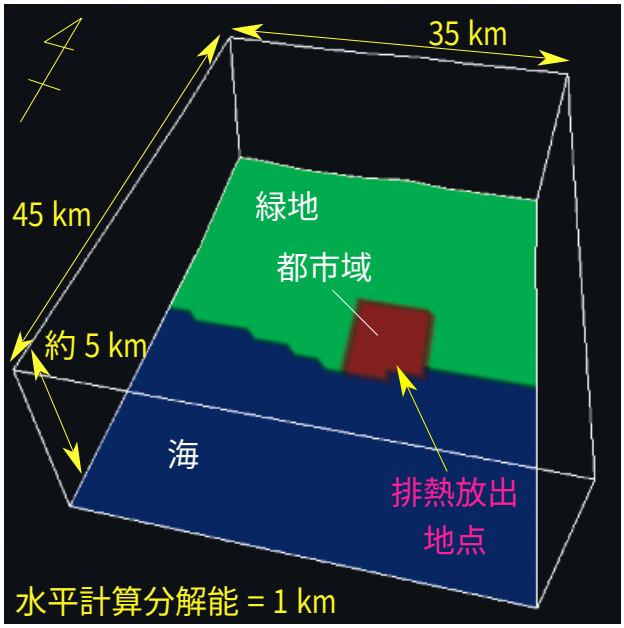
海陸風場における熱輸送現象の可視化

田村　英寿
(財)電力中央研究所　流体科学部

利用環境：SGI/ONYX2, AVS/Express Viz

目的：気象現象の予測やメカニズム解明を目的とした数値シミュレーションは盛んに行われているが、計算結果の平面図的な出力から、３次元的でかつ時間的に変化する複雑な現象をイメージすることは容易ではない。３次元的な可視化は、こうした現象の理解を助け、効率的な研究推進に大きく役立つものと期待される。ここでは、当所で開発した数値モデルを用いた３次元数値シミュレーションにより、エネルギー消費活動等に伴い大気中に放出された人工排熱が海陸風の影響下で広域的に輸送される現象を３次元的な可視化によって把握することを目的とする。

方法：計算に用いた数値モデルは、地表の性状や地形を考慮して、地表から大気への熱・水蒸気輸送量や大気中の流速・気温・水蒸気量を計算できるものである。この数値モデルを海・緑地・都市からなる仮想的な地形に適用し、沿岸部の大気中に熱を放出したときの温度上昇域の空間的な分布や時間的な変化を等値面表示によって可視化する。計算条件の概略を図-1に示す。



計算領域

・東西、南北方向の運動方程式
・鉛直方向の運動方程式
・温位（熱）の輸送方程式
・比湿（水蒸気）の輸送方程式
・地表面の熱収支式
　（日射や人工排熱を考慮）
・地中・海中の熱伝導式
　（鉛直方向の熱伝導のみ考慮）

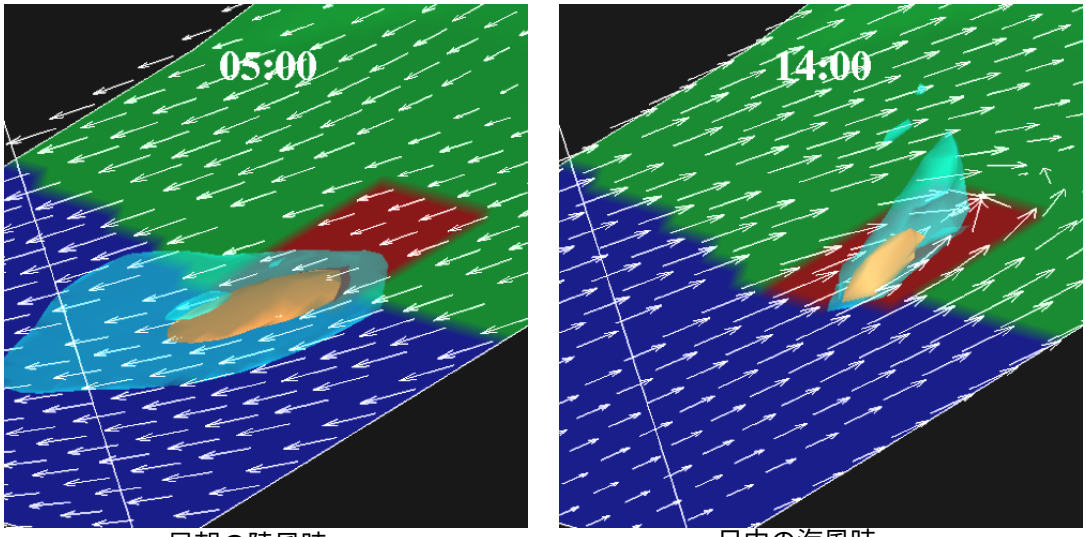
※大気中の計算には静力学近似
　およびブシネスク近似を仮定
※大気中は地形に沿った鉛直座
　標系を設定

３次元数値シミュレーション
の方程式

図-1　計算条件の概略

結果：ここでは、都市域の沿岸部における1km四方の領域（図-1の排熱放出地点）から200W/m^{2}の熱が大気中に定常的に放出された場合を想定し、海陸風の存在下での温度上昇域の現れ方を可視化した。陸風時の早朝、および海風時の日中における計算結果を図-2に示す。高温域が風下側に現れる様子や、日中の地上付近の収束風が高温域を上空に押し上げる様子が確認できる。また、地上付近の風が時計周りに回転しながら陸風から海風に変わる時間帯における計算結果を図-3に示す。海上の高温域が西側に流される様子や、高温域が排熱放出地点の南側と西側の両方に現れる様子が確認できる。

結論：３次元的な可視化手法が複雑な気象現象の構造解明に有効であることが示された。



早朝の陸風時　　日中の海風時

図-2　等値面表示による温度上昇域の可視化結果（図中、赤・緑・青は都市域・緑地・海域、空色・橙色は温度上昇域の等値面、白は地上付近の風速ベクトル）

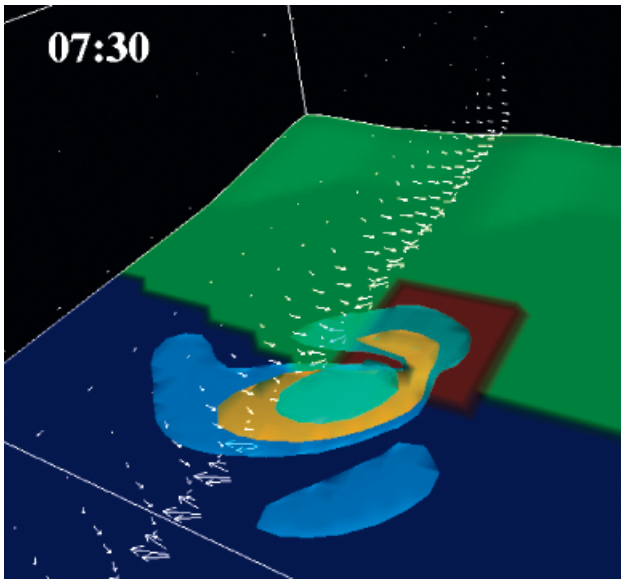


図-3　風向が陸風から海風に変化する時間帯における温度上昇域の可視化結果（白は鉛直断面の風速ベクトル、それ以外は図-2と同じ）