

## 2016年熊本地震が住民のリスク認知に及ぼす影響

大友 章司<sup>(1)</sup>, 木村 玲欧<sup>(2)</sup>, 平田 直<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Associate Professor, Konan Women's University, e-mail: s.ohtomo@konan-wu.ac.jp

<sup>(2)</sup> Professor, University of Hyogo, e-mail: rkimura@shse.u-hyogo.ac.jp

<sup>(3)</sup> Professor, the University of Tokyo, e-mail: hirata@eri.u-tokyo.ac.jp

『Ohtomo, S., Kimura, R., and Hirata, N. "The 2016 Kumamoto earthquakes' influence on residents' risk perception", 17th World Conference on Earthquake Engineering Conference Proceedings, No.7g-0004(7pp.), 2020.9.』の日本語メモです。

### Abstract

2016年に発生した熊本地震では、4月14日に前震とされるマグニチュード6.2の地震が発生し、4月16日に本震とされるマグニチュード7.3の地震が発生した。連続して大きな地震が発生したことで、物理的な被害が大きくなっただけでなく、地震に対する人々のリスク認知にも影響を及ぼした。一連の地震を受けて、気象庁は従来のような余震発生確率の発表を取り止めるように方針転換した。このような熊本地震の経験やリスク・コミュニケーションの方針転換は、人々の地震に対するリスク認知に影響を及ぼしたと考えられる。本研究では、地震後のリスク認知に影響を及ぼす要因について検討を加える。そこで、熊本地震による家屋被害に加えて、デモグラ、地震発生前の断層への知識が、被災経験後のリスク認知に及ぼす影響について分析することを目的とした。

本研究では、2016年に文科省が実施した調査データを用いて分析を行った。この調査は、2016年11月28日から12月19日に実施された。調査対象者は、熊本地震で被害が集中した14市町村である。有効回答は、 $n=3772$ (有効回答率46.7%)であった。有効回答者の性別は、男性45%、女性55%、年齢は、53.24( $SD=16.20$ )歳であった本研究では、地震発生前の断層に関する知識、家屋被害、地震に対するリスク認知(重篤性、既知性、未知性)、個人属性の調査項目を分析に用いた。

地震発生前の断層に関する知識、家屋被害、個人属性が地震後の地震に対するリスク認知に及ぼす差異を検討するため、ベイズ推定による一般線型モデル分析を行った。その結果、重篤性のリスク認知は、家屋被害によって違いが生じていた。具体的には、半壊および全壊の被害の住民の重篤性の認知が高かった。既知性は、断層に対する知識×性別の交互作用によって違いが生じていた。具体的には、断層への知識がある人では、男性の方が既知性の認知が高いの対して、知識がない人では、女性の方が既知性の認知が高かった。さらに、未知性は、デモグラ、知識、家屋被害による違いはみられなかった。

したがって、リスク認知は側面によって形成の仕方が異なると考えられる。重篤性は被災経験により更新されることが示唆された。既知性は、経験ではなく、地震に関する知識が影響することが示唆された。未知性は、デモグラや経験が直接影響を及ぼさない潜在的なリスク認知である可能性があると考えられる。本研究は地震のリスクについて、認知的なメカニズムに基づくリスク・コミュニケーションが重要であることを示唆するものである。

**Keywords:** awareness of local faults, housing damage, Kumamoto earthquakes, risk communication, risk perception

## 1. Introduction

2016年に発生した熊本地震では、4月14日に前震とされるマグニチュード6.2の地震が発生し、2日後の4月16日に本震とされるマグニチュード7.3の地震が発生した。多くの住民にとって、マグニチュード6.2の前震が本震で、それを上回る規模の地震は想定していなかった。この一連の地震により、熊本県では死者が270名にのぼった。内閣府[1]によれば、この一連の地震により、熊本県では死者が270名にのぼった。住宅被害は、全壊が8675件、半壊が34,491件、一部損壊が155,095件であった。地震による甚大による被害に加え、2回の大きな地震が連続して生じたことにより、住民の人々の想定外の反応や行動がみられた[2]。具体的には、前震と本震で避難理由がことなっていたことや、避難行動のパターンによってその後の地震に対する認知が違いが生じることが示唆されていた。また、熊本地震において、地震発生前の断層に関する知識の有無によって、前震前や本震前の地震発生予知に違いがあることが指摘されている[3]。しかしながら、地震発生前の断層に関する知識の有無が、熊本地震を経験することにより、リスク認知にどのような及ぼす影響かについて検討がされてこなかった。

