災害時を含めたペット共棲住環境の品質評価

その２　住環境改善システムの適用による音響特性

○浅見　樹里[1)]・田村　雅紀[2)]・金巻　とも子[3)]・鹿野　正顕[4)]・長谷川　成志[5)]
1)学生会員　工学院大学　建築学科・卒論生、d110006@ns.kogakuin.ac.jp
2)正会員　工学院大学建築学部建築学科・准教授、masaki-t@cc.kogakuin.ac.jp
3)非会員　かねまき・こくぼ空間工房／工学院大学客員研究員、life@neo.nifty.jp
4)非会員　(株)アニマルライフ・ソリューションズ、kano@animallifesolutions.com
5)非会員　(株)アニマルライフ・ソリューションズ、hasegawa@animallifesokutions.com

１．はじめに

近年、人とペットの共棲において、ペットの室内飼育が増加している。図２に飼育場所による飼育率の平成 13 年から 24 年の推移を示す[1)]。平成 15 年から 16 年にかけて、犬の屋内飼育率は約 43%から 63%に急増している。その背景には、ペット居住可であるマンションの増加がある。図３に首都圏におけるペット飼育可マンションの平成 12 年から 19 年の推移を示す[2)]。屋内飼育の急増した平成 16 年においては、ペット居住可マンションは全マンション戸数に対する割合が半数を超えている。

このように、ペットと屋内で共棲することが増加している中、様々な問題も発生している。そのうちの１つとして、騒音が挙げられる。図４に 1985 年～2007 年における、住宅形式別にみた騒音の判例件数を示す[3)]。集合住宅における判例件数は、重量床衝撃音と同列でペットの鳴き声が 45 件中６件と最も多くなっている。ペットの鳴き声が問題となっている中、ペットの鳴き声の発生原因には、同じ音として現段階で雷や車、他の犬の鳴き声が挙げられる。その為、住居にはペットの鳴き声を防ぐとともに、ペットが過度のストレスを感じる音を防ぐ必要がある。

平成 25 年６月に、環境省から「災害時におけるペットの救護対策ガイドライン」[4)]が制定された。これにより、動物愛護としてだけでなく、飼い主の救護支援、放浪動物による人への危害防止や生活環境保全対策としても、ペット救護は必要になる。対象は愛玩動物および伴侶動物とし、従事者の安全確保を前提にペットの同行非難を行うこととする。避難後には、避難所・仮設住宅・復興住宅におけるペット管理は、世話・フード確保・飼育場所等飼い主の責任となるので、災害時の避難所・仮設住宅等における住環境の品質保証も必要となってくる。

図５に住環境影響因子と人・ペットの行動及び症状の関係図を示す。人・ペット等住居に居住するものに対する住環境影響因子(騒音・振動・化学物質・悪臭等)を『IN』、その IN に対して反応する五感(視覚・嗅覚・味覚・聴覚・触覚)を『INOUT』、反応により起こす行

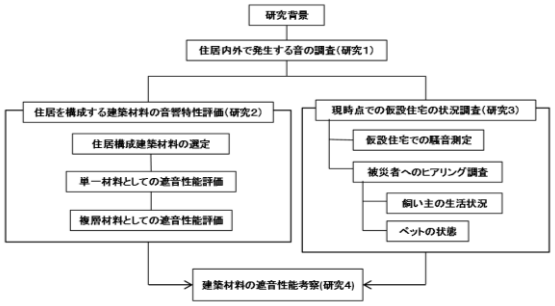
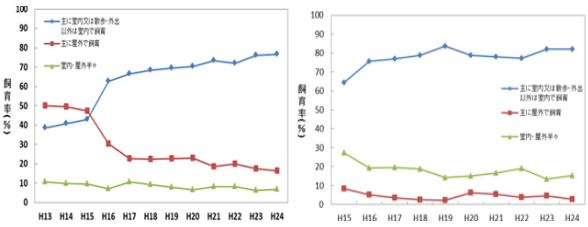


