

べき乗型スペクトルを持つランダム媒質を伝播するスカラー波束 —Born 近似と Phase screen 近似を用いた波束強度の時空分布の導出—

東北大学・理 佐藤春夫・江本賢太郎

高周波数の微小地震記象から、S 波は伝播距離の増加と共にその見かけ継続時間が大きくなり、その後ろには長い継続時間をもつコーダ波を伴うことがわかる。ここでは、ランダムな速度ゆらぎの数理的モデルとしてフォンカルマン型ランダム媒質を考え、統計パラメータを用いてスカラー波束の強度を直接導くことを目的とする。波動強度計算の従来の方は、Born 近似を用いて散乱係数を計算しこれを輻射伝達方程式に用いるというものであった。しかし、中心波数がコーナ波数より高いべき乗型スペクトル領域にあつて位相ずれが大きい場合には、散乱係数の計算に通常の Born 近似が適用できない。我々が以前提案した解法は、中心波数を参照してランダム媒質のパワースペクトル密度を 2 分割するというものである (Sato 2016)。高波数成分に起因する広角度散乱によって励起される波動強度を輻射伝達方程式で計算し、低波数成分に起因する狭角度散乱の累積効果を放物近似に基づく Markov 近似を用いて積分解を求め、これらを時間領域で畳み込んだ (Sato & Emoto 2017)。この方法によって計算した波動強度は、差分計算によって求めたランダム媒質における平均波動強度を初動着信からピーク値を超えてコーダに至るまで定量的に説明できた。

ここに新たに提案する方法 (Sato & Emoto 2018) は、放物近似に基づく Phase screen 近似を適用し、距離増分毎の低波数成分に起因する狭角度の波線方向変化がガウス分布に従うことを用いる。即ち、高・低波数両成分の散乱効果がどちらも距離差分の形で与えられるため、モンテカルロ法のプログラムコードを容易に書くことができる。この新しい方法によって計算した波動強度は、差分計算によって求めた平均波動強度を初動着信からピーク値を超えてコーダに至るまで良く説明できる。新しく提案する方法の利点として、散乱の効果がすべて差分表現となっているために深さ変化等の構造を容易に取り入れることが可能となる。また、全エネルギーが保存されるので、内部減衰の効果を取りこむことが容易となる。

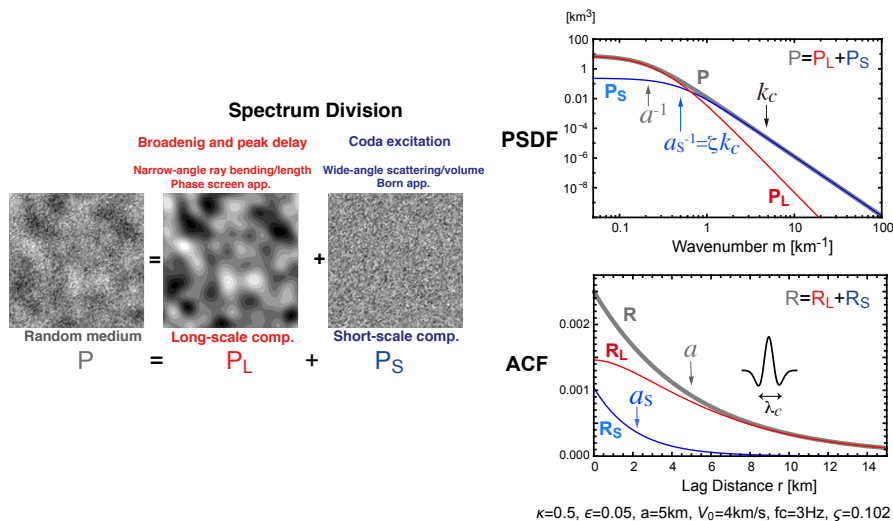


図 1. ランダム媒質のパワースペクトルの分割.