リスク認知の研究分野では、人々のリスクに対する認識の仕方について多くの実証研究を行った。Slovic [4]によれば、人々のリスク認知の次元は「恐ろしさ」や「未知性」といった主観的な側面から知覚されていることが指摘されている。さらに、リスク認知は、経験や直感などによる感情的な意思決定である System1 と、知識などの分析的な意思決定である System2 の2つの思考システムに基づいていると考えられている [5]。自然災害のリスク認知をレビューした研究では、リスク認知は直接的経験(自分の目で体験すること)や間接的経験(知識や報道により知ること)に規定されることが指摘されている [6]。リスク認知の2重システムに基づけば、被災者になる直接的な経験は system1 の感情的思考として、地震に関する知識は分析的思考として、リスク認知を規定すると考えられる。また、リスク認知は性差や信念などの個人的状況要因にも左右されることが指摘されている [7, 8]。そこで、本研究では、熊本地震による家屋被害の経験といった system1 の要因、地震発生前の断層に関する知識といった system2 の要因が、年齢や性別といったデモグラフィック要因によって、地震後のリスク認知がどのように規定されているのか分析を行う。

## 2. Method

### 2.1. Survey data

本研究のデータは、文部科学省が実施した『平成28年熊本地震における余震情報と避難行動等に係る影響等の把握等に関するアンケート調査及び分析』の調査データを用いた [9]。調査対象者は、熊本地震で被害が集中した14市町村である。具体的には、1)本震で震度6強以上、2)全壊家屋の世帯数における割合が10%以上(政令市の熊本市各区では全壊棟数500棟以上)、3)半壊家屋の世帯数における割合が20%以上、4)最大避難者数の人口における割合が15%以上、以上4条件を1つ以上満たす14市町村が対象地域とした。

具体的には、熊本市の東区と南区、合志市、菊池市、菊池郡(菊陽町、大津町)、上益城郡(益城町、嘉島町、御船町、甲佐町)、宇土市、宇城市、阿蘇市、阿蘇郡(南阿蘇村、西原村)である。調査は郵送法で実施された。

### 2.2. Respondents

調査では、18歳以上の成人男女を対象に、選挙人名簿もしくは住民基本台帳から等間隔抽出された。抽出数は  $n = 7000$  であった。有効回答は、 $n = 3772$ (有効回答率46.7%) であった。有効回答者の性別は、男性45%、女性55%、年齢は、53.24( $SD = 16.20$ )歳であった。

### 2.3. Measurements

年齢や個人属性に加え、地震に対するリスク認知、熊本地震発生前の活断層の認識、家屋被害について調査が行われた。

#### 2.3.1. Earthquake risk perception

因子分析によって予め確認された、(1) 重篤性 ( $\alpha = .91$ )、「この地域でまた地震が起きれば、大きな被害が出てしまうだろう」、(2) 既知性 ( $\alpha = .56$ )、「地震についての科学的な理解は進んでいる」、(3) 不確実性 ( $\alpha = .64$ )、「地震は、いつ起きてもおかしくない現象である」の項目を用いた。項目はすべて、「1. 全くそう思わない」~「5. 非常にそう思う」の5段階評価で測定されている。

#### 2.3.2 Pre-earthquake awareness of local faults

「あなたのお住まいの地域に活断層があることを地震発生前から知っていましたか」という失懇に対して、「地震発生前から知っていた」と「地震発生前には知らなかった」で測定した。

#### 2.3.3. Housing damage

家屋被害について、「全壊」、「半壊」、「一部損壊」、「被害なし」で回答を求めた。

## 3. Result

リスク認知の重篤性、既知性、不確実性の3つの得点を Fig.1 に示す。既知性に関しては中程度で、重篤性と不確実性は高く認知していた。

次に、リスク認知の3つの側面について、一般線型モデルによる分析を行った。まず、ベイズ推定による一般線型モデルを用いて、重篤性を従属変数に、性別、年齢、地震発生前の断層に関する知識、家屋被害、および断層に関する知識との交互作用を独立変数に分析を行った。その際、性別はセンタリングし、それ以外の変数はダミー変数として変換した。分析では R および brms パッケージを用いた [10]. その際、リサンプル数 10,000、バーンイン 5,000、チェーン数を 4 に設定した。すべての変数の Rhat の値は、4つのチェーンを通して、1.00 未満であった。Table1 に分析結果