図1　研究の流れ



a)犬の飼育場所　　b)猫の飼育場所

図2　飼育場所別による飼育率推移

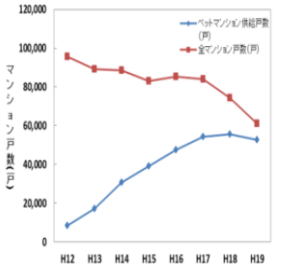


図３　首都圏におけるペット飼育可マンション推移

図4　住宅形式別にみた騒音判例件数

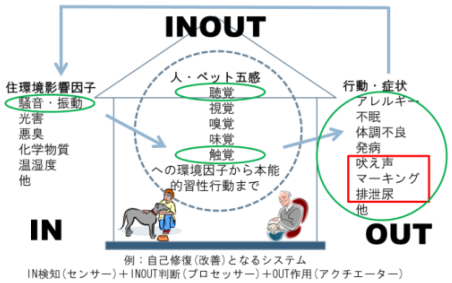


図５　住環境影響因子と人･ペットの行動･症状

動及び症状(アレルギー・不眠・吠え声等)を『OUT』とする。IN が発生し、OUT によって行動が発現するという流れには、OUT の行動で消化するものもあり、また OUT が環境影響因子として IN に変換され、循環を引き起こしてしまう。このサイクルを防ぐためには、IN 及び OUT を居住範囲に入れない、出さないことが重要となる。住宅の防音性能を考慮する際には、大音量を防ぐ他に、コインシデンス効果の発生も防ぐ必要がある。図 6 にコインシデン効果による材料特性を示す。コインシデンス効果により、ある特定周波数域の建築材料の防音性能が低下する。その為、ある高さの音が減衰することなく建築材料を透過する、という現象が発生してしまう。

本研究では、研究 1 として住宅内外において発生する音を調査する。研究 1 で調査した音をもとに、研究 2 では住宅を構成する建築材料の音響特性評価をし、音源と建築材料の特性を音圧レベルと周波数において研究する。研究 3 では、一昨年に発生した東日本大震災にて建設された、仮設住宅の現時点での状況調査を行う。そして研究 4 では、研究 2, 3 のデータより建築材料の防音性能の考察を行う。

2．住居内外で発生する音の調査（研究１）

住居内外で発生する音の調査として、表 6 に人システム、表 7 にペットシステム、表 8 に外部発生音を示す。人とペットが共棲するにあたって、発生する音には様々なものがある。ペット共棲における発生音を大きく 3 つに分類し、人が発生させる音（機械音・生活音等）を人システムとし、ペットが発生させる音（吠え声、鳴き声・足音等）をペットシステム、外部から侵入する音（自動車・ヘリコプター・外部の生き物による発生音）を外部発生音とする。これら分類した 3 項目を空気伝搬音、固体伝搬音の 2 つに分け、日常生活において発生すると予想される音を選出する。これらの音を測定し、音圧レベル、周波数を分析する。

ここで音の測定方法について示す。測定機器としては、『精密騒音計』を用いて騒音測定を行った。JIS-Z-8731 において設定されている測定点を考慮し、地上 1.2～1.5mの高さにて、屋外では地面以外の反射物から 3.5m、建物周辺では対象とする建物の外壁面から 1～2m、建物内部では壁その他の反射面から 1m以上離れた位置で測定した。測定は、対象とする音と測定点における暗騒音の 2 つを記録し、対象音源のみの音に可能な限り近づける。

図 7 に人システムの騒音分析の一部を示す。a)インターホンにおいて、630Hz が突出して騒音レベルが高くなっている。b)エアコン 7 は、低周波数域で騒音レベルが高い傾向にある。c)オーブンレンジでは、63Hz で騒音レベルが減少するが、付近の周波数で高い値を示している。d)トイレは正面からと背面の 2 つの場合で

表 1　音の調査:人システム(研究 1)

	空気伝搬音	固体伝搬音
機械音	ラジオ・ステレオ／テレビ／ミシン／電話 レコード／電気掃除機／空気洗浄機／冷蔵庫 洗濯機・乾燥機／インターホン／換気ファン 暖房音／加湿器／給湯器(エコキュート)	給排水音／床掃除 ステレオ(床に設置) 洗濯機振動 浴室発生音冷蔵庫振動
生活音	台所・便所流水音／料理発生音 ドア開閉音／窓開閉音 声／楽器演奏音	足音(裸足・靴下) ／飛び跳ね／扉開閉音落下音／家具の移動(椅子・テーブル等)

表 2　音の調査:ペットシステム(研究 1)

	空気伝搬音	固体伝搬音
行動音	鳴き声／吠え声	爪音／足音／爪とぎ音

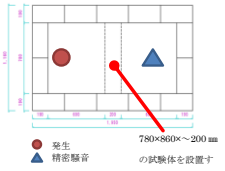
表 3　音の調査:外部発生音(研究 1)

	空気伝搬音	固体伝搬音
機械音	室外機／工場騒音／車／バス ／鉄道／トラック／飛行機／ ヘリコプター	最下階 →車等の振動／変圧器騒音 駐車場設備騒音 自動扉開閉音
自然音	雨／風／雷／雹／霰／雪	---

表 4　人･ペットシステム発生音簡易評価試験(研究2)

