

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24591043

研究課題名(和文)超音波と光干渉波を組み合わせた新しい冠動脈不安定プラーク診断装置の開発

研究課題名(英文)Development of combined techniques of IB-IVUS and OCT

## 研究代表者

川崎 雅規(Kawasaki, Masanori)

岐阜大学・医学部附属病院・准教授

研究者番号：50214630

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：急性心筋梗塞の主な成因は不安定プラークの破裂と血栓形成である。従って、心臓の動脈に存在する不安定プラークの検出が可能になれば、急性心筋梗塞の発症の予測と予防が可能となる。現在、不安定プラークの画像化には血管内超音波画像と光干渉波断層像があるが、それぞれには長所と短所がある。本研究の目的の1つである、二つの方法を同時に行う技術の開発は、光干渉波断層像自体がワイヤー型からカテーテル型に変更されたので、血管内超音波カテーテルの内腔に光干渉波ワイヤーを挿入することは不可能になったが、もう1つの目的であるプラークの変形の度合いを画像化する技術の開発に関しては、オフラインで表示が可能となりつつある。

研究成果の概要(英文)：The stability of atherosclerotic plaques is related to histological composition and the thickness of fibrous caps. Therefore, recognition of the tissue characteristics of coronary plaques is important to understand and prevent acute coronary syndrome. Within the penetration depth of optical coherence tomography (OCT), a, OCT has a best potential for tissue characterization of coronary plaques. Integrated backscatter intravascular ultrasound (IB-IVUS) has a better potential for characterizing coronary plaque. One of the aims of the present study was to combine two techniques. However, the combination was impossible because OCT catheters were changed from wire type to catheter type. Palpography came to be possible using off-line techniques.

研究分野：循環器内科

キーワード：血管内超音波 冠動脈 不安定プラーク 光干渉波断層像

#### 1. 研究開始当初の背景

現在の日本の3大死因の1つである急性心筋梗塞の主な成因は大きな脂質コアと薄い線維性被膜からなる不安定プラークの破裂と血栓形成である。従って、心臓の動脈に存在する不安定プラークの検出が可能となれば、循環器内科学最大の課題の一つである急性心筋梗塞の発症の予測と予防が可能となる。現在、心臓の血管の動脈硬化病変の画像化には血管内超音波画像と光干渉波断層像がある。光干渉波断層像は血管内腔に近いところの組織性状診断の精度は高いがカテーテルから遠い部位の診断は不可能である。一方、血管内超音波画像は血管内腔に近いところの組織性状診断の精度は光干渉波断層像に及ばないものの、カテーテルから遠い部位を含んだプラーク全体の性状診断が可能である。従って、これら二つの技術を組み合わせれば、不安定プラークの検出が正確に行えると考えた。

また、冠動脈プラークの破裂は組織性状以外にもプラークの力学的脆弱性に影響を受けるが通常の血管内超音波画像では力学的脆弱性は検出できない。そこで開発装置に収縮期と拡張期のプラークの内側の形態の差をとらえて画像化するパルポグラフィ機能を追加し、力学的脆弱性も同時に表示可能とするプログラムを新たに開発できれば、不安定プラークの検出がさらに正確に行えると考えた。

#### 2. 研究の目的

最近、光干渉波断層像を用いて冠動脈プラークの詳細な組織性状診断が可能となった。光干渉波断層像の解像度は血管内超音波画像の10倍であり、冠動脈プラークの性状と血栓の診断がミクロン単位で詳細に施行できる。しかし、光干渉波断層像の最大の欠点は、光の到達深度が血管内腔の表面から1.5~2.0mmであるため、冠動脈プラーク全体の組織性状診断が不可能なことである。

本研究の目的は、血管内超音波画像と光干渉波断層像を同時に行う技術の開発と、心周期の収縮期と拡張期のプラークの内側の形態の差をとらえて画像化する機能を血管内超音波画像に追加し、プラークの力学的脆弱性も同時に表示する装置の開発である。

#### 3. 研究の方法

(1) 血管内超音波画像と光干渉波断層像を冠動脈の同部位で施行し、血管内超音波画像と光干渉波断層像で得られる冠動脈プラークの特徴を比較し、血管内超音波画像で得られる因子と光干渉波断層像で得られる因子を明らかにする。

(2) これまでは光干渉波断層像装置では画像収集するのに観察対象部位の近位部をバルーンで閉塞させ補液を流し血液を排除しなければならなかったが、平成23年に保険

収載となった装置ではバルーンを使用せず補液の使用のみで画像構築が可能となった。バルーンによる閉塞が必要ないのであれば、血管内超音波と同様の方法で画像収集が可能である。そこで、血管内超音波カテーテルでガイドワイヤーとして使用している部分に光干渉波断層像のワイヤーを挿入して同時に画像を収集する。

(3) 心周期の収縮期と拡張期のプラークの内側の形態の差をとらえて画像化する機能を血管内超音波画像に追加し、プラークの力学的脆弱性も同時に表示する装置を開発する。

