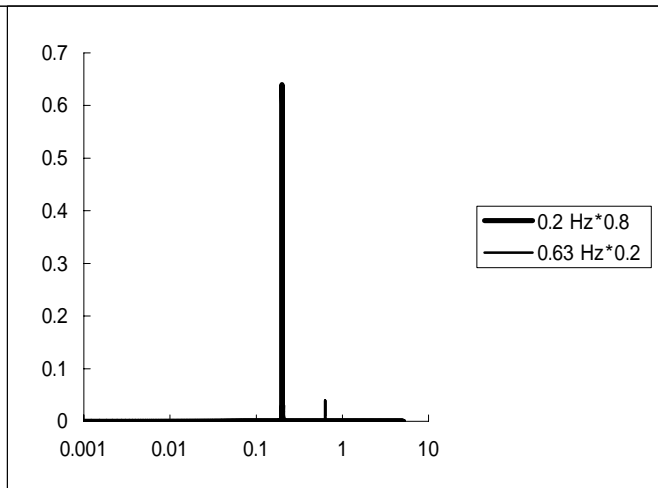
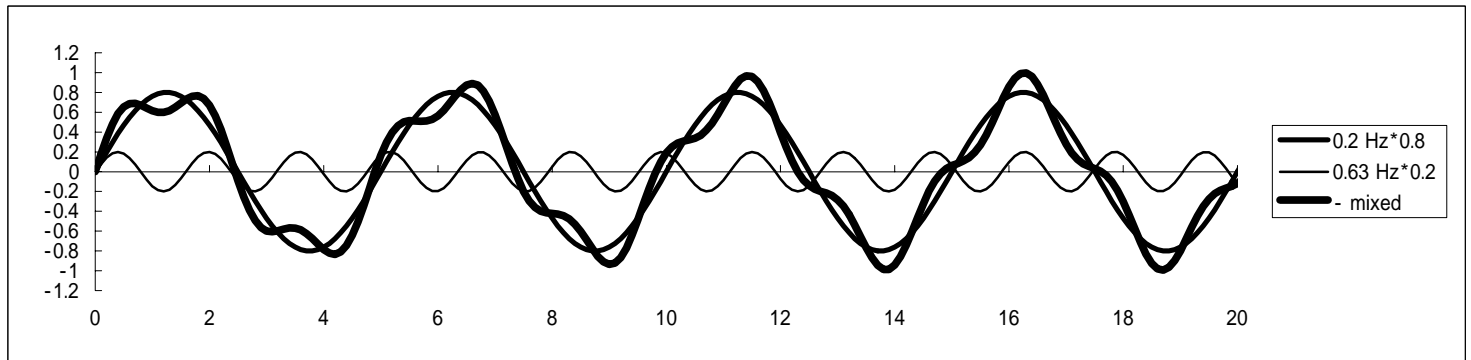


3つの正弦波のパワースペクトル

パワースペクトルとは？

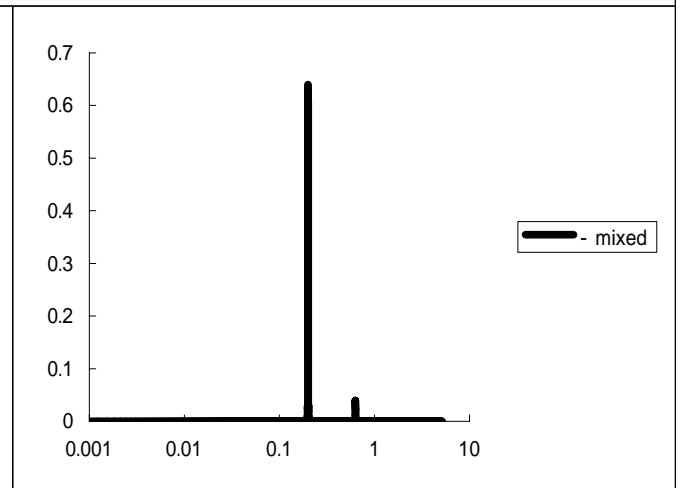
波のエネルギー = 波の振幅の2乗
(光スペクトルの概念を導入)