項目	内容
寸法	210 ㎜×150 ㎜×235 ㎜
厚さ	30 ㎜
耐熱温度／耐冷温度	110℃／－20℃

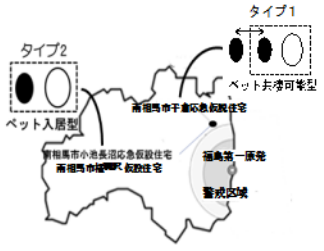
a)ポリプロピレン製箱



b)コンクリート

表 5　被災地での実地調査(研究3)

項目	内容
目的	内外装の下地と仕上げで、ストレス軽減の機能向上
（1）	応急仮設住宅を想定、プレハブ住宅構造での内外装の改善
（2）	常時集合住宅(復興住宅を含めた)での環境の内外）装の改善
（3）	既存住宅(集合住宅および木造住宅)での改善計画、軽(インテリアの付加等工事の伴わないもの)と重(壁下地からの改善など工事を伴うもの)
日程	2013 年 10 月予定
箇所	南相馬市千倉応急仮設住宅(タイプ 1),南相馬市権現沢仮設住宅(タイプ 2), 南相馬市小池長沼応急仮設住宅(タイプ 2),
調査	気温・湿度・騒音(dB)・放射線・住宅劣化度・アンケート
1）聞き取り調査	震災 3 年目における人・ペットの生活状況、ストレスの度合い、を把握。
2）仮設住宅の遮音性能測定	主に人の声と犬の吠え声を音源として測定する。室内の響きとして、音波の入射角が関わってくるため、音源の発生向きの変化も必要。
3）アンケート調査項目	1)仮設住宅居住期間 2)仮設住宅広さ 3)仮設住宅での落ち着き度 4)仮設住宅での安心度 5)仮設住宅快適度 6)仮設住宅の夏と冬の暑さ寒さ 7)仮設住宅における音・におい・明るさに関して 8)飼育しているペットの種類 9)避難前ペット飼育場所* 10)仮設住宅ペット避難場所* 11)仮設住宅でのペットの様子* 12)仮設住宅でペットのために工夫したこと



測定した。騒音レベルはどちらも高い値を示し、63～2000Hz で背面測定が高い値を示している。
図 8 にペットシステムの騒音分析の一部を示す。騒音分析は犬種ごとの吠え声の測定を行った。a)パピヨンの吠え声はグラフよりあまり大きくないことがわかる。b)ラブラドールレトリバーは、中高周波域で高い値を示し、1000Hz で騒音レベルのピークとなる。c)チワワは同じ小型犬の a) パピヨンよりも吠え声の騒音レベルが高くなっている。ピークは 315Hz と予想よりも低い。d)シェパードは、同じ大型犬の b)ラブラドールレトリバーと同じ傾向の騒音レベルとなっているが、こちらは全体として低い値を示す。

図 9 に外部発生音の騒音分析の一部を示す。外部騒音の多くには騒音レベルが高いものが多い。a)自動車において、低周波域で高いが、高音域は騒音としては低い値にある。b)バスも低周波域で高い値を示し、63Hz において騒音レベルが急に増加する。c)トラックも同様に低周波域で高い値である。

3. 住居を構成する建築材料の音響特性評価（研究２）

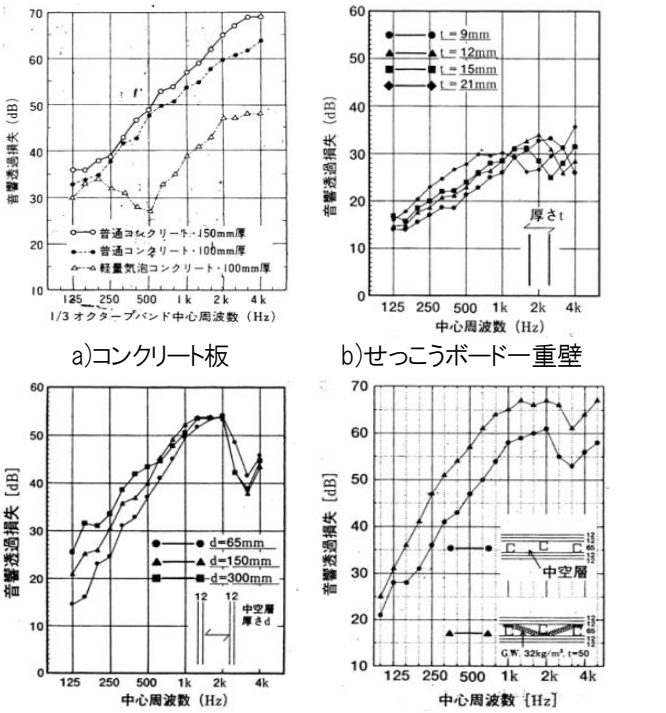
建築材料として内装材、外装材、床材、構造材を選別、実際の公共住宅などで使用される建築材料と比較し、試験体を確定する。