#### 4. 研究成果

(1) 血管内超音波画像と光干渉波断層像を同部位で施行した画像をオフラインで合成し、重ね合わせ画像の構築に成功した。また、冠動脈プラークの脂質コアの広がりを血管内超音波画像で、線維性被膜の厚みの解析を光干渉波断層像で行った。その結果、血管内超音波画像で評価できない因子を光干渉波断層像では評価でき、光干渉波断層像で評価できない因子を血管内超音波画像で評価できることを確認した。

(2) 血管内超音波画像と光干渉波断層像をオンラインで同時に行う技術の開発は、市販されている光干渉波断層像自体がワイヤー型からカテーテル型に変更されたので、血管内超音波カテーテルの内腔に光干渉波ワイヤーを挿入することは不可能になった。

(3) 心周期の収縮期と拡張期のプラークの変形の度合いを画像化する技術の開発に関しては、オフラインで解析・表示が可能となった。現在、解析の精度の検証と、どのような冠動脈プラークに力学的ストレスが大きいのか、引き続き開発を進めている。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1件)

Sato H, Kawasaki M, Morita N, Fujiwara H, Minatoguchi S. Distribution of tissue characteristics of coronary plaques evaluated by integrated backscatter intravascular ultrasound: Differences between the inner and outer vessel curvature. J Cardiol. (査読有) 2015 Mar 3. pii: S0914-5087(15)00037-4. doi: 10.1016/j.jjcc.2015.01.010.

〔学会発表〕(計 10件)

川崎雅規、IB-IVUSの臨床的有用性とIVUSがめざす今後の展望、第28回日本心臓血管内視鏡学会、2014年10月4日「名古屋国際会議場(愛知県・名古屋市)」

川崎雅規、Integrated Backscatter 血管内超音波による組織性状診断と力学的ストレス解析によるプラーク破綻の解明、第 62 回日本心臓病学会、2014 年 9 月 28 日「仙台国際センター(宮城県・仙台市)」

川崎雅規、冠疾患病態解明における Integrated Backscatter IVUS の役割 -OCT との比較-、第 23 回日本心血管インターベンション治療学会、2014 年 7 月 29 日「名古屋国際会議場(愛知県・名古屋市)」

Masanori Kawasaki, Tissue Characterization of Coronary Plaques and Assessment of Thickness of Fibrous Cap Using IB-IVUS Comparison with Histology and OCT、The 7th Coronary Intravascular Ultrasound、2013 年 6 月 1 日「ソウル(韓国)」

川崎雅規、Assessment of Formation of Atherosclerotic Plaques Using Integrated Backscatter Ultrasound、第 76 回日本循環器学会総会、2013 年 3 月 16 日「パシフィコ横浜(神奈川県・横浜市)」

川崎雅規、IVUS の将来とリアルタイム IB-IVUS の可能性、第 23 回日本心血管画像動態学会、2013 年 1 月 27 日「東京ステーションコンファレンス(東京都・丸の内)」

川崎雅規、超音波と光で冠動脈プラークの病態を解明する、第 18 回日本血管内治療学会 2012 年 7 月 21 日「東京国際会議場(東京都・有楽町)」

川崎雅規、Assessment of Atherosclerotic Lesions Using Integrated Backscatter Ultrasound and Comparison with optical coherence tomography and Magnetic Resonance Imaging、第 21 回日本心血管インターベンション治療学会、2012 年 7 月 12 日「新潟コンベンションセンター朱鷺メッセ(新潟県・新潟市)」

Masanori Kawasaki, Tissue Characterization of Carotid Plaques before Carotid Artery Stenting Using Integrated Backscatter Intravascular Ultrasound、The 6th Coronary Intravascular Ultrasound、2012 年 6 月 2 日「ソウル(韓国)」

川崎雅規、超音波 integrated backscatter で評価した冠動脈プラークの機能評価と組織性状との関連、第 85 回日本超音波医学会、2012 年 5 月 28 日「グランドプリンスホテル新高輪(東京都・高輪)」

〔図書〕(計 5 件)

川崎雅規、メジカルビュー社、IB-IVUS で

冠動脈組織性状をどこまで評価できるか？ Heart View 増刊号、2013 年、255-261

Masanori Kawasaki、INTECH、Chapter 2: Tissue Characterization of Carotid Plaques, Carotid Stenosis、2013、19-29

Masanori Kawasaki、INTECH、Chapter 7: Optical Coherence Tomography for Coronary Artery Plaques-A Comparison with Intravascular Ultrasound-, Optical Coherence Tomography、2013 年、127-135

Masanori Kawasaki、INTECH、Chapter 3: Integrated Backscatter Intravascular Ultrasound, Intravascular Ultrasound、2012 年、41-52

川崎雅規、中外医学社、IB-IVUS によるプラーク評価、Annual Review 循環器 2012、2012 年、97-102

〔産業財産権〕  
出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等  
IB - IVUS 研究ネットワーク  
<http://ib-ivus.org/>

6. 研究組織  
(1) 研究代表者  
川崎 雅規 (KAWASAKI, Masanori)  
岐阜大学・医学部附属病院・准教授  
研究者番号：50214630

(2) 研究分担者  
( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

研究者番号： ( )

(4)研究協力者

田中 新一郎 (TANAKA, Shinichiro)

矢上 弘之 (YAGAMI Hiroyuki)