

第 1 章 超音波応用の概要

1.1 超音波の概要と調査範囲

人間の可聴範囲は約 20Hz ~ 20kHz であるが、超音波の定義は可聴範囲以上の高い周波数に限らず、近年“聴くことを目的としない音波”と幅広く解釈されている。例えば、食品粉末の乾燥などには 1 ~ 10kHz の可聴周波数が用いられ一般に超音波乾燥といわれている。油田の探知などに利用する周波数はダイナマイトを爆発させた 25Hz 以下の低周波であるが超音波深査といわれている。¹⁾

動物の中にも超音波を出すものは多い。よく知られているのはコウモリ、イルカであろう。コウモリは 50 ~ 100kHz の超音波でロケーションを行なうし、イルカの中でもバンドールイルカは 20 ~ 170kHz の超音波で海中での会話を行なっている。最近ではヤマネも繁殖など大事な場面で超音波を駆使していることが判明しつつある。²⁾ 超音波を出す犬笛で犬に合図を送ることもよく知られている。

超音波を工業的に利用しようとするきっかけは 1912 年のタイタニック号の冰山との衝突、沈没であると言われている。丁度その頃、フランス人の P. ランジュバンにより水晶を金属板でサンドイッチにして強力な超音波を発生させるランジュバン振動子が発明され、真空管と組み合わされて水中探査に応用された。この探知機は第 1 次世界大戦のドイツの潜水艦を大いに悩ませたという。日本での研究は 1930 年代に始まる。第 2 次世界大戦後の食料不足を契機とした魚群探知機の開発から、1952 年の日本無線による超音波診断装置の開発へとつながる。³⁾

最近ではスペースシャトルでの新材料の実験装置にも超音波が活躍している。円筒の中で 15kHz の超音波を共鳴させて音波の谷の部分で物体を押さえこんで空中に浮かせて保持している。⁴⁾

超音波応用機器の代表は、1960 年代の洗浄機、70 年代の溶接機、そして現在の医療機器へとつながる。次の時代のホープとしては、超音波顕微鏡、超音波モータなどが上げられようが、この報告書ではこれら産業界を中心とした超音波機器については他でも十分に論じられているので触れない。より市民生活に密着し、今後の生活に影響を及ぼすであろう新しい超音波応用機器の事例及び可能性について第 2 章以後で触れることとする。

1.2 超音波の特徴

超音波の一般的な特徴は以下の 3 点が上げられる。

- 1) 伝搬媒質は気体、液体、固体が対象となる。(電磁波と光は真空か気体のみ)
気体と液体は縦波のみ、固体は縦波、横波、表面波が存在する。(図 1.2.1)
気体は減衰しやすく、液体、固体では効率よく伝搬する。