周波数あたりのエネルギー = エネルギー密度
『エネルギー密度分布』



2つの正弦波(振幅0.8と0.2)のパワースペクトル

・振幅の2乗に比例したエネルギー密度

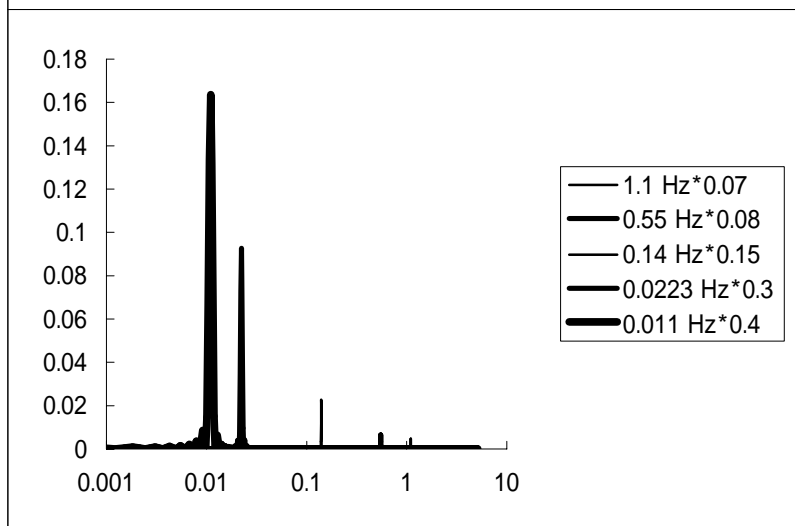