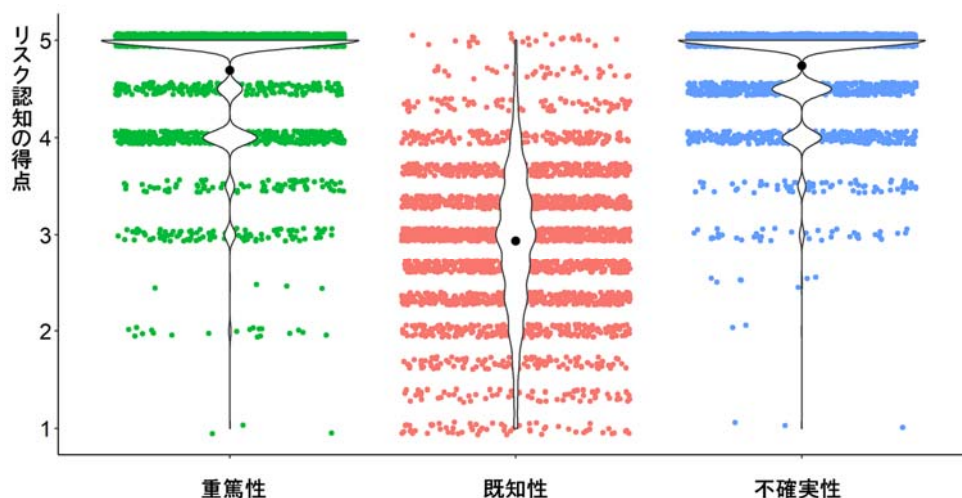


Fig. 1 A violin plot of risk perception scores (severity, knowledge, and uncertainty)

Note: The shape indicates the distribution of data, and the black circular point indicates the average.

Table 1 –Results of the Bayesian GLM of risk perceptions (severity, knowledge, uncertainty)

	重篤性						既知性						不確実性								
	mean	se	mean	sd	95%CI	n_eff	Rhat	mean	se	mean	sd	95%CI	n_eff	Rhat	mean	se	mean	sd	95%CI	n_eff	Rhat
Intercept	4.601	.000	.036		4.530 ~ 4.672	11169	1.000	3.065	.000	.048		2.972 ~ 3.160	12036	1.000	4.759	.000	.030		4.701 ~ 4.817	9800	1.000
性別(女性)	.055	.000	.037		-.019 ~ .127	15001	1.000	-.123	.000	.050		-.222 ~ -.025	16536	1.000	.046	.000	.031		-.015 ~ .107	12964	1.000
年齢	.000	.000	.001		-.003 ~ .002	26810	1.000	.003	.000	.002		.000 ~ .006	23803	1.000	-.002	.000	.001		-.004 ~ .000	28810	1.000
断層に関する認識(知らなかった)	-.018	.000	.043		-.102 ~ .064	10800	1.000	-.229	.001	.057		-.340 ~ -.119	11840	1.000	-.061	.000	.035		-.130 ~ .009	9708	1.000
家屋被害(一部損壊)	.075	.000	.042		-.009 ~ .157	12376	1.000	-.010	.000	.056		-.119 ~ .101	13513	1.000	-.042	.000	.035		-.109 ~ .027	11374	1.000
家屋被害(半壊)	.198	.000	.056		.087 ~ .308	13079	1.000	-.099	.001	.074		-.244 ~ .048	14185	1.000	-.005	.000	.047		-.096 ~ .087	11758	1.000
家屋被害(全壊)	.185	.001	.080		.029 ~ .339	14795	1.000	.197	.001	.107		-.013 ~ .406	16185	1.000	.058	.001	.067		-.075 ~ .192	13832	1.000
断層に関する認識 × 性別(女性)	-.020	.000	.045		-.107 ~ .069	14842	1.000	.211	.000	.060		.093 ~ .329	16416	1.000	-.007	.000	.037		-.080 ~ .065	12502	1.000
断層に関する認識 × Age	-.002	.000	.001		-.005 ~ .001	27114	1.000	-.001	.000	.002		-.004 ~ .003	24260	1.000	.000	.000	.001		-.003 ~ .002	28578	1.000
断層に関する認識 × 家屋被害(一部損壊)	.050	.000	.051		-.049 ~ .150	11994	1.000	.029	.001	.067		-.102 ~ .160	12697	1.000	.044	.000	.041		-.038 ~ .125	11057	1.000
断層に関する認識 × 家屋被害(半壊)	.031	.001	.068		-.104 ~ .164	12723	1.000	.170	.001	.091		-.007 ~ .347	13859	1.000	.045	.001	.056		-.066 ~ .153	11670	1.000
断層に関する認識 × 家屋被害(全壊)	.058	.001	.105		-.146 ~ .260	15553	1.000	-.090	.001	.141		-.368 ~ .190	15773	1.000	-.084	.001	.088		-.256 ~ .089	13754	1.000
sigma	.568	.000	.007		.553 ~ .582	27776	1.000	.746	.000	.010		.727 ~ .766	31220	1.000	.465	.000	.006		.453 ~ .477	24930	1.000
lp_	-.2596.656	.028	2.551		-2602.563 ~ -2592.709	8400	1.000	-3373.385	.028	2.579		-3379.396 ~ -3369.358	8364	1.000	-1990.260	.028	2.575		-1996.178 ~ -1986.214	8599	1.000

