

技術研究報告1

カーテン・カーペットによる 省エネ効果の実証実験

日本カーペット工業組合

2019年10月

◆カーテン・カーペットによる省エネ効果の実証実験まとめ

- ・ 活動団体 社団法人 日本インテリアファブリックス協会
日本カーペット工業組合
インテリアファブリックス性能評価協議会
- ・ 研究受託 大阪府立産業技術総合研究所(現・地方独立行政法人大阪産業技術研究所)
- ・ 実験期間 2010年春～2012年冬

・ 背景

石油危機の契機(1970年代)から始まった、省エネルギー施策ではあったが、今では地球温暖化対策の一環として、省エネ法も強化されている傾向にある。

住宅の省エネについては、建築構造自体の気密断熱化の工法や断熱材の性能向上などどんどん進化しているが、住宅ストックの現状からすれば、まだまだ断熱レベルの低い住宅が大多数占めていると言われている。

室内装飾ファブリックに目を向けると、インテリアを楽しみながらにして、断熱性に貢献できることから、今後さらなる普及を期待するが、今回改めて、カーテンやカーペットの断熱性能を評価することにした。

・ 研究の概要

- ① 1m³の立方体サイズのチャンバーを部屋に見立て、ひとつの面のほぼ全面に窓を設け、窓にはカーテン(CT)、床には木床またはカーペット(CP)を取り付けて、その断熱性能を評価した。
- ② 〈A〉冬季想定(冬バージョン)と〈B〉夏季想定(夏バージョン)の両方で、省エネ効果のレベルを評価した。

・ チャンバーの仕様

- ① サイズ……一辺が約1mの立方体(1m³)……〈写真1〉
内法寸法=W1000*D1080*H920(mm)

- ② 枠材質…SUS304 厚み=1.2mm
熱伝導率 $\lambda=16.7$ (W/mK)
熱貫流率 $U=13,916.7$ (W/m²K)

- ③ 観察窓(ドア部分)材質…
フロート板ガラス 厚み=5mm
熱伝導率 $\lambda=0.0295$ (W/mK)
熱貫流率 $U=5.9$ (W/m²K)
⇒実験中はステン板で遮蔽

- ④ 窓サッシ部の材質…
デュオPG(トステム社製) 厚み=3mm
複層ガラス…熱貫流率 $U=3.0$ (W/m²K)
単層ガラス…熱貫流率 $U=6.0$ (W/m²K)
サイズ=W780*H770(mm)
引き違い窓
ガラス部サイズ=
(W310*H605(mm))*2枚

- ⑤ チャンバー内の温度測定……
天井、壁、床面の計12ヶ所に、熱電対(タイプT)を設置



〈写真1〉



〈写真2-1〉

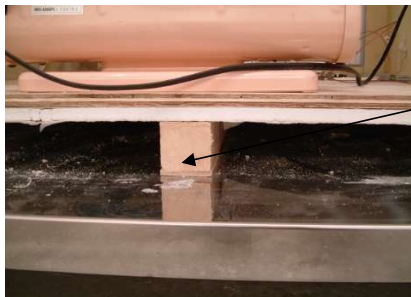
⑥ 1)「断熱材なし」仕様・・・

天井・壁・床面とも、石膏ボード(厚み12mm)、天井と床には根太(50mm角)使用(40cm間隔)

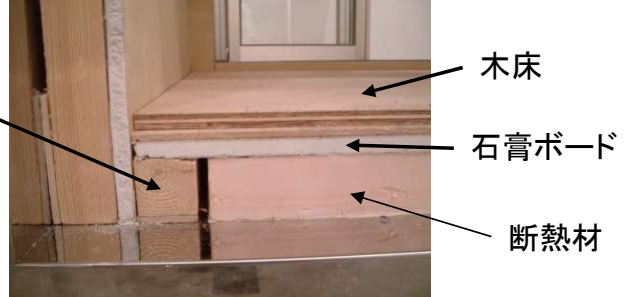
2)「断熱材あり」仕様

「次世代省エネ基準」を目安とした(※【参考】を参照)

上記1)「断熱材」なし仕様の根太間にA種フェノールフォーム(厚み50mm;熱伝導率 $\lambda=0.022\text{W/mK}$)を挿入・・・〈写真2-1〉〈2-2〉〈2-3〉