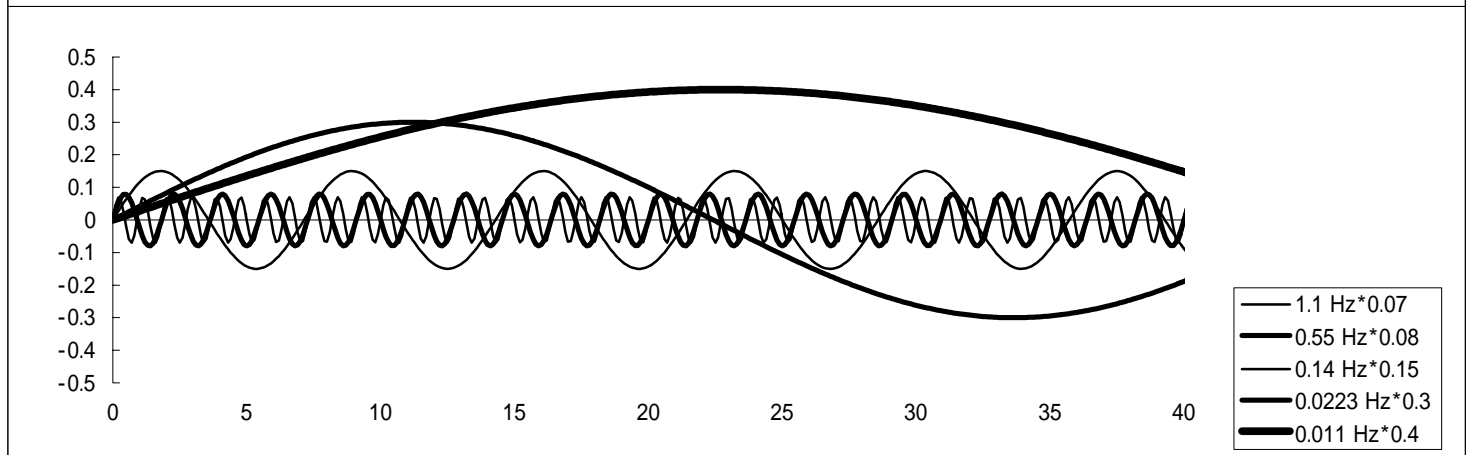
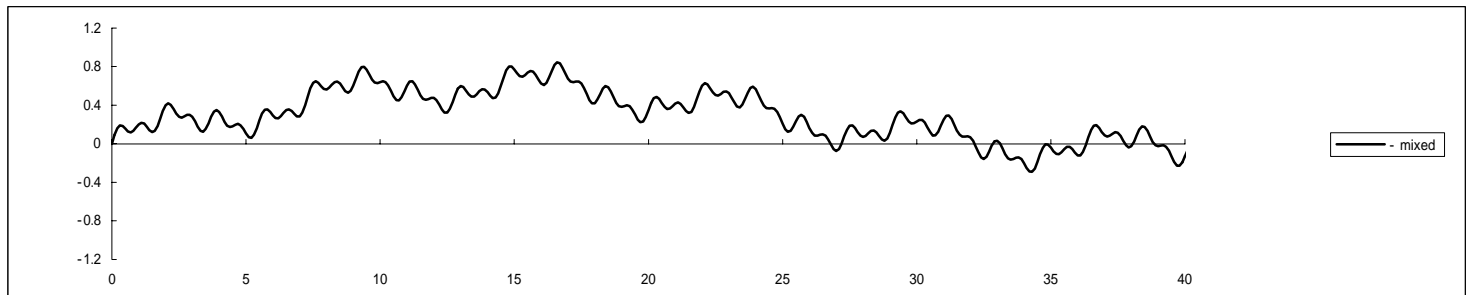
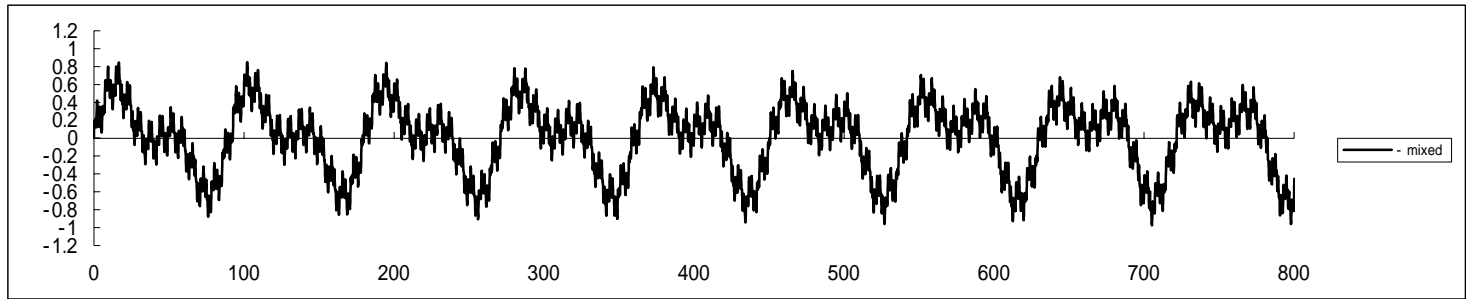


