

令和 4 年 5 月 21 日現在

機関番号：13901

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2021

課題番号：20K22589

研究課題名(和文) 宇宙線を用いた樹木診断法の開発

研究課題名(英文) Development of a tree diagnostic method using cosmic rays

研究代表者

西尾 晃 (Nishio, Akira)

名古屋大学・未来材料・システム研究所・研究機関研究員

研究者番号：30880108

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：巨大な木の内部を調査するために宇宙線の使用を提案した。宇宙線は樹木の内部を容易に透過するため、従来の方法では調査が困難であった直径1.5m以上の樹木の調査に適用できる。この方法の実現可能性を実証するために、2つの実験を実施しました。最初の実験では、直径1.2mの木板に0.5mの空洞がある場合とない場合の宇宙線フラックスの違いを検出しました。2回目の実験では、内部状態が不明な円周11mの杉の木を測定し、シミュレーションと比較しました。その結果、直径1.0mを超える空洞は存在しないと予測されました。その後、保全のために杉の木は伐採され、確かに直径1.0m以上の空洞がないことが確認されました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では宇宙線を用いて巨樹の内部を調べることを提案し実証した。従来手法では調査が難しかった直径1.5m以上の樹木の内部を、宇宙線であれば容易に透過し調査することが可能である。本研究によって巨木に対する宇宙線を用いた空洞調査手法の有用性が確認された。今後、立木に対してもこの手法を適用し、巨木の保全に活用されることが期待される。

研究成果の概要(英文)：We proposed the use of cosmic rays to investigate the interiors of giant trees. Cosmic rays can easily penetrate the interiors of trees having a diameter of 1.5 m or more, which are difficult to investigate using conventional methods. We conducted two experiments to demonstrate the feasibility of this method. In the first experiment, we detected the difference between the presence and absence of a 0.5 m cavity in a 1.2 m diameter wooden plate. In the second experiment, we measured a cedar tree with a circumference of 11 m, with an unknown internal condition, and compared the data with our simulations. The result predicted that there would not be any cavities larger than 1.0 m in diameter. The cedar tree was then cut and it was confirmed that there were no cavities that were larger than 1.0 m in diameter.

研究分野：物理学

キーワード：樹木 宇宙線 空洞 原子核乾板 宇宙線イメージング ミュオグラフィ

### 1. 研究開始当初の背景

我が国にはおよそ1万3千本の、幹回り500cm以上の樹木が存在する。これらの巨樹は、腐朽により内部の空洞化が進行していることが懸念される。しかし、既存の樹木診断法には、直径1.5m以上の樹木の内部状況を非破壊に診断する手法が存在しなかった。

### 2. 研究の目的

申請者はこれまでに、物質貫通能力の高い宇宙線を用いて、エジプトのピラミッドや原子炉などの巨大構造物を非破壊で検査する技術の開発を行ってきた。申請者はこの手法を樹木の内部構造診断に適用することを提案する。本研究では、宇宙線による非破壊検査技術を初めて樹木に適用することで、特に巨樹の診断手法として、この技術の有用性を明らかにすることを目的とする。

### 3. 研究の方法

2つの測定対象に対し、実験を行った。まず、直径1.2mの輪切り木に対して、0.5mの空洞ありとなしでの測定を実施した。次に、岐阜県瑞浪市大湫町の円周11mの大杉を測定した。

### 4. 研究成果

直径1.2mの輪切り木に対して、0.5mの空洞ありとなしでの測定結果の比較から、統計的に有意に空洞を検出できることが確認された(図1)。さらに、岐阜県瑞浪市大湫町の円周11mの大杉の測定においては、3Dモデルからシミュレーションで求めた宇宙線フラックスと観測データの比較により、1m以上の空洞は存在しないと結論づけた(図2)。その後保存のために大杉は根元付近で切断され、実際に空洞が1m以下であったことが確認された。