〈写真2-2〉



〈写真2-3〉

・ 各内装材の仕様(表と写真3, 4, 5, 6)

内装材	仕様
CT	・ドレープ・・・ポリエステル100%。440g/m ² 。遮光タイプ。〈写真3〉 ・レース・・・ポリエステル100%。170g/m ² 。ミラーカーテン。〈写真4〉
CP	・CP・・・ウール100%。シングルウルトン織。パイル長=7mm〈写真5〉 8羽×8段/インチ2。全厚9mm。全重量1,900g/m ² 。 ・アンダーフェルト・・・厚み10mm。〈写真6〉
木床	・合板(12mm厚)



〈写真3〉



〈写真4〉



〈写真5〉



〈写真6〉

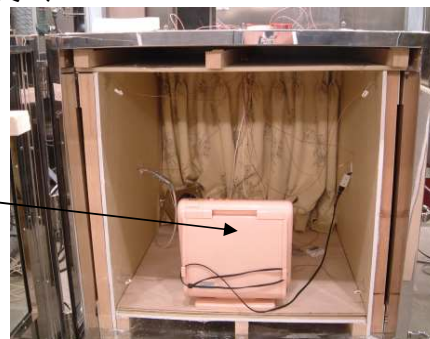
・ 内装仕様の水準

試験水準No		①	②	③	④
内装仕様	CT仕様	——	——	二重吊り (天井付け)	二重吊り (天井付け)
	床仕様	木床 (合板厚12mm)	ウールCP+ アンダーフェルト (厚10mm)	木床 (合板厚12mm)	ウールCP+ アンダーフェルト (厚10mm)

〈A〉冬バージョン(外気温0℃/チャンバー内19℃維持のための消費電力(Wh/時))

- ・外気温0℃の下、チャンバー内を19℃に維持するのに必要な消費電力量を測定した。実験時間は1時間である。
- ・電力量の測定には、AD/DCハイパワーテスター3334(日置電機社製)を用いた。
- ・暖房機器として、電気ストーブ(800W)を用いた。〈写真7〉
- ・室内の温度分布を小さくするために小型ファンを使用。
- ・温度制御には、デジタル調節計(オムロン社製E5CN)を用いた。

電気
ストーブ



〈写真7〉

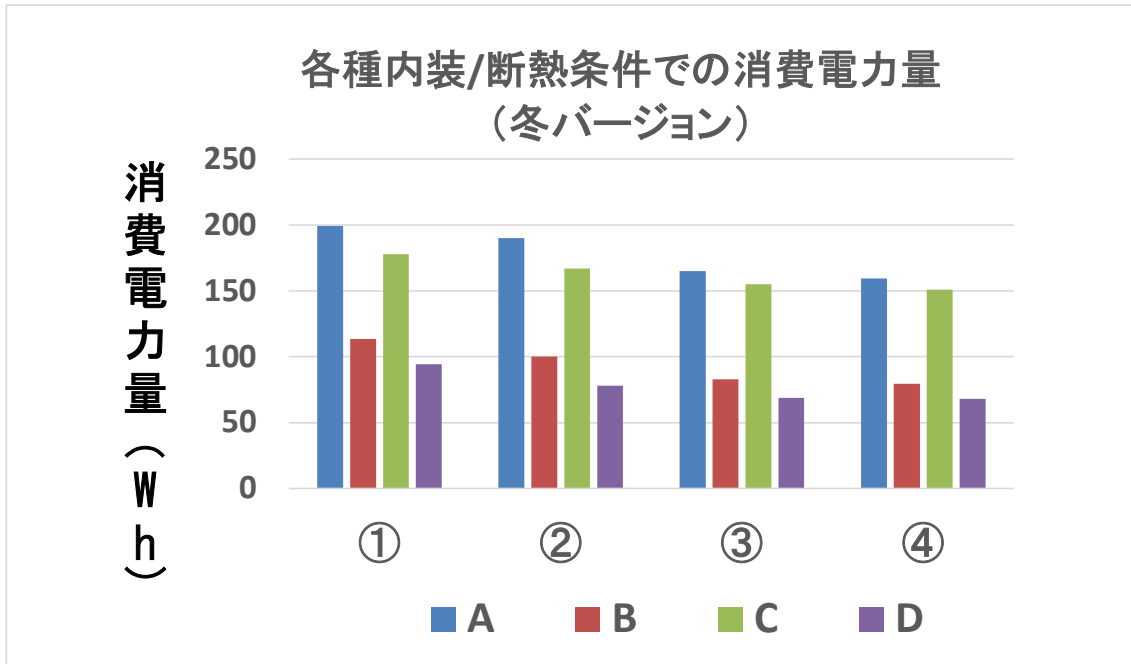
- ・各水準の消費電力量は以下の表のような結果になった。
(内装水準4つ、窓水準2つ、断熱水準2つ、計16水準)

