

# オノマトペCAPTCHAの開発と評価 : 日英の比較

明治大学菊池研究室4年

滋野 莉子

# 研究背景

## CAPTCHA

(Completely Automated Public Turing Test To Tell Computers and Humans Apart: コンピュータと人間を区別するための完全自動化された公開チューリングテスト)

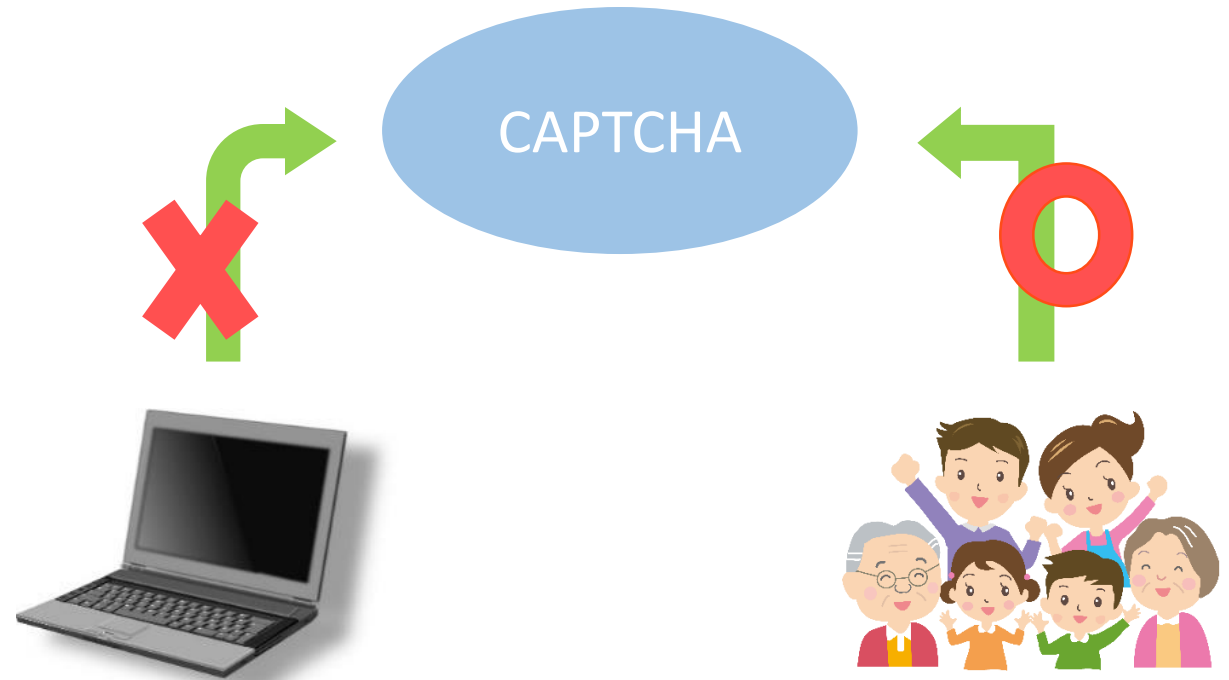
(ex)文字認証型CAPTCHA

画像に表示されている文字を入力してください。

bingosquipt

## CAPTCHAの必要条件

- (1)人間が容易に解ける
- (2)コンピュータに解くことができない
- (3)問題を自動生成する



# オノマトペCAPTCHAの提案

## オノマトペ(Onomatopoeia)

擬態語	擬音語	擬声語
きらきら・つるつる	ごろごろ・がちゃん	わんわん・げらげら
状態をまねたもの	ものの音や声をまねたもの	人間や動物の声を表したもの

オノマトペは一般的な語彙より繊細な表現をしている

**人間** → 普段無意識に使用している概念であり、理解が容易

**機械** → 明確な規則性や解釈の原理が知られておらず困難

# 評価方法

HAR(Human Acceptance Rate)

CAPTCHAが人間を受け入れる確率(利便性)

MAR(Machine Acceptance Rate)