建築材料の遮音性能等をある程度確認するため、集合住宅の縮小簡易モデルを製作し、主に内壁に使用する材料を対象とした実験を行う。縮小簡易モデル作成のための、事前実験として、同程度の箱型による音漏れの程度を確認する。実験対象には、断熱材の含まれているポリプロピレン製の箱型を使用する。まず、このポリプロピレン製の箱には、どの程度の遮音性能があるか確認する。表 1 にポリプロピレン製の箱の性能を示す。実験概要としては、箱内部に音源を設置し、箱を密閉した状態と、していない状態を、箱上部と側部において精密騒音計を用いて測定する。図 10 に箱上部および側部において測定した騒音レベルを示す。結果として、315Hz を境に、低中周波数域では、あまり騒音レベルに変化はみられないが、中高周波数域では、騒音レベルが半減していることが読み取れる。また、密閉していない状態の測定点における、騒音レベルの差異は、密閉したことにより、ほぼ無くなっている。よって、断熱材を構造内に含むポリプロピレン製の箱の遮音性は示される。

この実験をもとに、より大きな寸法のポリプロピレン製の箱を用意し、試験体を設置した上での測定を行う。試験体には、集合住宅の壁体に使用されるせっこうボード・パーティクルボード・合板・普通又は軽量コンクリート板等を使用する [5]。この実験を行い、行った上で、縮小簡易モデルの寸法等を決定する。図 11

表6　現地実験調査材料(研究3)

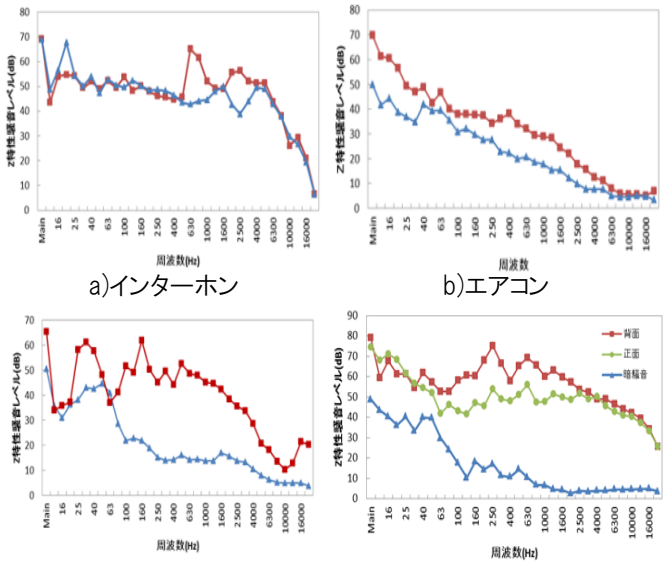
実験要因	水準
種類	せっこうボード・パーティクルボード・合板・普通又は軽量コンクリート板等
仕上構法	単層材仕上げ・複層材仕上げ
設備・用具	カーテン、ソファー、タペストリー
サンプル音測定位置	同一室内、対室内、対室外
音源	人システム音４つ、ペットシステム４つ
音源発生形態	直接、反射、吸収、透過



a)コンクリート板　b)せっこうボード一重壁

c)せっこうボード二重壁　d)せっこうボード二重壁

図 6　コインシデンス効果による材料特性 [6]



a)インターホン　b)エアコン

c)オーブンレンジ　d)トイレ

図 7　人システムの騒音分析

に現時点での縮小簡易モデルの設計図を示す。外壁の部位には、コンクリートブロック(390×190×190 ㎜)を計 56 個使用する。通常のコンクリートブロックと同様に、コンクリートを充填させる。