(単位:Wh)

試験水準No		①	②	③	④		
内装仕様	CT仕様	——	——	二重吊り (天井付け)	二重吊り (天井付け)		
	床仕様	木床 (コンパネ厚 12mm)	ウールCP+ アンダーフェルト (厚10mm)	木床 (コンパネ厚 12mm)	ウールCP+ アンダーフェルト (厚10mm)		
窓仕様	単層 ガラス U=6	A)断熱材 なし	①比削減率%	199.1	190	165	159.4
		B)断熱材 あり	①比削減率%	113.5	100	83	79.4
		(A)比削減率%	43	47.4	49.7	50.2	
	複層 ガラス U=3	C)断熱材 なし	①比削減率%	178	167	155	150.9
		(A)比削減率%	10.6	12.1	6.1	5.3	
		D)断熱材 あり	①比削減率%	94.4	78	69	68.1
		(C)比削減率%	47	53.3	55.5	54.9	
		(B)比削減率%	16.8	22	16.9	14.2	

- ・いずれの内装仕様(CT&床材)および窓ガラス仕様においても、断熱材(次世代省エネ基準)を採用することの効果として、「断熱材なし」に比べて、消費電力量がほぼ半減できた。
- ・また、単層ガラスから複層ガラスに交換することの効果は、「断熱材なし」、「あり」において、消費電力量が、それぞれ、5~12%、14~22%程度の削減であった。
- ・視点を変えて、CTやCPを採用することの効果としては、
 - 1)CT吊りの効果は非常に大きく最大で27%の削減であった。
CTは熱の逃げ易い窓を遮蔽していることもあり、断熱の効果はCPよりも高い。
 - 2)木床からCPへの交換では、窓や断熱材で断熱しているほど効果が大きく、最大17%の削減であった。
 - 3)CT&CPの採用効果は、④/①で、15~30%の削減であった。