CAPTCHAが機械を受け入れる確率(危険性)

精度が高いCAPTCHA → HARが高く、MARが低い

本研究では

HAR → 本実験の正解率(平均HAR)

MAR → ブルートフォース攻撃(MARb)、google検索攻撃(MARgs)

		真	
		人間	機械
判別	人間	A	B
	機械	C	D

- HAR  $\frac{A}{A+C}$

- MAR  $\frac{D}{B+D}$

# 実験目的

	実験1
目的	オノマトペCAPTCHAの問題形式を4つ用意し 結果の比較をする
言語	日
形式	1J・2J・複数・オノマトペ

# 問題形式の例

## 4択(1J)・画像選択(2J)・オノマトペ選択・複数選択

### 形式1J(4択)

意味を表す最適なオノマトペをひとつ選択する

(ex)「歩く」にあてはまるオノマトペは？

- ・ばくばく
- ・ぼそぼそ
- ・とことこ
- ・ぎゃはは

(答え)とことこ

### 形式2J(画像選択)

辞書の意味をもとに画像検索して画像に合うオノマトペを選択する

(ex)画像の意味と同じ意味のオノマトペを選べ

- ・べらべら
- ・きよろり
- ・どんちゃん
- ・るんるん



(答え)るんるん

# 問題形式の例

## 4択(1J)・画像選択(2J)・オノマトペ選択・複数選択

### オノマトペ選択

オノマトペから類似のオノマトペを選択する

(ex)「ぐずぐず」と同じ意味のオノマトペは？

- ・ほくほく
- ・へらへら
- ・ほろほろ
- ・たらたら

(答え)たらたら

### 複数選択

問題の意味にあてはまるオノマトペを全て選択する

(ex)「喜ぶ」にあてはまるオノマトペを全て選べ

- ・ばくばく
- ・うきうき
- ・ごによごによ

・らんらん (答え)うきうき、らんらん

## 実験1

提案方式をPHPとSQLで実装した。2017年4月，クラウドソーシングサイトにて募集した54名と学生9名の合計63名の被験者に計84問を解いてもらいアンケートに答えてもらった。



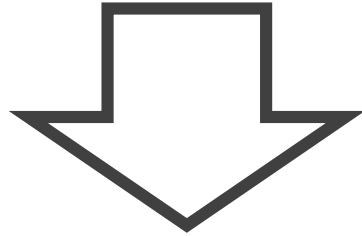
# 実験1 出題形式の差

	1J(4択)	2J(画像選択)	オノマトペ選択	複数選択
平均HAR	<u>0.891</u>	<u>0.894</u>	0.668	0.680
平均解答時間(秒)	00:07	00:07	00:08	00:07
MARb	0.250	0.250	0.250	0.06
MARgs	0.400	-	-	-

4択問題と画像選択問題が0.890を超える高い正解率となった

# 実験1の結果から

- ・画像を用いたオノマトペCAPTCHAが効果的である.
- ・現時点だと日本人または日本語がわかる人にしか解けない.



新たなオノマトペCAPTCHAの手法の提案

# 英語のオノマトペCAPTCHA

## 外国人の日本語オノマトペへの理解

前回では日本人にしか実験をしていない

→外国人が日本語のオノマトペCAPTCHAをどれだけ理解できるのかを調査するため、形式1J(4択)と形式2J(画像選択)をローマ字化して出題.

## マンガオノマトペCAPTCHA

前回画像形式を用いた平均正解率が最も高かった

→オノマトペをより自然に当てはめられるマンガを使用  
英語版(形式3E),日本語版(3J)を用意する.



# 問題形式例

## 形式1E(4択)

### 形式1Jのローマ字版

(ex) Which word feel like Fast?

- Kakaka
- Sassa
- Bo-
- Kori

(答え) Sassa

## 形式2E(画像)

### 形式2Jのローマ字版

(ex)



- Togetoge
- Yusayusa
- Botoboto
- Uhu

(答え) Uhu

# 問題形式例

## 形式3J(日本語マンガオノマトペCAPTCHA)

日本語のマンガに用いられているオノマトペを隠して与え,選択肢から適切なオノマトペをひとつ選択する.

