

令和 3 年 5 月 7 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K09495

研究課題名(和文) 高速走査型ピコ秒レーザーシステムの開発

研究課題名(英文) Development of high-speed scanning picosecond laser system

研究代表者

河野 太郎 (KONO, Taro)

東海大学・医学部・准教授

研究者番号：50297438

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：ピコ秒パルスは生体内の熱伝導を抑え、健全組織を保護するために、より選択性の優れた治療効果を発揮する。現在開発中の本邦初のピコ秒発振レーザーの光源は10ピコ秒から2ナノ秒までパルス幅を可変させることが可能なレーザーであり、治療に必要な性能を有していたことが判明した。将来的に、応力緩和時間を考慮に入れた、選択的光破壊の可能性が高まり、高効果低侵襲治療が期待できる結果であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の母斑等の色素性疾患の治療は、治療回数と費用、治療期間がかかるだけでなく、合併症の頻度も高かった。現在、開発中の本邦初のピコ秒発振レーザーの光源は10ピコ秒から2ナノ秒までパルス幅を可変させることが可能なレーザーであり、治療に必要な性能を有し、治療効果が上がることで、治療回数減少し、治療期間と治療費の減少が図れる。また、合併症のリスクも減少するため、医療費の減少にも貢献する。

研究成果の概要(英文)：The picosecond pulse suppresses heat conduction in the living body and exerts a more selective therapeutic effect in order to protect healthy tissues. The light source of Japan's first picosecond oscillation laser currently under development was a laser capable of varying the pulse width from 10 picoseconds to 2 nanoseconds, and it was found that it had the performance required for treatment. In the future, the possibility of selective photodestruction that takes into account the stress relaxation time will increase, and high-efficiency and minimally invasive treatment can be expected.

研究分野：レーザー

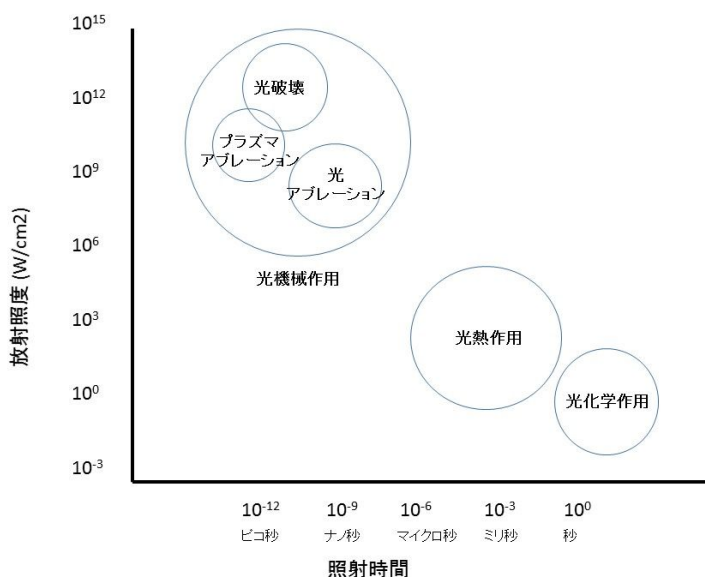
キーワード：短パルスレーザー 色素 母斑 刺青 Qスイッチレーザー ピコ秒レーザー 高速スキャナー フラクショナル治療

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

レーザーの発振にはレーザーを連続的に発振する連続発振と断続的に発振するパルス発振の2つの方法がある。皮膚良性色素性疾患領域で使用されているパルス発振レーザーは、さらに通常パルス発振と短パルス発振に分けられる。Qスイッチパルス発振はレーザー媒質中で反転分布を十分にためて、一気にレーザーを発振させる方法で、高いピークパワーを得ることができる。このパルス幅はナノ秒単位である。パルス幅がナノ秒よりも長くなると熱的作用が強くなり、それよりも短いと機械的作用が強くなる。皮膚良性色素性疾患治療に使用される短パルス発振(ナノ秒)ルビー、アレキサンドライト、YAGレーザーの生体作用は光機械的作用と光熱的作用の両方である。炎症が顕著で、術後の合併症も多い。また、異物色素の熱緩和時間はピコ秒単位であるため、ナノ秒発振レーザーでは不十分で、治療回数が多く、治療に抵抗する患者も多い。2002年Hoらは、ピコ秒発振レーザーは色素をより効果的に破壊できることをコンピューターシミュレーションにより証明した。2012年Brauerらは、人体に対する900ピコ秒のアレキサンドライトレーザー治療をArch Dermatolに初めて報告し、超短パルス発振(ピコ秒)が、臨床応用可能であることがわかった。

本邦初のピコ秒発振レーザー開発は、医学用光源の開発が必須であるが、東海大学理学部物理学科の光源を用いる。この光源は10ピコ秒から2ナノ秒までパルス幅を変化させることが可能なレーザーであり、今回の開発に必要な性能を有していた。



2. 研究の目的

我々の研究室はレーザーによる皮膚良性色素性疾患治療について研究を行っている。短パルスレーザーの応用は、ナノ秒以上の時間領域で種々の治療で効果的に使用されてきたが、近年になりナノ秒以下の時間領域が注目されている。ピコ秒パルスは生体内の熱伝導を抑え、健全組織を保護するために、より選択性の優れた治療効果を発揮する。パルス幅を超短時間にする事で皮膚良性色素性疾患治療を格段に改善することが期待できる。本邦初のピコ秒パルス超高速走査型レーザー治療器の開発とその評価を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 発振波長

可視光領域の波長を用いるが、母斑の存在する深度や大きさ、吸光度により生体反応

が異なるため、異なる波長を用いて研究した。

(2) 照射強度

超短パルス発振（ピコ秒）レーザーの生体作用は、機械的作用が主体であり、従来の光熱作用と生体反応が異なる。適切な照射強度を検討した。

(3) 照射密度

超短パルス発振（ピコ秒）レーザーの生体作用は、機械的作用が主体であり、従来の光熱作用と生体反応が異なる。適切な照射密度を研究した。

(4) ピッチ幅

超短パルス発振（ピコ秒）レーザーの生体作用は、機械的作用が主体であり、ピッチ幅も従来の光熱作用と生体反応が異なるため、適切なピッチ幅を研究した。

(5) パルス幅

メラノゾームの熱緩和時間は 50-200nsec、刺青の色素は 200-1000nsec である。照射時間により選択的破壊の程度が異なることが推察される。疾患別の適切なパルス幅を研究した。

4. 研究成果

発振波長は、1064nm で十分な反応が見られたため、第 2 波長の絶対的必要性はないことが判明した。照射強度は、十分であったため、将来的にビームサイズを拡大化できる可能性が判明した。従来のピコ秒レーザーよりも効率的に光機械的破壊が可能になり、将来的には、低侵襲・高効率な治療機器の開発が期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Taro Kono
2. 発表標題 Treatment strategy of Pigmented Lesions in Asians.
3. 学会等名 Lasers and aesthetic medicine on 5 continents, Shinzen, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019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
研究分担者	今川 孝太郎 (Imagawa Kotaro) (50366001)	東海大学・医学部・講師 (32644)	

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
---------	---------