- ・ グラフ化したものを次に示す。



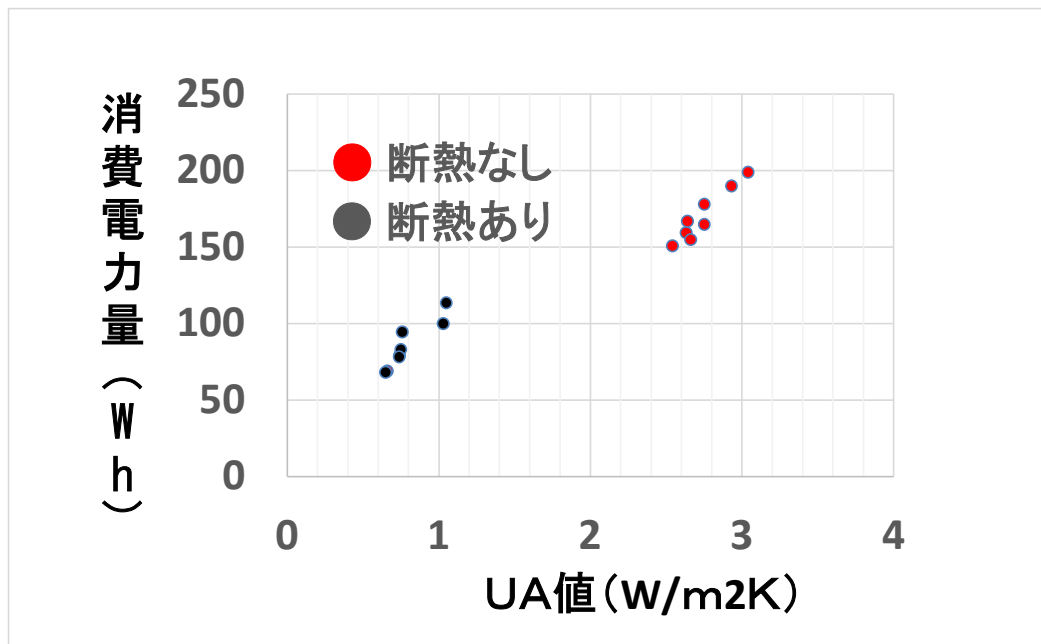
- ・ 【参考】「省エネルギー基準」の改正の変遷

時期(告示)	昭和55年	平成4年	平成11年	平成25年
「省エネ基準」レベル	旧省エネ基準	新省エネ基準	次世代省エネ基準	現改正レベル
「住宅性能表示(品確法)」との対応	対策等級2	対策等級3	対策等級4	断熱等性能等級4
断熱レベル(数値) ※数値は地域による(例は東京)	熱貫流率(熱の逃げる量)を住宅の総床面積で除した値(「熱損失係数」(Q値)という)			熱貫流率を住宅の総外皮面積で除した値(「外皮平均貫流率」(UA値)という)
	Q値 \leq 5.2	Q値 \leq 4.2	Q値 \leq 2.7	UA値 \leq 0.87

- ・ 各種内装/断熱条件(計16水準)の外皮平均熱貫流率(UA値)を計算してみた。

試験水準No			①	②	③	④	
内装仕様	CT仕様		——	——	二重吊り (天井付け)	二重吊り (天井付け)	
	床仕様		木床 (コンパネ厚 12mm)	ウールCP+ アンダーフェルト (厚10mm)	木床 (コンパネ厚 12mm)	ウールCP+ アンダーフェルト (厚10mm)	
UA値 (W/ m ² K)	窓仕様	単層ガラス	A)断熱材なし	3.04	2.93	2.75	2.63
			B)断熱材あり	1.05	1.03	0.75	0.74
		複層ガラス	C)断熱材なし	2.75	2.64	2.66	2.54
			D)断熱材あり	0.76	0.74	0.66	0.65

- ・ (考察)
 UA値で評価してみても、木床に比べてのCPの効果、またCTの効果は、はっきりと認められる。この実験では、平成25年改正省エネ法を満たす条件は、上表の青色を塗った箇所ということになり、複層ガラス+断熱材ありの仕様では、内装材の種類によらず満足するが、窓が従来の単層ガラスでは、断熱材とCT仕様の寄与が必要となってくる。
- ・ 確認のため、先の各水準の消費電力量と、UA値の関係性を評価したところ、高い相関がみられた。(相関係数: $r=0.91$ (断熱なし)、 $r=0.95$ (断熱あり))



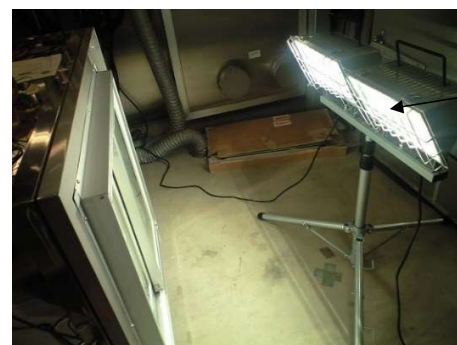
〈B〉夏バージョン(外気温35°C/チャンバー内28°C維持の消費電力(Wh/時))

- ・外気温35°Cの下、チャンバー内を28°Cに維持するのに必要な消費電力量を測定した。実験時間は1時間である。
- ・冷房機器として、ルームエアコン床置きタイプ RAF-28SX(日立アプライアンス社製)を用いた。COP(エネルギー消費効率)=4.3(冷房時)。風量「弱」で運転。〈写真8〉
- ・電力量の測定には、AD/DCハイパワーテスター3334(日置電機社製)を用いた。
- ・日射想定として、ハロゲンランプHST-1000(500W)(日動工業社製)を2台用意した。窓枠から30cmの距離から照射した。〈写真9〉