Note: The interval estimation of coefficients is significant as long as 0 is not included among 95% CI.

を示した。分析の結果、家屋被害において、全壊の人 ( $b = .20$ , 95% confidence interval [CI] = .09 ~ .31) と半壊の人が ( $b = .19$ , 95% CI = .03 ~ .34)、「一部損壊」や「被害なし」と比べて重篤性の認知が高いことが示唆された(Fig. 2).

次に、同様のベイズ推定による一般線型モデルを、既知性を従属変数に分析を行った (Table 1)。その結果、性別の効果が確認され、男性の方が女性よりも既知性は高かった ( $b = -.12$ , 95% CI =  $-.22 \sim -.03$ ; Fig 3\_a)。また、地震発生前の断層に関する知識の主効果が確認され、知識のある場合は、知識がない場合に比べて既知性の認知が高くなっていた ( $b = -.23$ , 95% CI =  $-.34 \sim -.12$ ; Fig 3\_b)。年齢の主効果もみられ、年齢が高くなると既知性が高くなっていた ( $b = .003$ , 95% CI =  $.000 \sim .01$ ; Fig 3\_c)。さらに、性別×地震発生前の断層に関する知識の交互作用が確認された ( $b = .21$ , 95% CI =  $.09 \sim .25$ ; Fig 3\_d)。具体的には、断層の知識がある場合は、男性の方が既知性が高く、知識がない場合は女性の方が既知性が高くなっていた。

最後に、同様のベイズ推定による一般線型モデルを、不確実性を従属変数に分析を行った (Table 1)。しかしながら、どの変数も不確実性に及ぼす影響が確認されなかった。

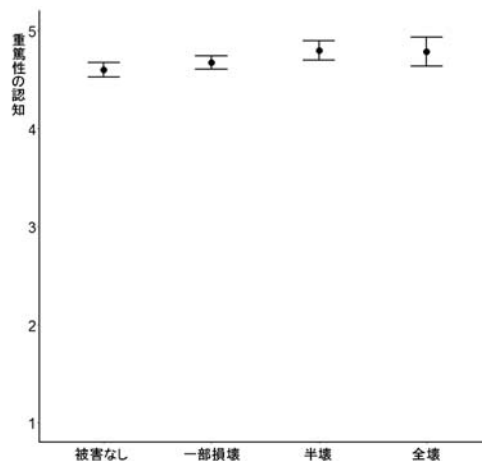


Fig 2 – The plot of the posterior distribution of parameters according to housing damage (severity).



