

音質評価技術を用いた騒音対策方法（第1報）

機械電子科 電子スタッフ 上野貴康

Noise reduction method using the sound quality evaluation technique (1st Report)

Takayasu Ueno

1. はじめに

製品の騒音対策方法として一般的な手法は、騒音値を下げることである。騒音値は製品において品質の一つとしてカタログ等に掲載されているため、製造者はこの騒音値の低減に注力している。しかし、騒音値の低減は物理的に限界がある。また、動作確認や注意喚起等必要な音もある。製品音の中でも、不快な音だけを低減できれば効果的である。

製品の騒音対策として、音質評価技術により不快に感じない仮想音を追求し、この仮想音を製品の目標音として騒音対策を実施する手法の確立に取り組んでいる。

今回は、「うるさい」と苦情のある製品について、デジタル処理等を行って仮想音を作成し、客観評価及び簡単な主観評価実験を行った結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 仮想音作成

「うるさい」と苦情のある製品について、その騒音を録音し周波数解析を行った。その結果を図1に示す。この製品音は、複数の周波数ピークがあり、低周波域が大きいことが分かる。そこで、ピークや

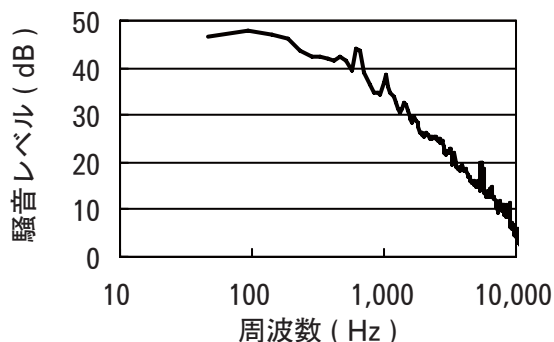


図1 製品音の周波数解析結果

低周波域をデジタルフィルタ処理した仮想音を4種類作成した。作成した各仮想音のフィルタは表1に示すとおりである。

表1 仮想音作成フィルタ

仮想音名	フィルタ種類 (※1)	中心(遮断) 周波数
仮想音B	B E F	1024 H z
仮想音C	B E F	630 H z
仮想音D	B E F	100 H z
仮想音E	H P F	100 H z

※1 B E F : Band-elimination filter

H P F : High-pass filter

2.2 客観評価

録音した製品音及び作成した各仮想音についての客観評価には、周波数解析及び心理音響物理量算出を用いた。心理音響物理量とは、人間の聴覚を考慮した物理量であり、表2に示すようなものがある。

表2 心理音響物理量の例

ラウドネス	音の大きさ。 ISOで規格化されている。
シャープネス	甲高さ。 高い音の成分が大きいと大。
ラフネス	粗さ。 低い変調成分が大きいと大。
変動強度	変動感。 さらに低い変調成分が大きいと大。

2.3 主観評価

主観評価実験は、被験者が30代から60代の健康な男性6名による試聴実験を行った。

作成した仮想音の印象を一对比較法により調べた。製品音及び仮想音1種類を被験者に提示し、製品音に対する仮想音の印象を自由に記載させた。作成し

た4種類の仮想音すべてについて行った。

快・不快度合いについてはSD法で実験を行った。製品音及び各仮想音4種類(全5種類)を提示し、各音源について「-2」から「+2」の5段階で評価させた。また、順位付けにより優越を求めた。

3. 結果

客観評価として、製品音及び各仮想音(各音源)について実施した周波数解析結果を図2に示す。各仮想音は、デジタルフィルタ処理した周波数帯においてレベルの減衰が確認できた。

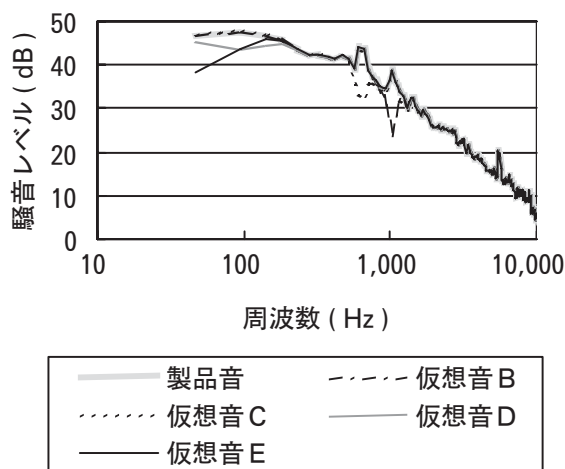


図2 周波数解析結果

次に、各音源について心理音響物理量を算出した結果を表3に示す。デジタルフィルタ処理することにより、各仮想音は製品音と比べて各物理量に多少の変化があり、各々音質が変わったことが確認できた。

主観評価において、製品音に対する各仮想音の印象を調べたが、被験者の回答には様々な表現があり、個人差があった。例えば、製品音に対する仮想音Bの表現には、「重い」「落ち着いた」「パワーが小さ

表3 心理音響物理量算出結果

	ラウドネス	シャープネス	ラフネス	変動強度
製品音	10.6	0.976	1.55	0.993
仮想音 B	10.3	0.976	1.54	0.928
仮想音 C	10.1	0.988	1.61	0.933
仮想音 D	10.1	1.02	1.60	0.999
仮想音 E	9.65	1.06	1.58	1.00

い」等であった。

各音源の騒音レベル値及び快・不快度合いについて調べた聴覚実験結果(平均値)を図3に示す。製品音に比べて各仮想音は騒音レベルがわずかに減少しており、騒音レベルが最大である製品音は不快度合いも最大であった。しかし、最も不快に感じなかったのは騒音レベルが製品音より0.4 dBしか減少していない仮想音Cであった。

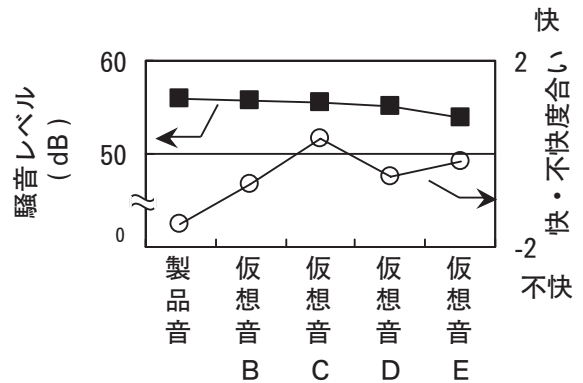


図3 不快度合いと騒音レベル

各音源における順位付けの結果は、最下位については被験者全員が製品音と回答し、1位については被験者6人中5人が仮想音Cと回答した。また、順位付けの結果は、快・不快度合い結果の順位と一致していた。

なお、各音源の心理音響物理量算出結果と順位付け結果との相関を調べた結果、ラウドネス及びラフネスの値と順位には強い相関(各々、-0.7、0.75)があった。

4. おわりに

騒音値の減少がわずかでも音質改善により不快感を低減できる可能性を見出した。

今後、客観評価結果及び主観評価結果を用いて、さらに不快でなくなるような音質の仮想音を追及する。そして、この仮想音に近い音質の得られる物理的対策方法について検討する。