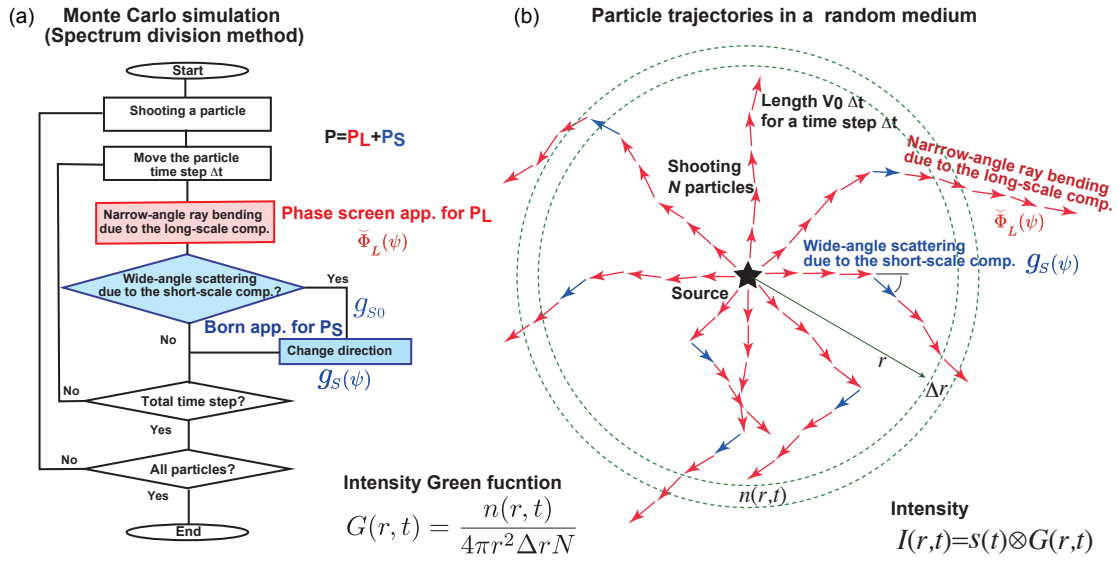


図 2. 輻射伝達理論に基づくモンテカルロ法のフローチャート.

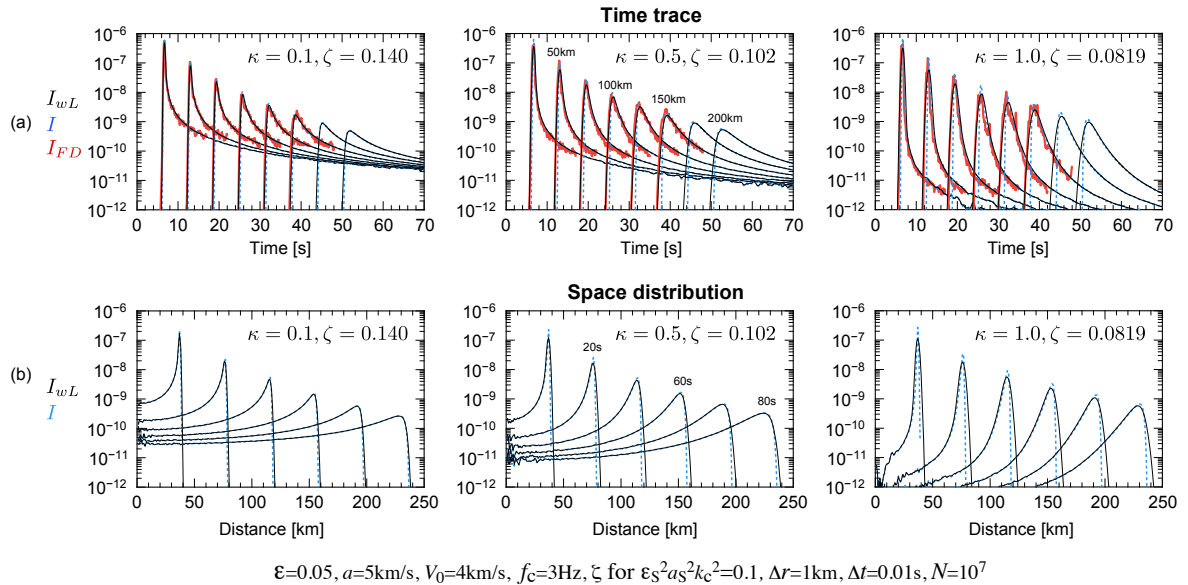


図 2. ランダム媒質を伝播する 3Hz Ricker 波の強度の時空分布 (最適解) .