#### 4. Conclusion

リスク認知の重篤性の側面は家屋被害によって違いが生じていた。リスク判断の2重動機モデルによれば、経験による感情は system1 の直観的判断として、リスク認知に影響を及ぼすと指摘されている [5]。熊本地震では、甚大な被害をもたらした地震が2回も連続して生じていたため、多くの住民にとって恐ろしい体験だったといえる。また、半壊、全壊の住民の重篤性の認知が高いことから、被害の大きさによって認知が更新されていると考えられる。これまでも、自然災害において否定的な経験をした人ほど、リスク認知が高くなることが指摘されている [6]。物理的な被害の程度が重篤性の認知を左右する重要な要因として考えられる。

次に、既知性については、年齢が高い人ほど、既知性が高くなっていった。これは、年齢が高い人ほど、地震も含むさまざまな直接的な経験を多くしているためだと考えられる。また、地震発生前の断層に関する知識×性別の交互作用がみられた。断層に関する知識がある場合は、男性の方が既知性の認知が高いのに対して、断層に関する知識がない場合は女性の方が既知性の認知が高かった。知識そのものは、リスク判断の2重動機モデルの system2 の熟慮による判断としてリスク認知に影響する[5]。地震発生前の断層に関する知識がある人の方が既知性が高くなるという主効果もみられたことから、知識に基づいて意識的な処理が行われていたと考える。これまで、リスク認知に関して、性差があることが指摘されている [8]。具体的には、女性の方が安全に関する関心が高いため、女性の方が男性よりもリスク認知が高くなることが指摘されている。とくに、知

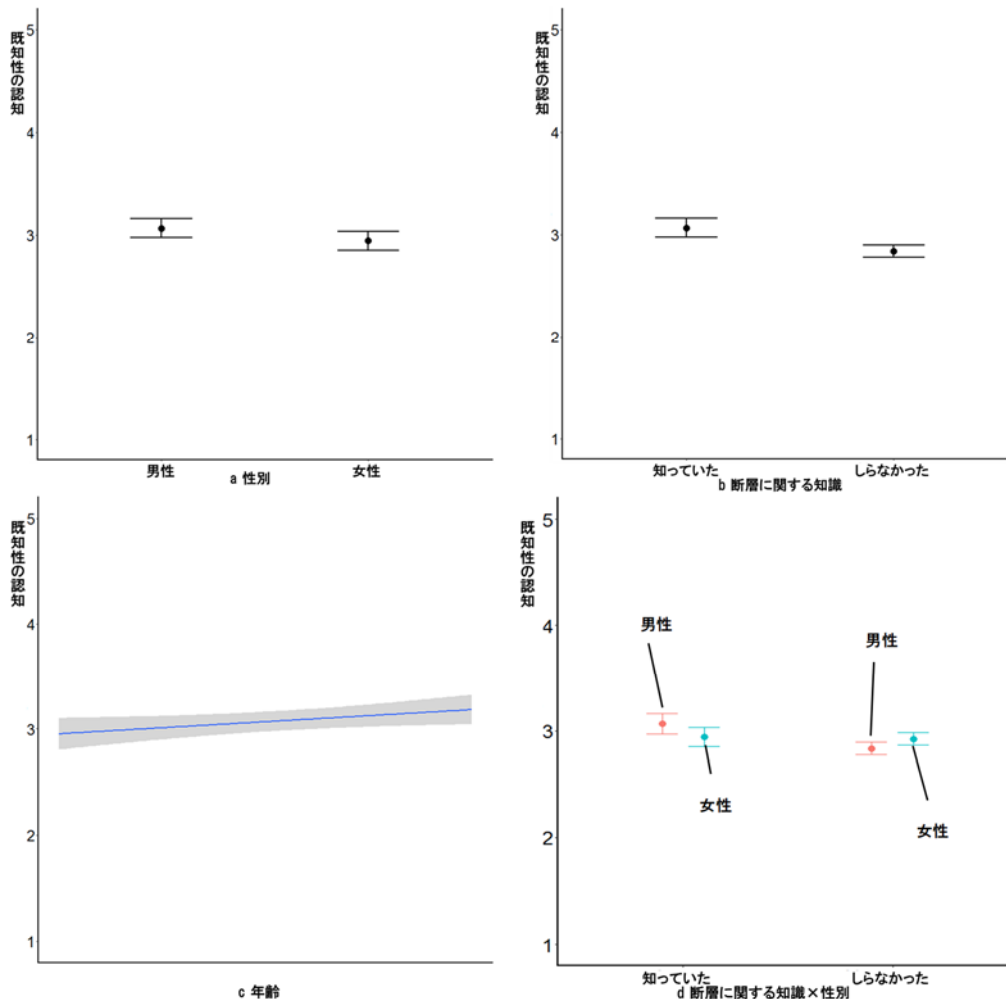


Fig.3 – Plot of the posterior distribution of parameters of housing damage (knowledge).