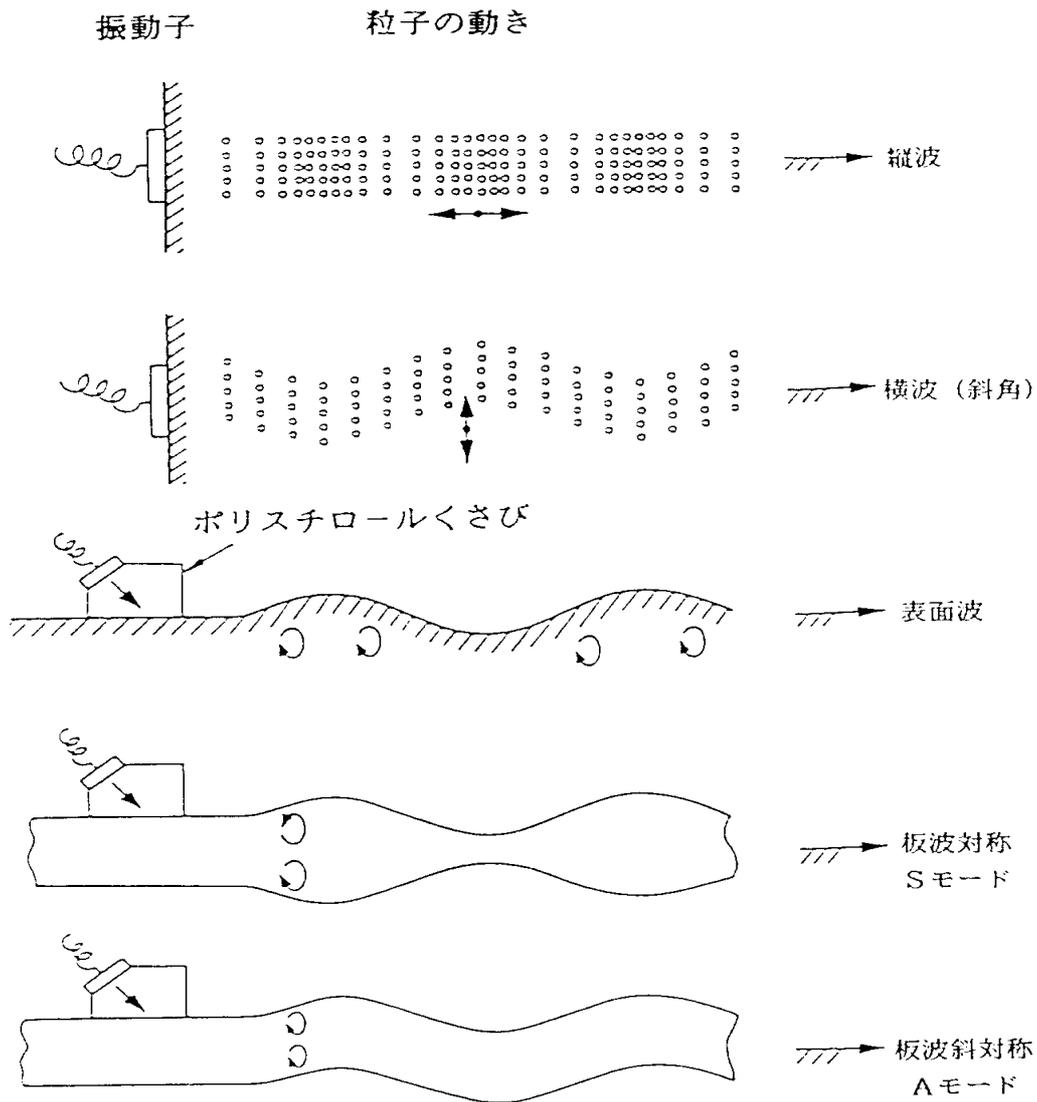


図 1. 2 . 1⁵⁾

- 2) 伝搬速度が遅いので波長は短くなる。(音速 = 波長 × 周波数)
 同一周波数の電磁波と比べて波長は 5~6 桁短い。
 幅の狭いパルスを放射できるので方向性や距離分解能力が優れている。
 媒質と音速、波長の関係の概略を下表に示す。

媒質	音速 (m/s)	媒質	周波数	波長
空気	約 340	空気	可聴周波数	20m ~ 20mm
水	約 1500	人体	1 ~ 15MHz	1.5 ~ 0.1mm
鉄	約 5000	金属	100 ~ 500KHz	5 ~ 1mm

- 3) 小さい振動変位でも高い音圧と強いパワー密度をもっている。

そして、超音波はその性質上物体の色や材質に影響されず、粉塵や煙や水滴に強いという利点がある反面、温度や庄力の変化、空気の対流、金属音などのノイズに弱いという欠点もある。

産業機器における主な使用周波数は以下の通りである。⁶⁾

- ・ 超音波洗浄機 20kHz ~ 200kHz , 500kHz ~ 1MHz 以上
- ・ 超音波溶接機 50kHz ~ 200kHz (1W ~ 50W)
- ・ 超音波加湿器 1MHz 程度
- ・ 探傷器 , 厚み計 100kHz ~ 10MHz
- ・ 車両衝突予防装置 17kHz ~ 19kHz
- ・ 超音波顕微鏡 100MHz ~ 1GHz