(ex)画像の赤く塗られたところに合いそうな語は?



- ・いらいら
- ・べらべら
- ・ぼそぼそ
- ・うるるん

(答え)いらいら

## 形式3E(英語マンガオノマトペCAPTCHA)

英語に翻訳されているマンガを用いて,形式3Jと同様にテスト

(ex)which word that are likely to fit in the red painted image?



- Hop
- Amble
- Whir
- Stickly

(答え)Hop

# 実験目的

	実験2	実験3	実験4
目的	マンガオノマトペCAPTCHAの 有用性	日英被験者の 比較	英語圏被験者の 属性分析
言語	日	日 英(ローマ字)	英
形式	1J・2J・3J	1J・1E・2J・2E	3J・3E

## 実験2,3,4

提案方式をPHPとSQLで実装した。2017年8月,SNSで募集した日本人57名,外国人63名の計120名を被験者とした.実験はウェブ上で行い,解答内容と解答時間を記録. 実験終了後にアンケート調査を実施

# 被験者

	N	state	Sex		Age					
			Male	Female	10's	20's	30's	40's	50's	60's
United States	1	North America	1	0	0	1	0	0	0	0
Colombia	2	South America	1	1	1	1	0	0	0	0
Brazil	3		0	3	0	1	2	0	0	0
Korea	15	Asia	6	9	1	10	4	0	0	0
Taiwan	7		4	3	0	7	0	0	0	0
China	2		2	0	1	1	0	0	0	0
Israel	1		0	1	0	1	0	0	0	0
Turkey	1		1	0	0	1	0	0	0	0
Indonesia	1		0	1	0	0	1	0	0	0
Philippines	5		5	0	0	2	3	0	0	0
Saudi Arabia	1		0	1	0	1	0	0	0	0
Nepal	18		13	5	1	16	1	0	0	0
Germany	2		Europe	1	1	1	1	0	0	0
Sweden	1	0		1	0	0	1	0	0	0
France	2	1		1	0	2	0	0	0	0
Czech Republic	1	0		1	0	1	0	0	0	0
Japan	57	–		30	27	4	44	1	1	6
Total	120	–	65	55	9	90	13	1	6	1



# 実験2 マンガオノマトペCAPTCHA

	1J(4択)	2J(画像)	3J (日本語マンガ)
平均HAR	0.891	0.894	<u>0.895</u>
平均解答時間 (秒)	00:07	00:07	<u>00:14</u>
MARb	0.250	0.250	0.250
MARgs	0.400	-	-

HARが高くなることを見込んだが、ほぼ変化なし

# 実験3 オノマトペCAPTCHA日英の比較

	1(4択)		2(画像)	
オノマトペの言語	J	E(ローマ字)	J	E(ローマ字)
被験者	日本人	外国人	日本人	外国人
平均HAR	0.891	0.500	0.894	0.394
平均解答時間(秒)	00:07	00:25	00:07	00:12

日本語を知らない外国人が日本語のオノマトペをニュアンスで理解するのは困難

# 実験4 日英比較と人種,属性別の分析

3(マンガ)			
オノマトペの言語	J(日本語)	Ej(英語)	Ee(英語)
被験者	日本人	日本人	外国人
平均HAR	<u>0.895</u>	<u>0.452</u>	<u>0.410</u>
平均解答時間(秒)	00:14	00:26	00:18

英語のマンガオノマトペCAPTCHAを解くのは困難

# おわりに

## 本研究で行ったこと

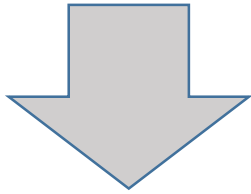
- ・オノマトペCAPTCHAの作成と性能評価
- ・新たに「マンガオノマトペCAPTCHA」を提案し,日英の比較