識が関連しない場面でその傾向がつよくなると考えられている。今回の結果では、断層に関する知識のない場合に、女性の方が既知性の認知が高くなっていた。つまり、知識がない場面ではより直観的な心理的な傾向が生じやすいのに対して(system1)、知識がある場合では熟慮による判断が作用する(system2)ためこのような差が生じたと考えられる。

その次に、不確実性に関しては、性別、年齢、家屋被害、地震発生前の断層に関する知識のどれも影響を及ぼしていなかった。しかし、不確実性の得点が高かったことから、このような個人的な状況に関わらず、全ての住民の不確実性の認知が熊本地震によって高められていたと考えられる。というのは、熊本地震は、前震と本震という大きな地震を2回連続して生じている。多くの人々にとって最初の前震が起きた後に、本震が起きることを予想していなかったと指摘されている [2]。実際に一般の人々は大きな自然災害を経験した人は、もう次には起きないという信念をもっていることが報告されている [7]。熊本地震は人々の予想に反する自然災害だったと考えられる。そのため、個人的な状況に関係なく、熊本地震そのものが地震に対する不確実性の認知に影響を及ぼしたといえる。

以上、本研究は地震発生前と後のリスク認知の比較は行っていないため、解釈については注意が必要である。しかしながら、本研究はリスク認知の3つの側面が異なる要因によって規定されていることを示唆している。重篤性の認知は、経験に基づく直観として更新される可能性がある。既知性に関しては、断層の知識がある場合に、熟慮な判断によって認知が形成される可能性がある。不確実性は多くの人々に共通した直観的な体験の影響を受けることが示唆されている。このように本研究では、人々の認知的メカニズムの違いに基づく地震のリスクコミュニケーションが必要であることを指摘している

## 5. Acknowledgements

The data for this analysis was provided by MEXT [9]. This research is based on a funded research project "Establishment of a Disaster Prevention and Management Educational Hub for Improving Disaster Prevention Literacy among a Wide Ranging Stakeholders" (Representative: Reo Kimura, University of Hyogo), which is supported by the SECOM Foundation for Promotion of Science and Technology.

## 6. References

- [1] Cabinet Office. (2019): *The report about the damage of the 2016 Kumamoto Earthquake*. Retrieved from [http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin\\_55.pdf](http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_55.pdf)
- [2] Ohtomo S, Kimura R, Hirata N (2017): The Influences of Residents' Evacuation Patterns in the 2016 Kumamoto Earthquake on Public Risk Perceptions and Trust Toward Authorities, *Journal of Disaster Research*, **12** (6), 1139-1150.
- [3] Kimura R, Ohtomo S, Hirata N (2017): A Study on the 2016 Kumamoto Earthquake: Citizen's Evaluation of Earthquake Information and Their Evacuation and Sheltering Behaviors, *Journal of Disaster Research*, **12** (6), 1117-1138.
- [4] Slovic P (1987): Perception of risk, *Science*, **236** (4799), 280-285.
- [5] Slovic P (2007): "If I look at the mass I will never act": Psychic numbing and genocide, *Judgment and Decision Making*, **2** (2), 79-95.
- [6] Wachinger G, Renn O, Begg C, Kuhlicke C (2013): The Risk Perception Paradox—Implications for Governance and Communication of Natural Hazards, *Risk Analysis*, **33** (6), 1049-1065.
- [7] Renn O (2017): *Risk governance: coping with uncertainty in a complex world*. Routledge.
- [8] Slovic P (1999): Trust, emotion, sex, politics, and science: Surveying the risk-assessment battlefield, *Risk Analysis*, **19** (4), 689-701.
- [9] Mext(Ministry of Education C, Sports, Science and Technologyof Japan). (2017): *Survey study about the effect of information of aftershock and impact on evacuation activities in the 2016 Kumamoto Earthquake*. Retrieved from
- [10] Bürkner P-C (2017): brms: An R Package for Bayesian Multilevel Models Using Stan, *2017*, **80** (1), 28.