又、市民生活への利用という観点からみれば、放射線障害がなく電波法の規制を受けないことは大きな特徴である。電波が電波法にしばられて勝手に発射出来ないのに対し、超音波が自由に発射できることは大変な利点といえる。

1.3 超音波技術の応用分野

超音波は波動エネルギーであるが、伝播速度が遅く、反射しやすく、大きな音響エネルギーが伝送できるなど数々の特長がある上、害虫の駆除などにも利用されるなど応用範囲が広い。応用分野の概要は表 1.3.1 のようになる。

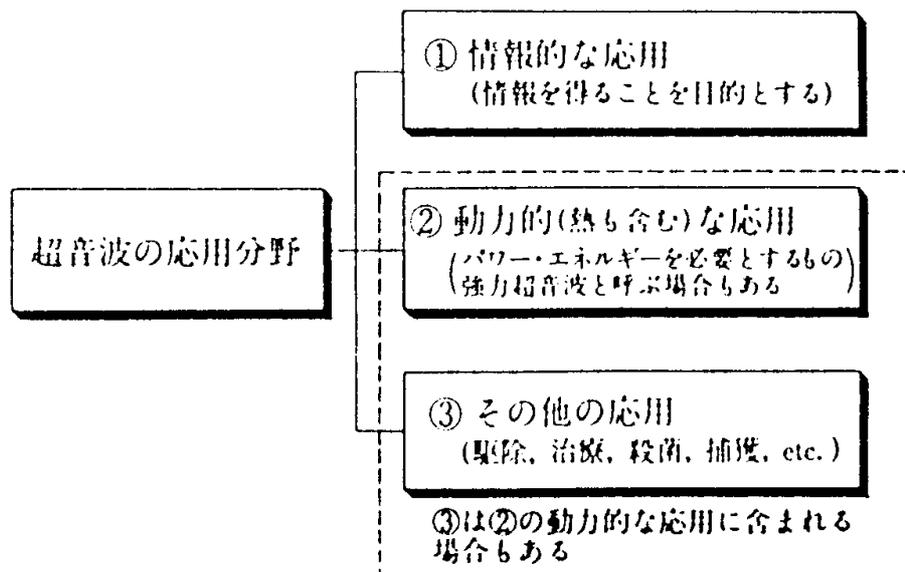