ルーム
エアコン

〈写真8〉



ハロゲン
ランプ

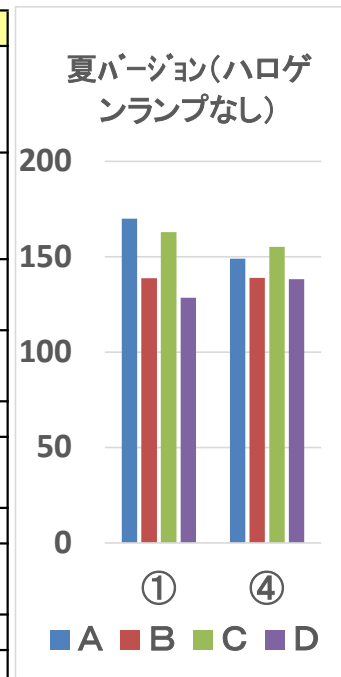
〈写真9〉

- ・夏バージョンについては、内装仕様水準の一部を省き、水準①、④で実験を行った。
- ・各水準の消費電力量は以下の表のような結果になった。

(内装水準2つ、窓水準2つ、断熱水準2つ、計8水準)

◆夏バージョン(その1)……ハロゲンランプなし (単位:Wh)

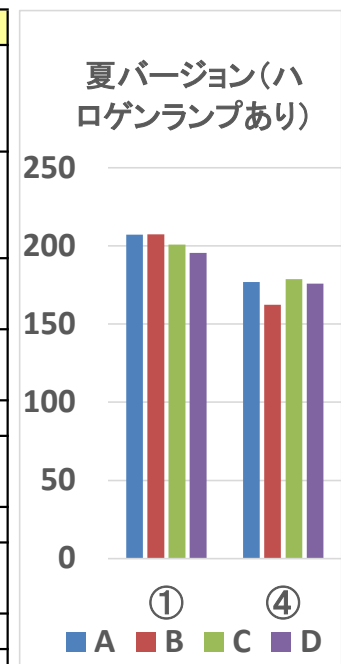
試験水準No		①	④	
内装仕様	CT仕様	——	二重吊り (天井付け)	
	床仕様	木床 (コンパネ厚 12mm)	ウールCP+ アンダーフェルト (厚10mm)	
窓仕様	単層 ガラス U=6	A)断熱材 なし ①比削減率%	170.1 12.4	149 12.4
		B)断熱材 あり ①比削減率%	138.9 18.3	139 6.7
		(A)比削減率%	18.3	6.7
	複層 ガラス U=3	C)断熱材 なし ①比削減率%	162.9 4.2	155.3 (-4.2)
		(A)比削減率%	4.2	(-4.2)
		D)断熱材 あり ①比削減率%	128.5 21.1	138.2 11
		(C)比削減率%	21.1	11
		(B)比削減率%	7.5	0.6



- ・夏バージョン(ハロゲンランプなし)では、冬バージョンのような傾向がはっきりとは見られたのは、内装条件①のみであった。断熱材効果18~21%、複層ガラス効果4~8%程度であった。一方、内装条件④では、窓仕様の要因を打ち消してしまう程の別要因が関与した可能性が高く、また、断熱ありB)D)の比較においても、同様のことが考えられ、たとえばその原因として、断熱レベルが高く、室内外の温度差が小さいこともあり、内外部での熱の移動が極めて少なかったため、差が出ずばらつきのみが表れてしまったと考えられる。またエアコンのパワーが大き過ぎ、エネルギー差が出難かった可能性もある。

◆夏バージョン(その2)……ハロゲンランプあり (単位:Wh)

試験水準No		①	④	
内装仕様	CT仕様	——	二重吊り (天井付け)	
	床仕様	木床 (コンパネ厚 12mm)	ウールCP+ アンダーフェルト (厚10mm)	
窓仕様	単層 ガラス U=6	A)断熱材 なし ①比削減率%	207.2 14.6	177.0 14.6
		B)断熱材 あり ①比削減率%	207.6 (-0.2)	162.4 8.2
		(A)比削減率%	(-0.2)	8.2
	複層 ガラス U=3	C)断熱材 なし ①比削減率%	200.9 3.0	178.8 (-1.0)
		(A)比削減率%	3.0	(-1.0)
		D)断熱材 あり ①比削減率%	195.6 2.6	175.8 10.1
		(C)比削減率%	2.6	10.1
		(B)比削減率%	5.8	(-8.3)