合成波のパワースペクトル

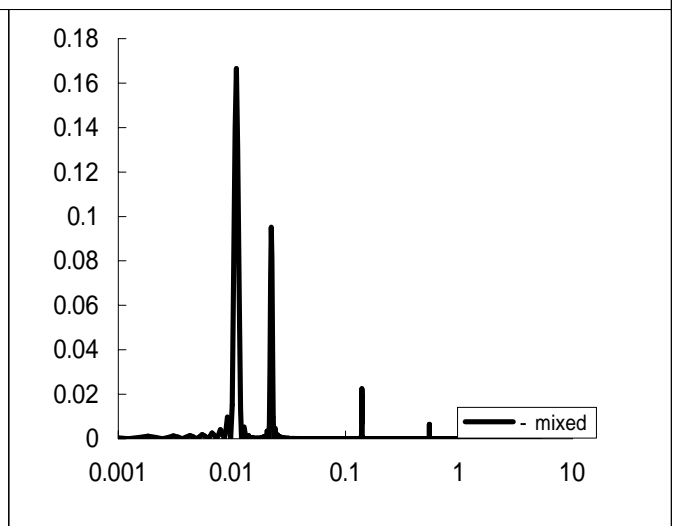
・合成前の2つのパワースペクトルの合成と同一

スペクトル解析により、複雑な波を単純な
正弦波の和として表現できる

Fourier 『任意の周期関数を三角関数の和(級数)として表現する』