表 1.3.1 超音波の応用分野⁷⁾

その具体的な応用製品としては表 1.3.2 のように非常に多彩なものとなっている。

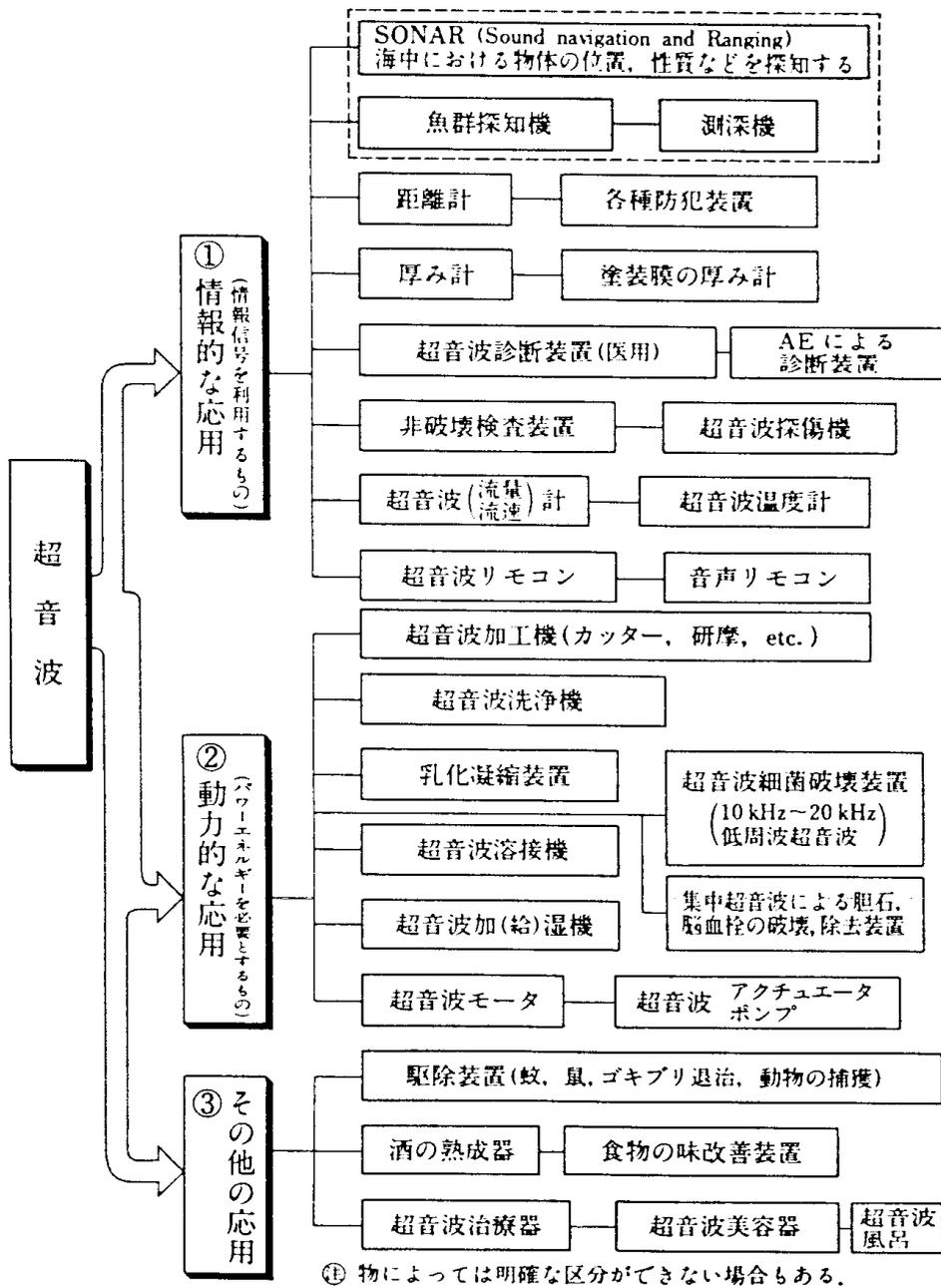


表 1.3.2 超音波を応用した製品⁷⁾

この表での応用製品の大半は既に確立した分野を築いているものである。更に、これらを越えて新たに市民生活に有用な応用例の展開を考察するために、超音波で可能な事は何か、超音波でどんなことが出来るのかをまとめておく。表 1.3.3 にその一覧を示す。日常生活に係わる例が幅広く見られる。