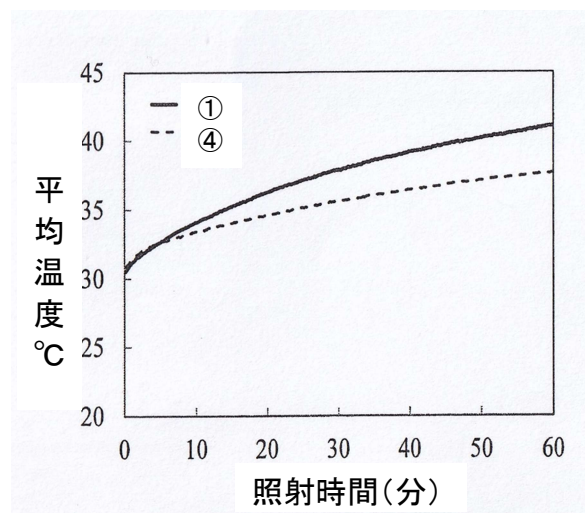


- 夏バージョンの、ハロゲンランプあり(日射照射想定)の場合では、CT&CPの効果は見受けられるものの、断熱材や複層ガラスの効果は、明確には出なかった。CT&CPの採用の効果は、④/①で、最大22%(B条件)であった。このハロゲンランプありの条件でも、ランプなしと同様に、冬バージョンに比べ、チャンバー内外部の温度差が小さいため、熱の移動も少なく、削減効果としてははっきり出なかったと推測される。

- 因みに、チャンバー(「断熱なし」「単層ガラス」の水準)にハロゲンランプを1時間照射したときのチャンバー内部の平均温度を図に示す。

①、④いずれも、緩やかな上昇傾向を示している。

水準④はカーテンによって、ハロゲンランプの熱が遮られた結果、平均温度が、水準①より低くなっていることがわかる。1時間後では、5°C程度異なっている。



【総括】

- 今回の実験は、住宅構造として、「次世代省エネ基準」の断熱構造で評価した。(窓は複層ガラス、断熱材は、A種フェノールフォーム)
- まず、冬バージョンでは、チャンバー仕様において、「断熱材なし」条件に比べ、断熱材(次世代省エネ基準)を用いることで、消費電力量がほぼ半減できた。
- また、単層ガラスから複層ガラスへの交換の効果は、「断熱材なし」、「あり」において、それぞれ5~12%、14~22%程度の削減であった。
- CTおよびCPの効果としては、CTを吊ることの効果は最大27%の削減、木床からCPへの交換では、最大17%の削減であった。
- CT&CPの使用効果は、水準No①と比較して④は、15~30%の削減であり、効果が確認できた。
- 一方、夏バージョンは、ハロゲンランプ「なし」「あり」共に総じて、冬バージョンに比べ、室内外の温度差が小さいため、熱の移動量が極めて少なくなり、窓ガラスや断熱材、内装材による削減効果が少ないかもしくは、差が出ない結果となった。また、過大なエアコンパワー要因なども、消費電力に差が出難くした可能性もあるのではないかと推測される。
- 夏バージョンの実験方法については、再検討を要するが、今回のチャンバースケールによる実験の基本的な考え方で、カーテン、カーペットの省エネ効果に関し一応の評価ができることがわかった。

以上

日本インテリアファブリックス性能評価協議会
【カーテン・カーペット省エネ実験PTメンバー】
五十音順

池崎隆啓(日本絨氈;日本カーペット工業組合)
大谷正男(東リ;日本インテリアファブリックス協会)
木村裕和(大阪府立産業技術総合研究所/現・大阪産業技術研究所)
窪田衛(東リ;日本カーペット工業組合)
妹尾裕(スミノエ;日本インテリアファブリックス協会)
富田修(住江テクノ;日本カーペット工業組合)
田淵博(日本カーペット工業組合)
豊田正博(ケケン試験認証センター)
西田武司(日本インテリアファブリックス協会)
堀田繁光(堀田カーペット;日本カーペット工業組合)
山本貴則(大阪府立産業技術総合研究所/現・大阪産業技術研究所)

(注)

所属会社名等は、本プロジェクト在任当時

・学会発表/論文投稿等

- ① 繊維学会年次大会;2012. 6月「インテリアファブリックスの断熱性評価と省エネ効果の検討」
- ② Journal of Textile Engineering
(発行:日本繊維機械学会 Vol61, No4, P49-54; 2015 「住宅外皮チャンバーを用いたインテリアファブリックスによる断熱性評価」)

(本書作成:窪田 衛)