5つの正弦波のパワースペクトル



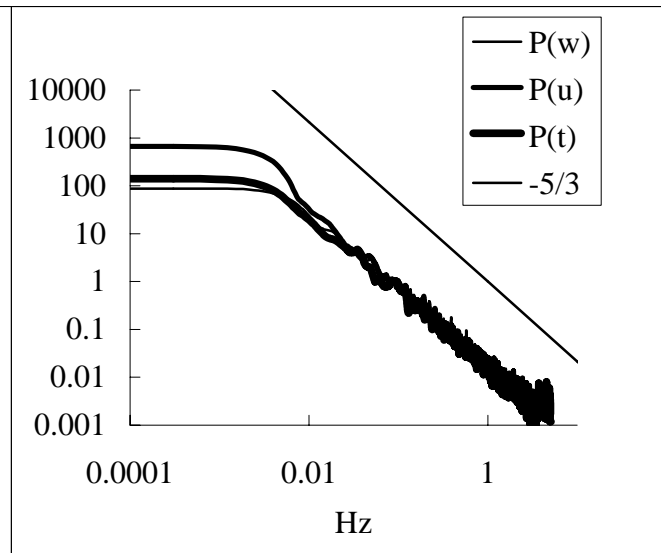
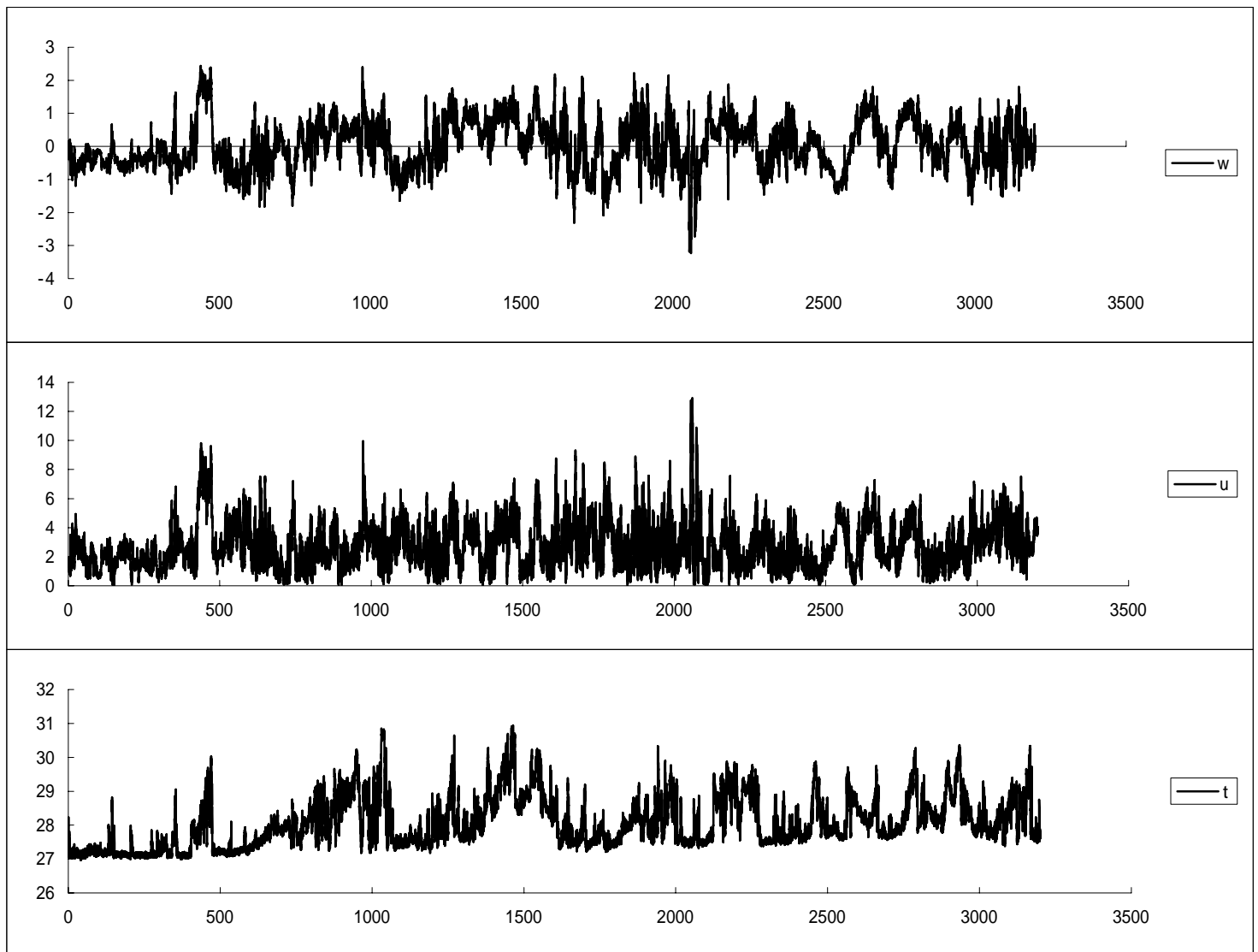
合成波のパワースペクトル