## わかったこと・今後の課題

- ・画像を用いたオノマトペCAPTCHAが効果的
- ・日本語に比較し、英語のオノマトペ数は少なく理解が困難
- ・問題の自動生成とMARを下げるのが今後の課題

# (補足)合成オノマトペ

「やわらかい」  
「マイルド」  
「なめらか」



ふーよっ  
ふのふの  
ふにーり

印象評価値の入力

<input checked="" type="checkbox"/> 明るい	<input type="checkbox"/> 暗い	<input checked="" type="checkbox"/> シンプルな	<input type="checkbox"/> 複雑な
<input checked="" type="checkbox"/> 暖かい	<input type="checkbox"/> 冷たい	<input checked="" type="checkbox"/> 好きな	<input type="checkbox"/> 嫌いな
<input checked="" type="checkbox"/> 厚い	<input type="checkbox"/> 薄い	<input checked="" type="checkbox"/> 滑る	<input type="checkbox"/> 粘つく
<input checked="" type="checkbox"/> 安心な	<input type="checkbox"/> 不安な	<input checked="" type="checkbox"/> 鋭い	<input type="checkbox"/> 鈍い
<input checked="" type="checkbox"/> 良い	<input type="checkbox"/> 悪い	<input checked="" type="checkbox"/> 静的な	<input type="checkbox"/> 動的な
<input checked="" type="checkbox"/> 印象の強い	<input type="checkbox"/> 印象の弱い	<input checked="" type="checkbox"/> 洗練された	<input type="checkbox"/> 野暮な
<input checked="" type="checkbox"/> 嬉しい	<input type="checkbox"/> 悲しい	<input checked="" type="checkbox"/> 楽しい	<input type="checkbox"/> つまらない
<input checked="" type="checkbox"/> 落ち着いた	<input type="checkbox"/> 落ち着きない	<input checked="" type="checkbox"/> 男性的な	<input type="checkbox"/> 女性的な
<input checked="" type="checkbox"/> 快適	<input type="checkbox"/> 不快	<input checked="" type="checkbox"/> 弾力のある	<input type="checkbox"/> 弾力のない
<input checked="" type="checkbox"/> かたい	<input type="checkbox"/> やわらかい	<input checked="" type="checkbox"/> つやのある	<input type="checkbox"/> つやのない
<input checked="" type="checkbox"/> 規則的な	<input type="checkbox"/> 不規則な	<input checked="" type="checkbox"/> 強い	<input type="checkbox"/> 弱い
<input checked="" type="checkbox"/> きれいな	<input type="checkbox"/> 汚い	<input checked="" type="checkbox"/> 凸凹な	<input type="checkbox"/> 平らな
<input checked="" type="checkbox"/> 現代風な	<input type="checkbox"/> 古風な	<input checked="" type="checkbox"/> なめらかな	<input type="checkbox"/> 粗い
<input checked="" type="checkbox"/> 個性的な	<input type="checkbox"/> 典型的な	<input checked="" type="checkbox"/> 激しい	<input type="checkbox"/> 穏やかな
<input checked="" type="checkbox"/> 爽やかな	<input type="checkbox"/> うっとうしい	<input checked="" type="checkbox"/> 派手な	<input type="checkbox"/> 地味な
<input checked="" type="checkbox"/> 自然な	<input type="checkbox"/> 人工的な	<input checked="" type="checkbox"/> 陽気な	<input type="checkbox"/> 陰気な
<input checked="" type="checkbox"/> 親しみのある	<input type="checkbox"/> 親しみのない	<input checked="" type="checkbox"/> 洋風な	<input type="checkbox"/> 和風な
<input checked="" type="checkbox"/> 湿った	<input type="checkbox"/> 乾いた	<input checked="" type="checkbox"/> 洋風な	<input type="checkbox"/> 和風な
<input checked="" type="checkbox"/> シャープな	<input type="checkbox"/> マイルドな	<input checked="" type="checkbox"/> 若々しい	<input type="checkbox"/> 年老いた
<input checked="" type="checkbox"/> 重厚な	<input type="checkbox"/> 軽薄な	<input checked="" type="checkbox"/> 高級感のある	<input type="checkbox"/> 安っぽい
<input checked="" type="checkbox"/> 上品な	<input type="checkbox"/> 下品な	<input checked="" type="checkbox"/> 抵抗力のある	<input type="checkbox"/> 抵抗力のない
<input checked="" type="checkbox"/> 丈夫な	<input type="checkbox"/> 脆い		