<p style="text-align: center;">洗 浄</p> <p>1) 食器の洗浄 2) 衣類の染み抜き 3) 歯石の除去 4) コップの洗浄 5) 眼鏡の洗浄 6) 金属部品のバリ取り 7) 米を洗う 8) 精密部品を洗う 9) 手を洗う 10) 美顔器 11) 超音波歯ブラシ 12) 貴金属の洗浄 13) 入れ歯の洗浄 14) 時計バンドの洗浄 15) 脱脂洗浄 16) 葱の子（食品）の洗浄</p>	<p style="text-align: center;">見 る</p> <p>55) 胎児の診断 56) 目の診断 57) 心臓の診断 58) 正常細胞と癌を見分ける 59) 金属内部の傷を探知 60) ICの内部を探る 61) 魚の探知 62) お腹の中の石を見つける 63) 超音波内視鏡 64) ひよこの雄雌が分かる 65) ブタの排卵日の診断 66) 建設物の構造体の内部を非破壊で調べる 67) 衝突予防装置 68) 骨折を診断する 69) 海底の状況が解る 70) 肉の性質が解る 71) 材料破壊検知機 72) 鋳物のすが見える（プラスチック） 73) 霧探知機 74) ノッキング検知機 75) 波の向き測定 76) 魚群計量カウンター 77) デイスコの入場人員カウンター</p>	<p style="text-align: center;">捜 す</p> <p>105) 超音波ホーミング</p> <p style="text-align: center;">通 信</p> <p>106) 水中通信 107) 多重米電話 108) 米なし米電話（超音波通信） 109) 超音波による空中通信 110) イルカとの会話 111) 超音波スピーカー 112) 超音波テレメーター</p>
<p style="text-align: center;">計 測</p> <p>17) （海や湖）の深度の測定 18) 物の厚みの測定 19) コンクリートの強度の測定 20) 液体の濃度や粘度の測定 21) 距離を測る 22) 材料の異方性が解る 23) タンク内の液体、粉体のレベルを測る 24) 金属の強度を測定 25) ボルトの締め強度の測定 26) 液体の流速の測定 27) 空気の流速の測定 28) 風向きを測定 29) 積雪の量 30) ヘドロの量 31) 動物の脂肪の厚み 32) 物の固さ（定量解析） 33) 位置を決める 34) 井戸の深度計 35) 車のバックセンサー 36) 超音波ノギス 37) 波の高さの測定 38) 潮流計 39) 体重計 40) 材質判別機 41) 地質調査機 42) 血流量計 43) 金属疲労の測定ができる 44) 路面判別機 45) 気圧、温度、湿度計 46) 超音波メジャー 47) 野菜の鮮度 48) 降雨量 49) 血圧計 50) 温度計 51) 交通量を調べる 52) スピードガン 53) ヘリコプターの高度計 54) 泳いでいる魚の体重の測る</p>	<p style="text-align: center;">健康・治療</p> <p>78) 脳血栓の血の除去 79) 胆石の破壊 80) 超音波メス 81) 脂肪をとる 82) 水虫の治療</p>	<p style="text-align: center;">スイッチ</p> <p>113) テレビのチャンネルの切替え 114) 自動ドア 115) 盗難予防器 116) 車両感知スイッチ</p>
	<p style="text-align: center;">集束超音波の利用</p> <p>83) 金属の溶接（異種金属） 84) お菓子（ケーキ）を切る 85) プラスチックフィルムの溶着 86) プラスチックを溶接 87) 堅い物に穴を開ける 88) プラスチックに金属をインサートする 89) ガラスを切る 90) 霧を造る 91) 物体を浮かせる 92) 超音波切削 93) 細胞の破壊 94) 超音波半田付け 95) 超音波カッター 96) 貴金属の微粉化 97) 超音波キャブレター 98) 超音波ミキサー 99) 粉をタマ無しで作る 100) 宝石加工機</p>	<p style="text-align: center;">駆 除</p> <p>117) 蚊、蠅、ダニ、ゴキブリの退治</p>
	<p style="text-align: center;">微弱超音波</p> <p>101) 酒の熟成</p>	<p style="text-align: center;">その他強力超音波</p> <p>118) 乾燥 119) 研磨 120) 鋳物のすが出来ない 121) 超音波集塵 122) 液中の塵を集める 123) 超音波ポンプ 124) 小物プラスチック部品を外す</p>
	<p style="text-align: center;">動かす</p> <p>102) すべりを良くする 103) 超音波モーター 104) 超音波リニアモーター</p>	<p style="text-align: center;">そ の 他</p> <p>125) 光を曲げる 126) 香水を造る 127) 防藻効果 128) タンクの破壊を予知 129) 工具の破損の予知 130) 超音波で泡を消す 131) 塗料を作る 132) 超音波バーナー 133) 燃費の改善 134) 果物の味が変わる 135) 煮物の味が良くなる 136) 超音波ゲーム（超音波銃） 137) マイクロマウスの壁の検出 138) デイレーライン 139) コウモリの捕獲 140) セラミックフィルター</p>

表 1.3.3 超音波でこんな事が出来る！⁵⁾