複雑な変動を三角関数波の合成波として扱う。

周波数帯ごとの波の振幅を知る。

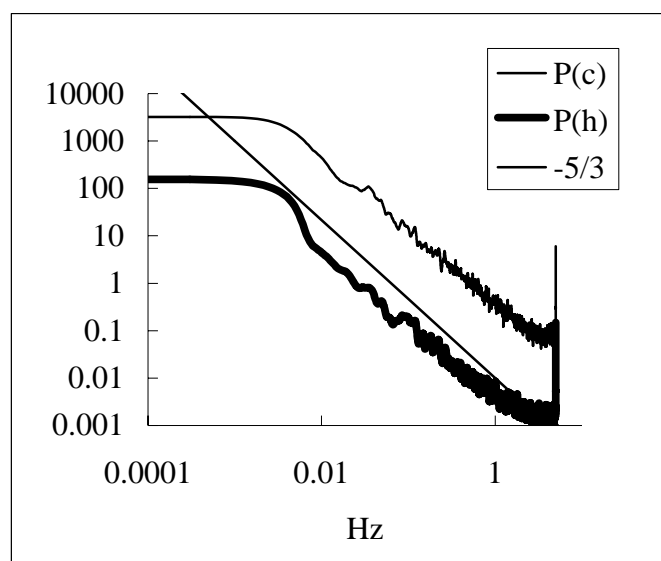
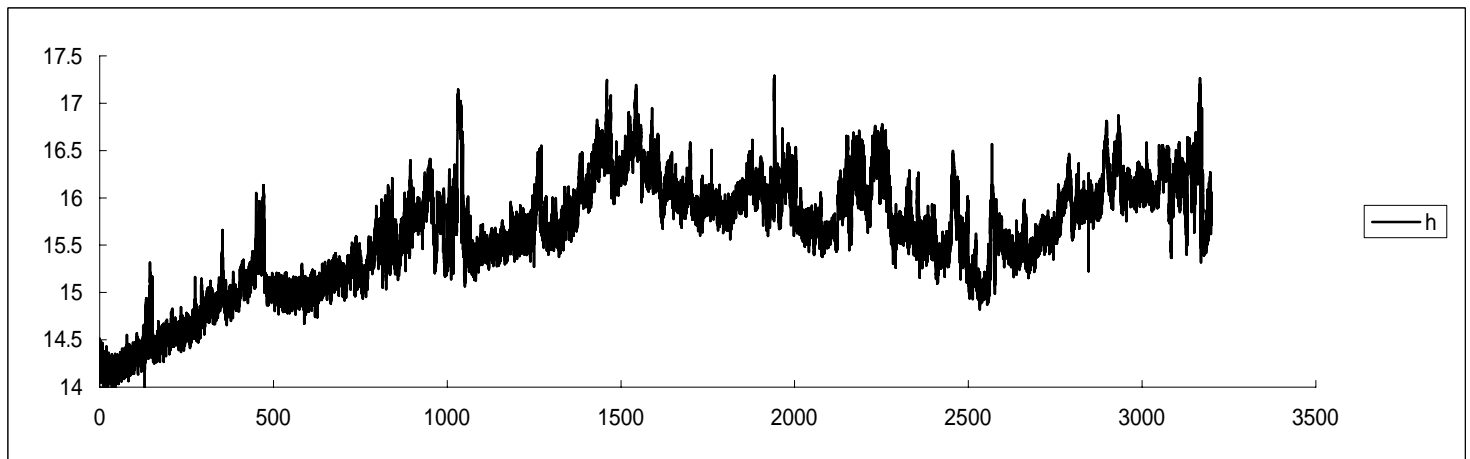
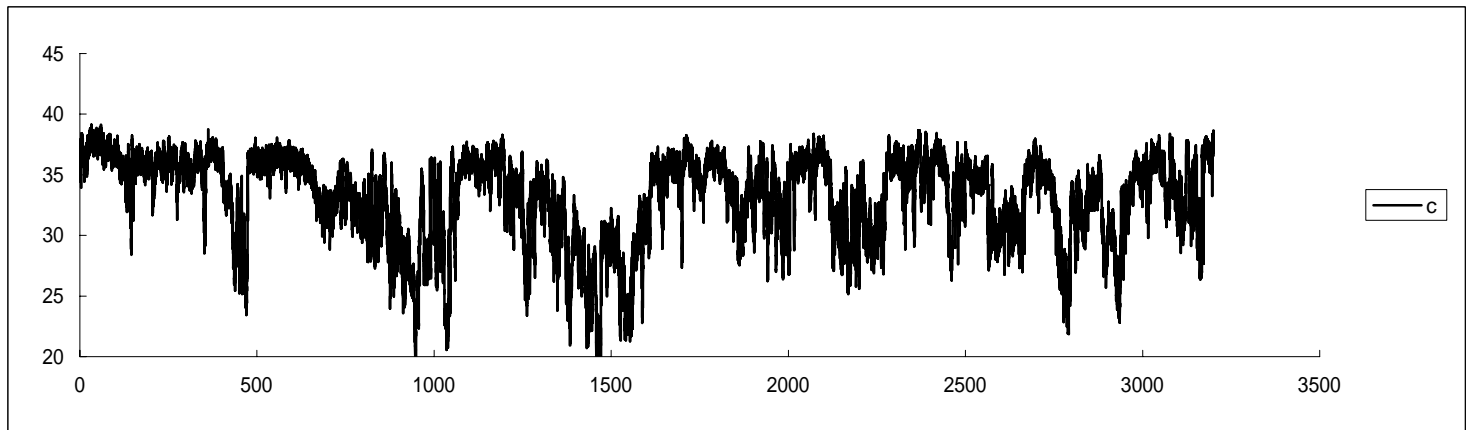
周期的な変動について、その変動周期の規則性と周期ごとの変動規模を知る。

