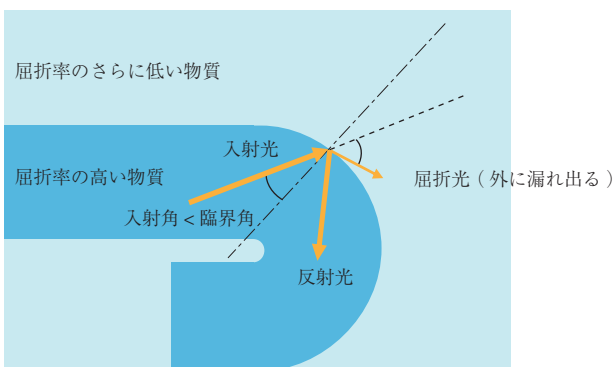


外側の物質の屈折率がとても小さい場合

光ファイバを曲げて入射角が臨界角より小さくならない
= 全反射のまま = 光が外に漏れない



しかし、光ファイバをさらに曲げると入射角がさらに小さくなる
= 外側の物質の屈折率が小さくても全反射でなくなる



光ファイバを曲げたときの光の動き

以上のような特徴を持つオイルリークモニタであるが、逆にいえば、屈折率が低い油や光ファイバにぬれにくい油を検知することは難しいという課題も持ち合わせていた。実際、ガソリンは屈折率が低いために検知が困難で、代表的なジェット燃料であるケロシンや、ガソリン、灯油、軽油はファイバに対するぬれ性が低いために検知できなかった。ちなみに水は屈折率がより低いのでさらに困難である。

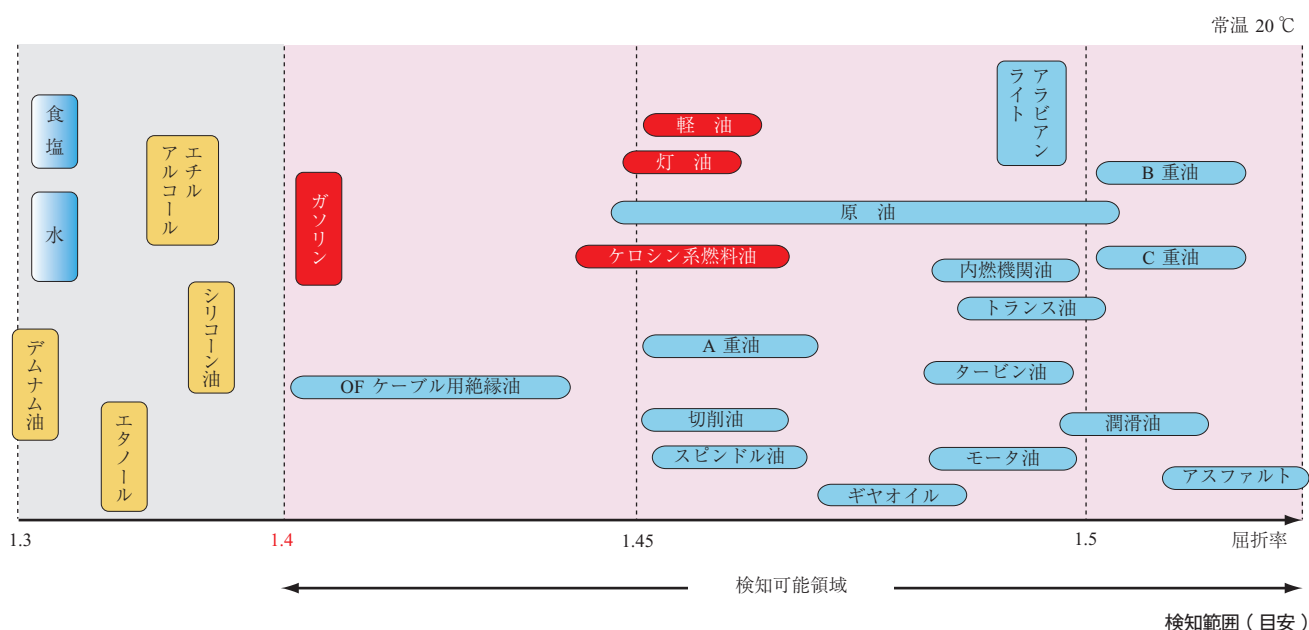
しかし、光ファイバを曲げたときに漏れ出す光を利用しようという発想が、この課題を解決させた。

光ファイバを曲げると、その曲がった表面に入る光の入射角が小さくなる。曲げたときの半径（屈曲半径）をより小さくして入射角が臨界角より小さくなると、光がファイバ外に漏れ出ていく。さらに小さい屈曲半径にすると漏れ出す光の量は増えていく。つまり、屈曲半径の大小で漏れ出す光の量、すなわち感度を増幅、制御できることになる。このファイバに液体が付着すると光の漏れがさらに増える点は、従来方式と同じ原理による。

従来方式では、屈折率が低い油は漏れ出す光の量が少なすぎて受光強度の低下を検知できなかったが、ファイバの屈曲半径を小さくして感度を上げれば漏れ出す光の量が多くなり、その変化を検知できるようになった。

原理はシンプルであっても、曲げた光ファイバを検知部としたセンサを早期に製品化することは簡単ではなかった。このファイバを収めるためにセンサの構造を変更すると、油のある環境で使うために必須の「防爆認定」を新たに申請し取得するために1年かかってしまう。そこで、IS3 ではすでに防爆認定を取得したものと同一構造を採用することにした。そのために、受光強度の変化を敏感に検知できるようセンサ形状の改良や、複数の屈曲させたファイバを設置するためのスペース確保を行った。こうして高感度型無水防爆センサ（水のない環境用で、爆発を誘起する恐れがない）の早期製品化に成功した。

1台のセンサの中に屈曲半径の異なるファイバを複数設置すると、屈折率の異なる油を同時に検出することができる。つまり、各ファイバへ入射する光量を一定にして、ある量まで光が漏れ出したときに信号を出す仕組みにしておくと、屈折率が高い油は光の変化量が多いので屈曲半径が大きい（= 感度の低い）ファイバで検知され、屈折率が低い油は光の変化量が少な



いので屈曲半径が小さい (= 感度の高い) ファイバで検知される。ファイバの屈曲率は、検出したい油の屈折率に合わせて決めればよい。

IS3 では、この複数種類の油 (液体) を一度に検出できるオイルリークモニタの実用化に取り組んでいる。すでに、水 (屈折率 1.33)、ジェット燃料、潤滑油、などさまざまな屈折率の液体に対して実証データを蓄積している。この技術は屈折率がわかれば油に限らずさまざまな液体の検出が可能である。この点に着目して、食品分野、化学加工品分野などへ適用範囲を拡大した新規センサの開発も検討している。

現在、この高感度型のセンサは、無水環境下のみの製品なので、無水防爆センサと称しているが、水辺でも使用できる機種の開発を進めている。また、運用状態の監視や無線/ネットワーク化などを広く適用していくことで、「地球環境を保護し美しい未来をつくる」ことを大切にするお客さまを増やしていけると考えている。今後も、柔軟な発想や技術を活用し、現場を熟知した IS3 ならではの付加価値を創出していく。

(特許出願済み 出願番号：特願 2010-179523)

問い合わせ先

株式会社 IHI エスキューブ
営業部
電話 (03) 3277 - 4050
制御システム事業部
電話 (042) 523 - 8313
URL : www.iscube.co.jp/