実験概要としては、簡易モデルの片方の箱に音源を設置し、もう一方に精密騒音計を設置。試験体の透過損失、遮音性能を簡易的に評価する。

これらの実験をもとに、防音室を利用し、まず単一材料の遮音特性を測定する。透過音の周波数帯、音圧レベルより複層材料としての組み合わせを考察する。

4．現時点での仮設住宅の状況調査（研究３）

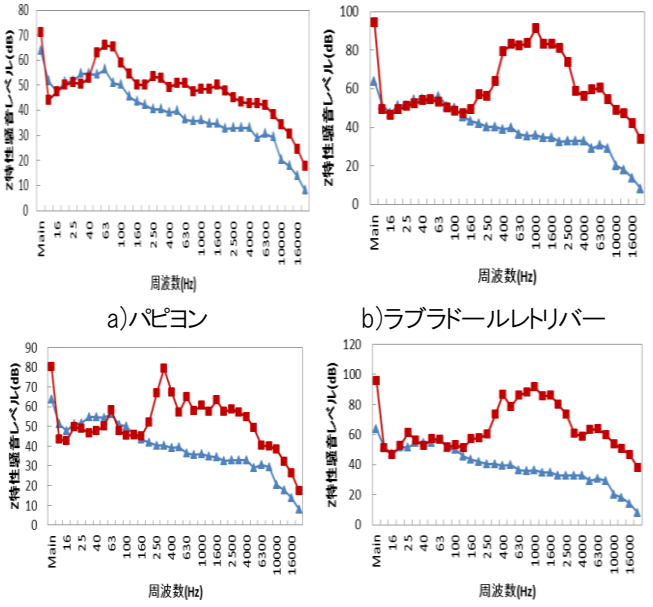
福島県南相馬市（予定）の仮設住宅へ赴き、調査を行う。現段階で 10 月を予定している。調査内容は、仮設住宅内外での騒音調査、研究２において選定した建築材料を設置しての防音性能調査、内装材被災者へのヒアリング調査として飼い主の生活状況、ペットの様子の調査等を行う。表 5 に被災地での実地調査として項目と内容、ペット共棲住環境における今後の目標と改善項目、さらに実地日時、場所等をまとめた。表６に実地調査での、調査対象の品目をまとめた。これらの実験環境、状況、対象により、被災地での調査を行う。

5．まとめ

研究１により定めた音源を測定する研究より以下の知見を得られた。

1）人システムの騒音分析を行って、騒音対象は様々だが、比較的低周波域で高い値を示す。ペットシステムの騒音分析を行い、高周波域で高い騒音レベルを示した。外部発生音の騒音分析より、高周波域では騒音レベルとしては低いが、低音域は他音源より高いレベルを示す。

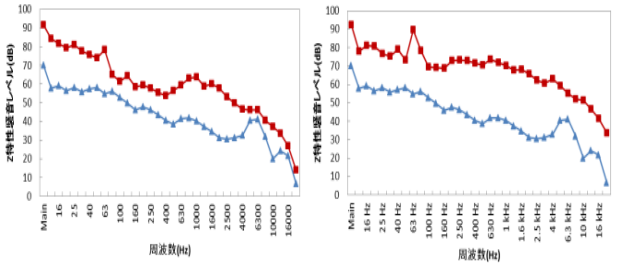
2）事前実験では、断熱材を含んだポリプロピレン製の箱の遮音性能、また密閉時の箱外のほぼ均一な音の放射が確認できた。



a)パピヨン　b)ラブラドールレトリバー

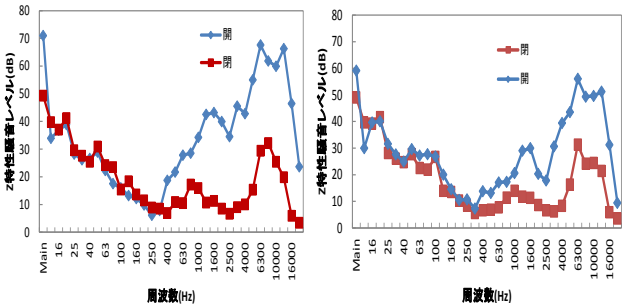
c)チワワ　d)シェパード

図 8　ペットシステムの騒音分析



a)自動車　b)バス

図 9　外部発生音の騒音分



a)箱上部　b)箱側部

図 10　各測定地点における騒音レベルの例
（断熱材を含むポリプロピレン製箱
音源：人システム　携帯電話ベル）

参考文献

1）一般社団法人ペットフード協会，犬猫飼育率全国調査，2012

2）不動産研究所，新規マンションデータ・ニュース，2009

3）高橋菜美，井上勝夫，関口優子：騒音源別に見た裁判事例の分析

4）環境省，災害時におけるペットの救護対策ガイドライン，2013

5）創樹社，公共住宅建設工事共通仕様書，　2002

6）社団法人　日本建築学会，建築環境工学用教本環境編，24P，2011

謝辞

本研究実施にあたり，元麻布大学の谷口萌様に多大な助力をいただき、また工学院大学 UDM･PJ 研究，H25 年度科研費（若手 A:23680681 田村雅紀），公益社団法人日本愛玩動物協会の家庭動物の適正飼養管理に関する調査研究助成による援助を受けた。