本研究によって巨木に対する宇宙線を用いた空洞調査手法の有用性が確認された。今後、立木に対してもこの手法を適用し、巨木の保全に活用されることが期待される

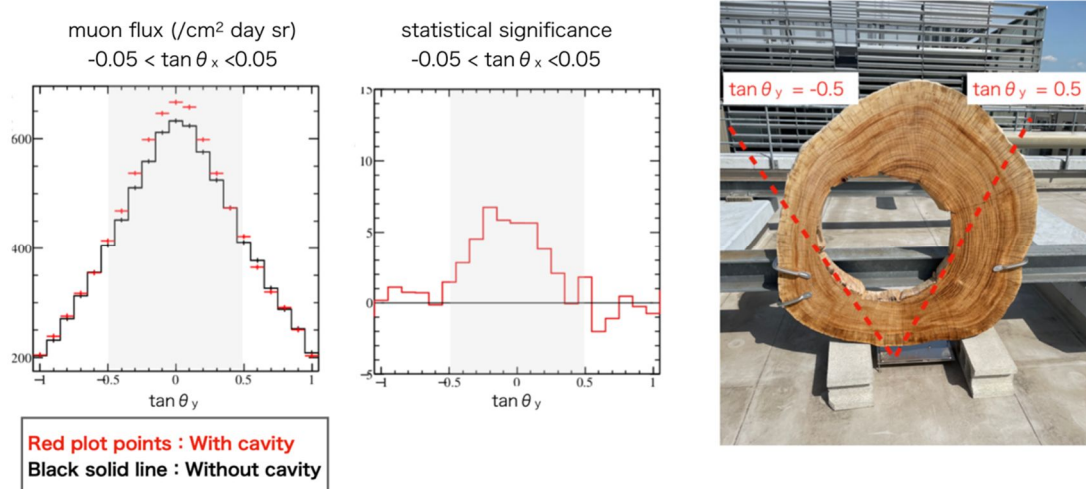


図1: 空洞あり、なしの宇宙線ミュオンフラックスの比較。フラックスの値は全角度範囲(-

1.0 < tan θ<sub>xy</sub> < 1.0) で規格化して比較した。

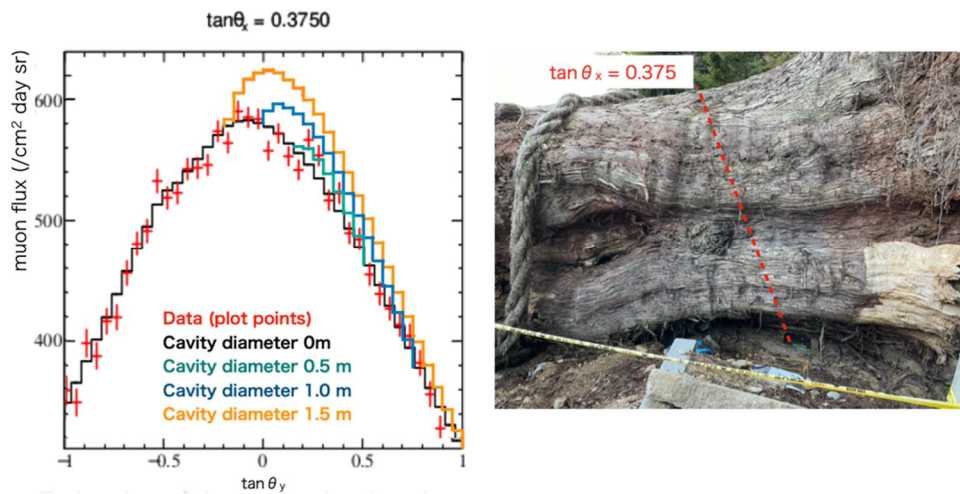


図 2: 空洞がある場合の宇宙線フラックスのシミュレーションと、測定結果の比較。空洞サイズは 1m 以下であると推定された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 A. Nishio, K. Ishiguro, N. Kitagawa, M. Kuno, Y. Manabe, and K. Morishima	4. 巻 1
2. 論文標題 Development of a Nondestructive Inspection Method for Trees Using Cosmic Rays	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal for Advanced Instrumentation in Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.31526/jais.2022.251	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Akira Nishio, Katsumi Ishiguro, Nobuko Kitagawa, Mitsuaki Kuno, Yuta Manabe and Kunihiro Morishima
2. 発表標題 Development of a non-destructive inspection method for trees using cosmic rays
3. 学会等名 International Conference on Materials and Systems for Sustainability 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akira Nishio, Katsumi Ishiguro, Nobuko Kitagawa, Mitsuaki Kuno, Yuta Manabe, and Kunihiro Morishima
2. 発表標題 Development of a non-destructive inspection method for trees using cosmic rays
3. 学会等名 International Workshop on Cosmic-Ray Muography 2021
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------