オノマトペ生成を完了しました

条件

学習オノマトペの個体数	<input type="text" value="256"/>
全個体数	<input type="text" value="350"/>
全世代数	<input type="text" value="1000"/>
交叉の発生確率	<input type="text" value="1.0"/>
突然変異の発生確率	<input type="text" value="0.05"/>

生成結果

100%

オノマトペ	類似度
ふんにゅり	0.9774095708025782
ふーよっ	0.9603386560341778
ふーにゃ	0.9565462901325436
ふにゅっ	0.9483569128559892
ふのふの	0.9477577496042444
ふにーり	0.9471513497581153
ふにゅん	0.9451145381420097
ふにょ	0.9388887063402697

(清水,坂本他:ユーザの感性的印象に適合したオノマトペを生成するシステム,2015)

# (補足)問題生成のアルゴリズム

## 4択問題

- (1)意味 $S$ と語 $x \in D_{S,A}$ をランダムに選ぶ.
- (2) $S \neq S1, S2, S3$ となる意味 $S1, S2, S3$ と選択肢 $y \in D_{S1,A}, z \in D_{S2,A}, w \in D_{S3,A}$ をランダムに選ぶ
- (3)意味 $S$ とランダムな順で $x, y, z, w$ を出題する

## オノマトペ選択

- (1)意味 $S$ と $x_0, x \in D_{S,A}$ をランダムに選び, $x_0$ を問題, $x$ を正答にする
- (2)4択問題のアルゴリズムと同様
- (3)出題語 $x_0$ と選択肢 $x, y, z, w$ をランダムに出題する

# (補足)問題生成のアルゴリズム

## 複数選択

- (1)意味 $S$ とその補集合 $\bar{S}$ について,  $1/2$ の確率で,  $x \in D_{S,A}$ と,  $x \in D_{\bar{S},A}$ どちらかを選ぶ
- (2) $y, z, w$ に対しても(1)同様とする

## 画像選択

- (1)意味 $S$ で検索した画像上位10枚からランダムに1枚選ぶ
- (2) $x \in D_{S,A}$ をランダムに選ぶ
- (3) $S \neq S1, S2, S3$  選択肢  $y \in D_{S1,A}, z \in D_{S2,A}, w \in D_{S3,A}$  からランダムに選ぶ
- (4)意味 $S$ とランダムな順で $x, y, z, w$ で出題する

# (補足)オノマトペ辞書

## オノマトペの解釈容易さの調査結果

	意味	総数(人間予測)		総数(Google翻訳)	
		語数	%	語数	%
0	既知	359	37	262	27
1	未知	280	29	168	17
2	誤解	338	34	547	56
	計	977	100	977	100

## オノマトペ辞書

タイプ	人間予測	Google翻訳	語数
A(最強)	0(易)	1,2(難)	210
B(最弱)	1,2(難)	0(易)	112
C	1	1	59
その他	-	-	596

## オノマトペ辞書の一部

意味S	A(Ds,A)	B(Ds,B)	C(Ds,c)
燃える	めらめら	ぱちぱち	ぼっ
走る	てくてく	どたん	さっさ
笑う	うはうは	ころころ	うふっ
はやい	ぴゅん	ずんずん	さっさ



# (補足)MAR

## ブルートフォース攻撃 MARb

選択肢の中からランダムに1つ解答を選択する。

(ex)

