

## 1. 歪とは？

ふだん、「歪<sup>ひずみ</sup>」という言葉が無造作に使っていますが、「そもそも歪って何？」と聞かれて言葉に詰まるのも嫌なので、いくつかの辞書で調べてみました。

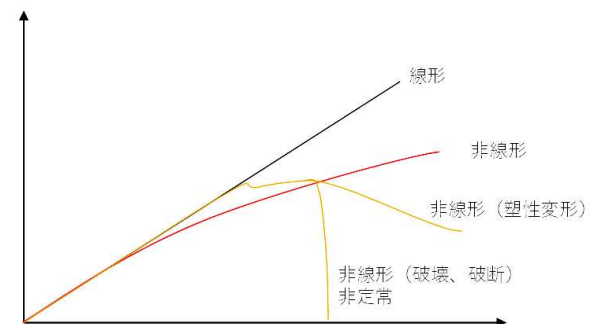
1. 外力などで形状や体積が変化すること ねじれ、ゆがみ、のび、ちぢみなど。
2. ものごと（形の有無に限らず）が推移する中で欠陥が生じること。  
欠点が浮き上がってくる。またはその欠陥や欠点そのもの。
3. 再生された信号が元の信号と等しくない状態。

などが認められます。

3の「入出力を持つ現象」に絞った場合、

1. 線形歪（Linear Distortion）
2. 非線形歪（Non-linear Distortion）
3. 非定常歪（Irregular Distortion）

の3つが挙げられます。



1の線形歪は、狭義ではランダム歪（無相関歪）とも呼ばれる場合があり、その場合には入力と関係なく一定量の信号に無い成分が出力に重畳します。例えば、入力に関係なく出力に重畳されるアンプの電源残留ノイズやハムなどがこれに相当します。

通常は、入力の大きさに比例した量（リニア）で出力に生じる歪になります。機械系での例としては弾性領域での応力と歪の関係が挙げられます。

スピーカーで言えば、本来必要なローレンツ力という出力に対し、駆動電流（入力）に伴って発生する均一磁界中での逆起電力（ビオ・サバルの法則による変動磁界が固定磁界を変調することに因る）などがあります。

言い方を変えれば、想定している入出力のリニアな関係以外に重畳される入出力間で比例関係を持つ要素はすべて線形歪になります。

2は、入力された対象物の性能を要因（内部要因）として入力信号の大きさや周波数に応じて入力に無い情報や状態（歪）が入力に比例しない（ノンリニア）で発生する場合があります。

スピーカーの場合には、振動系が弾性限界近くまで駆動されたときに入力とノンリニアな変位になるもの、均一磁界を外れた領域での逆起電力などが挙げられます。

3は、経年変化や塑性変形（外部要因）などがその例で、本来発生してはいけない情報（歪）が発生するものになります。機械系での例としては、弾性領域ではリニアな関係が

「降伏点」を超えることでノンリニアになって外形上の変形や破断などを引き起こすことが挙げられます。スピーカーで言えば、振動板とエッジ接続部分の剥がれなどによるビビリ音の発生などがこれに当たります。

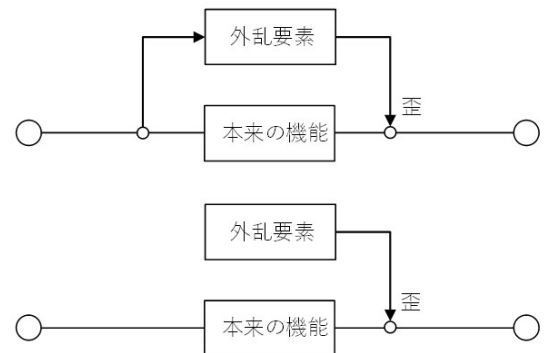
通常、元に戻らない**不可逆性歪**でもあります。

それ以外に、電気系特有の表現として『混変調歪 Cross Distortion』というものがあります。線形／非線形を問わず内部要因や外部要因を二次要因として発生する歪で、それら要因の性質を反映したために生じる歪になります。

元々は、通信（受信）時に、発信源に含まれる高調波や外部信号（外乱）により変調されてしまう歪を指していましたが、意味を拡張して二次的に重畳発生する変調歪全般を指すようになりました。

混変調の起こる仕組みですが、「エネルギーの流れ」の途中もしくは分流に歪要素（外乱）が入ることで「本来の出力」に変調された成分が重畳されることによります。

右図の上は、外乱要素にエネルギーの一部が分流することで本来の流れに歪が混入することを表しています。



下は完全な外乱ですが、その外乱で出力が変調される場合にも混変調と言えます。

スピーカーの場合には、キャビネットなどの有限長媒体を信号が伝播することにより遅延、変質（媒体要素を反映）した信号が元の信号に重畳する場合があります。キャビネットの共振もその一例です。

歪は無いに越したことはありませんが、人間の感覚（視覚や聴覚、触覚など）特性により、認知されにくい歪と微量でも認知されてしまう歪があります。

前者には、1の定常的に発生しているもの（残留ノイズなど）があり、感覚の「**順応**」という性質により最初は気になっても慣れてしまうと気にならなくなります。

後者は、2の一部と3に相当し、レベルが急に変化したり、波形が急に大きく変化したりする（不整合を伴う）歪がこれに相当し、人間の感覚では時間変化分 d/dt に対する感度が時間経過してもあまり下がらない性格を持つことによります。

これは動物としての危機管理能力（敵や危険現象の認知＝本能）に因るためで、歪としての認知に関して考慮すべきものになります。

危険に結び付かないこと＝安全を条件に、分からなければ（気にならなければ）歪はあっても良いのではないかと・・・ということで、製品設計にも応用されています。

ただし、人間の感覚には個人差（「**個性**」）があり、歪低減の方向性は失ってはならないということを肝に銘じなければなりません。