Taylor 『乱流拡散理論』『乱流統計理論』



2000年6月2日12:00 ~ 12:54、シベリアカラマツ林樹冠上
鉛直風速、水平風速、気温の変動のパワースペクトル

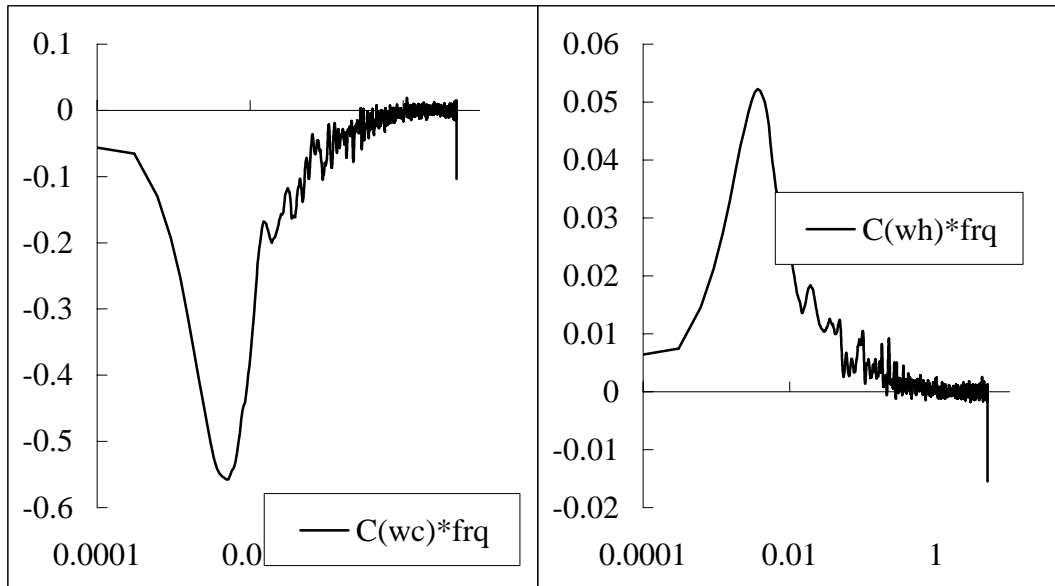
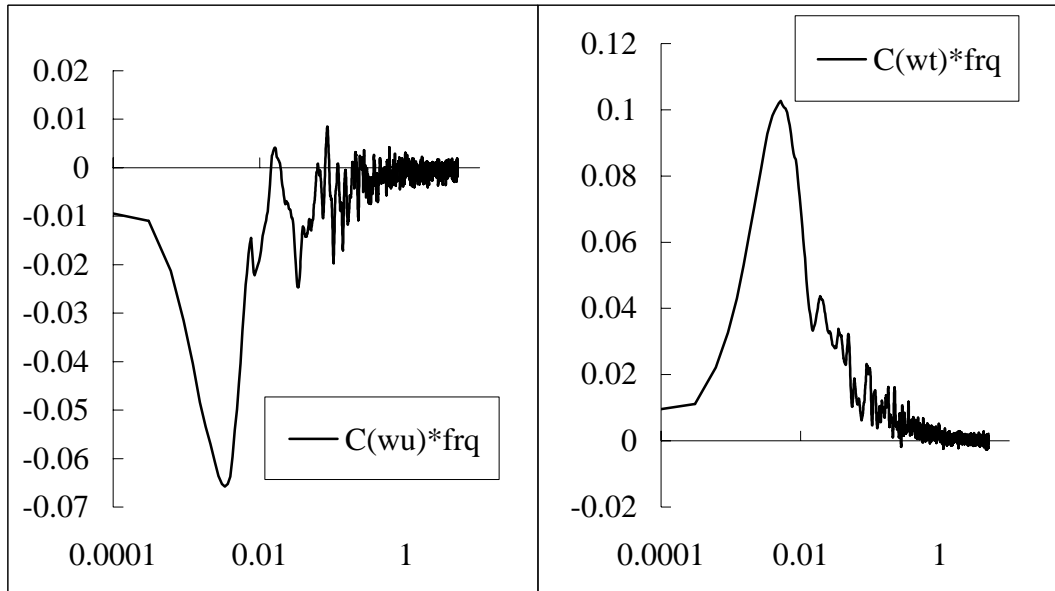
鉛直風速、水平風速、気温の変動のパワースペクトルは、ほとんど同じ形になる。
連続した周波数で変化する周期関数(三角関数)の和として表現される。
その変動幅(振幅)は、高周波数帯で小さく、低周波帯で大きい。
ある周波数以上において、両対数グラフでの傾きは、 $-5/3$ に近い。



2000年6月2日12:00 ~ 12:54、シベリアカラマツ林樹冠上
CO2濃度と水蒸気圧の変動のパワースペクトル

CO2濃度と水蒸気圧の変動のパワースペクトルも、気温などのものとほとんど同じ形になる。連続した周波数で変化する周期関数(三角関数)の和として表現される。その変動幅(振幅)は、高周波数帯で小さく、低周波数帯で大きい。ある周波数以上において、両対数グラフでの傾きは、 $-5/3$ に近い。

高周波に現れるエネルギー密度の上昇(高周期変動の変動幅が大きい)は、測器の測定誤差、あるいは、電気的なノイズと考えられる。高周波ノイズは、変動を移動平均することで、簡単に除去できる。



2000年6月2日12:00 ~ 12:54、シベリアカラマツ林樹冠上
鉛直風速の変動と、水平風速、気温、CO₂濃度、水蒸気圧の変動のコスペクトル

グラフでは、X軸と曲線で囲まれた面積がフラックス(運動量、顕熱、CO₂、H₂O)となる。
各要素の変動の周波数帯ごとのフラックスへの寄与度を知ることができる。

上図では、およそ0.001 ~ 0.01Hz(すなわち100 ~ 1000秒程度の周期)の変動によって、
フラックスの大部分が形成されている。
上図の場合は、1Hz程度の周波数で、数10分程度以上、変動を測定する必要がある。

鉛直風速の変動と、気温、CO₂濃度、水蒸気圧の変動のコスペクトルは、ほぼ相似であるが、
鉛直風速の変動と、水平風速の変動のコスペクトルは、相似ではない。