

## チンパンジーの瞬時心拍間隔を非接触で測定することに成功 ミリ波レーダを用いた非接触バイタル測定技術の確立へ

### 【研究成果のポイント】

- 麻酔下のチンパンジーの瞬時心拍間隔を、ミリ波レーダ技術を用いて接触せずに高精度で測定することに成功しました。
- ミリ波レーダによる瞬時心拍間隔測定は、ヒトはもちろん、さまざまな動物を対象とした研究が進んでいますが、チンパンジーなどの類人猿に応用されたのは初めてです。
- ヒト以外の動物のバイタル情報が非接触計測できれば、動物にとって負担の大きいセンサ等の装着をせず、いつでも健康状態を把握できる重要なツールとしての活躍が期待できます。

### 【概要】

京都大学大学院工学研究科修士課程学生の岩田慈樹さん、京都大学大学院工学研究科の阪本卓也・教授、信州大学理学部生物学コースの松本卓也・助教、京都大学野生動物研究センターの平田聡・教授は、ミリ波レーダを用いてチンパンジーの瞬時心拍間隔を、接触せずに測定することに成功しました。ミリ波レーダ技術を用いた瞬時心拍間隔を非接触かつ高精度に測定する研究は、ヒトをはじめ、さまざまな動物種を対象とした報告がありますが、チンパンジーなどの類人猿を対象にした報告はありませんでした。この研究では、ミリ波レーダを用いてヒトおよびチンパンジーを非接触で測定し、新たに開発した手法により瞬時心拍間隔を推定したところ、標準的に用いられる心電計による測定値と高い精度で一致し、チンパンジーの瞬時心拍間隔を非接触かつ高精度で計測できることがわかりました。

本研究成果は、2023年10月5日付けで、米国電気電子学会(IEEE)の学術誌『*IEEE Sensors Letters*』上で発表されました。

本研究は、セコム科学技術振興財団一般研究助成、科学技術振興機構未来社会創造事業 JPMJMI2212、JSPS 科研費 19H02155、20K20875、21H03427、23H01420、23H03881、サントリー文化財団研究助成、信州大学アグリ・トランスフォーメーションの助成を受けたものです。

### 【背景】

非接触でバイタル情報を取得する技術の1つとして、ミリ波レーダ技術が挙げられます。ミリ波レーダはヒトの衣服や動物の体毛を透過するため、測定対象の呼吸や心拍に伴う体表面の運動を計測するのに適した手法です。近年、ヒトを対象としたミリ波レーダ技術では、平均心拍数のみならず、瞬時心拍間隔を非接触で正確に計測する手法が確立され、実用化が進んでいます。しかしながら、動物種によって心拍に伴う体表面の運動は異なると予想され、ヒトを対象として開発されてきた手法をそのまま適用できるとは限らず、どの動物種のどのようなバイタル情報をどの程度の精度で計測できるのかが知られていませんでした。本研究では、ヒトおよび近縁種であ

るチンパンジーを対象とし、瞬時心拍間隔の非接触・高精度計測を確立すべく、ヒトおよびチンパンジーを対象とした計測実験を実施しました。

### 【研究手法・成果】

本研究では、心拍成分に干渉して精度低下を招く呼吸成分を効果的に抑圧しながら、心拍の高調波成分のみを選択的に抽出する最適なフィルタ設定法を提案し、ヒトを対象とした予備実験で性能を確認したうえでチンパンジーに対して適用し、瞬時心拍間隔の推定を試みました。

計測は、京都大学野生動物研究センター熊本サンクチュアリにて、健康診断中のチンパンジー（麻酔下）を対象に約 0.7 m 離れた距離から実施しました（図 1）。心電計の電極をチンパンジーの手足に装着し、ミリ波レーダによる計測精度の検証を行いました。その結果、チンパンジーの瞬時心拍間隔の計測では、二乗平均平方根誤差で 2.55 ms と、極めて高い精度を達成できることが明らかになりました（図 2）。