「歩く」にあてはまるオノマトペは？  
・ばくばく  
・ぼそぼそ  
・とことこ  
・ぎゃはは (A)とことこ



選択	選択する確率
ばくばく	1/4
ぼそぼそ	1/4
とことこ	1/4
ぎゃはは	1/4



「ぼそぼそ」を選択

## 検索エンジンを用いた攻撃 MARgs

意味の単語と選択肢の各々についてAND検索を行い、検索ヒット数が最も多くなる選択肢を選ぶ

(ex)

「歩く」にあてはまるオノマトペは？  
・ばくばく  
・ぼそぼそ  
・とことこ  
・ぎゃはは (A)とことこ



検索ワード	ヒット件数
歩く, ばくばく	<u>458000</u>
歩く, ぼそぼそ	329000
歩く, とことこ	422000
歩く, ぎゃはは	95600



「ばくばく」を選択

# (補足)実験結果

## 実験5 日英比較と人種,属性別の分析

地域毎のHAR

state	N(被験者数)	マンガ平均HAR
北アメリカ	1	0.70
南アメリカ	5	0.42
アジア	51	0.38
ヨーロッパ	6	0.60
N(被験者数)	63	0.41

英語圏のHARが高い傾向にある

語学力,読解力についてのHAR

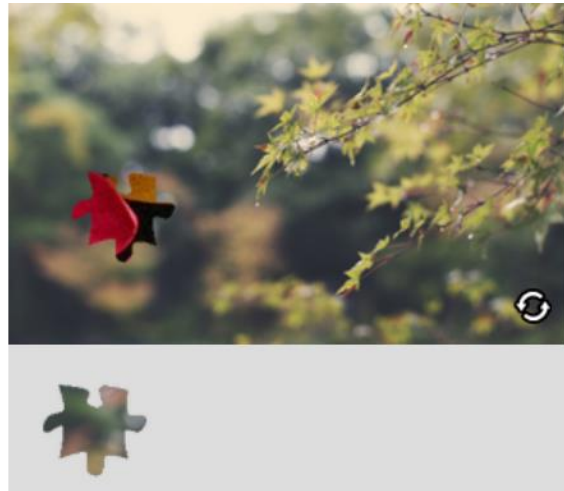
	英語力順位		読解力順位		英語話せる	
	8位以上	8位未満	8位以上	8位未満	話せる	話せない
N	28	35	31	32	40	23
平均HAR	<u>0.429</u>	0.394	<u>0.442</u>	0.378	<u>0.427</u>	0.378

英語に馴染みがある・  
読解力が高いほどHARが高い  
傾向がある

# (補足)実験2 既存のCAPTCHAとの比較

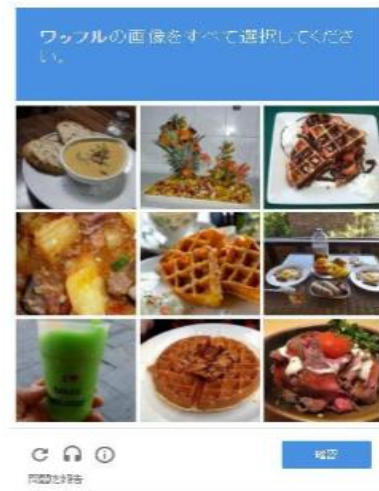
パズル型CAPTCHAと画像認証型CAPTCHAを10代から70代までの200名の被験者に対し実験し、精度を比較した。

パズル型CAPTCHA



(CapyパズルCAPTCHA)

画像認証型CAPTCHA



(Google ReCAPTCHA)

	平均解答時間 (秒)	標準偏差	平均 HAR(%)	標準偏差
オノマトペ	7.00	9.92	0.891	0.092
パズル	9.44	5.23	0.880	0.346
画像	18.07	11.65	0.810	0.388

# (補足)機械による安全性

## 補正をした結果

	MARb	補正後		
		問題数 $x$	HAR	解答時間(秒)
オノマトペ	1/4	4.5	0.595	31.5
パズル	1/90	1.38	0.838	13
画像	1/512	1	0.810	18.07

## 補正後の問題数によるHAR