### 【波及効果・今後の予定】

瞬時心拍間隔データは、心拍変動などの精神的ストレス指標などの算出にも用いられ、対象となる動物の心身の健康情報をモニタリングするために重要です。本研究で開発した手法により、ミリ波レーダを用いた動物のバイタル情報の非接触計測技術が幅広い分野へ応用されるための基盤を築くことができましたといえます。ミリ波レーダは衝突防止などの目的で使用される車載レーダとしてすでに世界中で使用されており、装置の低価格化が進んでいます。そのため、今後は国内外の飼育動物および野生動物の健康状態をモニタリングするためのツールとして標準的に用いられる可能性が高いといえます。今後は、さまざまな動物種を対象に、睡眠中、食事中、そのほか日常活動下での計測、解析を進め、動物の見守りやヘルスケアを目的とした常時の高精度心拍間隔計測技術の確立をめざして研究を進める予定です。

### 【研究者のコメント】



電波を使って心拍を非接触で計測する技術は、これまで主に人体を対象に開発され、一部はすでに見守りサービスとして実用化されています。今回、ヒトとチンパンジーに対し、時間変動する心拍間隔を非接触かつ高精度で計測することに成功しました。今後、さまざまな動物種への電波計測の応用が拓く未来を夢見て、研究を続けてゆきます。（阪本卓也）



図1 チンパンジーのミリ波レーダ計測実験

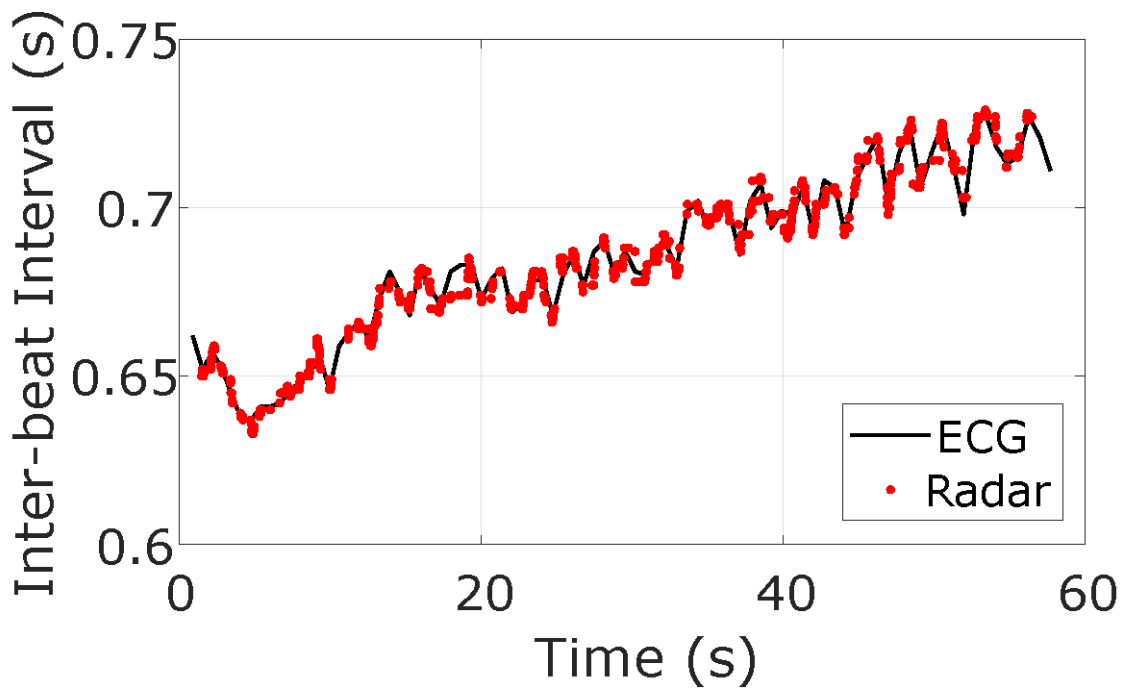


図2 チンパンジーの瞬時心拍間隔の推定値

黒線：心電計から得られた真値 赤点：ミリ波レーダから得られた推定値  
真値と推定値が非常によく一致している。

**【論文タイトルと著者】**

タイトル : Noncontact Measurement of Heartbeat of Humans and Chimpanzees Using  
Millimeter-Wave Radar with Topology Method

著 者 : Itsuki Iwata, Takuya Sakamoto, Takuya Matsumoto, and Satoshi Hirata

掲 載 誌 : *IEEE Sensors Letters*

DOI : 10.1109/LSENS.2023.3322287