

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	ドップラーライダーを用いた都市大気境界層の乱流構造に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	八木綾子
Author(English)	Ayako Yagi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10162号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:神田 学,高木 泰士,秋田 大輔,木内 豪,中村 恭志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10162号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	国際開発工学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学) Academic Degree Requested Doctor of
学生氏名： Student's Name	八木綾子		指導教員 (主)： Academic Advisor(main) 神田学
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters )

本論文は「ドップラーライダーを用いた都市大気境界層の乱流構造に関する研究」と題して日本語で書かれ、7章から構成される。

第1章「はじめに」では、大気境界層における乱流・リモートセンサーによる大気乱流の観測などに関連する既存の研究をレビューした。大気乱流の予測・制御を見据えた大気境界層のさらなる理解には、長期的に実大気の流れ場をモニタリングし、その特性を網羅的に評価することが必要であることを指摘している。また、本論文の構成と独創性・新規性について述べている。

第2章「観測概要」では、本観測で用いた観測機器の諸元・設置場所について述べている。ドップラーライダー (以下、走査型ライダー) については、その観測値のバイアスの検証・観測可能領域の月変化について示している。

第3章「大気パラメーターの算出」では、第4章以降で用いる諸パラメーターの算出方法とその精度について述べている。具体的には、走査型ライダーの2方向の鉛直スキャンから水平風速の鉛直分布を推定する方法を示し、可搬型ライダーとの比較により、推定された水平風速の精度を定量的に評価している。また、鉛直スキャンによって観測された信号対雑音比と水平風速の鉛直分布から大気境界層高度を算出する手法を示し、その日変化の妥当性を超音波風速計の観測値から算出した乱流統計量の変化と併せて確認した。

第4章「水平風速の鉛直分布」では、3か月間の境界層内の水平風速の鉛直分布の特徴を議論した。本論文の主題は第5章および第6章の乱流構造の特性解明であるが、水平風速分布は乱流構造の駆動力となる風速シアを決める重要なパラメーターである。解析によって、夜間において低層ジェットが高い頻度で再現的に出現することが明らかになった。また、低層ジェットは海陸風循環もしくは寒冷前線の通過に伴って発生することが示唆された。

第5章「乱流構造の出現特性」では、3か月間に渡って連続的に観測された水平風速の空間分布を目視で6つに分類し、その発生頻度および出現特性を定量的に評価した。既往研究で指摘される組織的乱流構造が全体の70%ほどを占めることに加え、組織的乱流構造を伴わない流れ場も全体の20%以上に寄与していることが明らかとなった。また、流れ場の出現頻度には明瞭な日変化が見られ、非定常かつ境界層外の擾乱の影響を受ける実大気の流れ場にも再現性があることが示された。さらに、流れ場の出現環境場は安定度および水平風速で整理可能であることも明らかとなった。尚、目視による流れ場の分類を客観的に行う指標の提案も行い、その指標による分類結果と目視による分類結果に大きな違いがないことは確認している。

第6章「筋状乱流構造の間隔 ( $\lambda$ ) の特性」では、第5章で解析した流れ場の中で最も出現頻度が高い筋状乱流構造に着目し、その間隔の特性を定量的に議論した。 $\lambda$ と大気パラメーターの関係を調査した結果、水平風速および安定度は $\lambda$ に直接的に作用する変数ではなく、局所的な風速勾配が $\lambda$ を決定づける本質的なパラメーターであることを示した。また、 $\lambda$ と風速勾配を境界層高度と摩擦速度で無次元化し、風洞スケールから大気境界層スケールまで統一的に整理可能な無次元パラメーターを提案した。

第7章「まとめ」では、本論文の成果をとりまとめ、今後の展望について述べている。

以上要するに、本論文では、走査型ライダーの実測値を用い、都市大気境界層の乱流構造の基本的な特性 (出現頻度・発生環境場) を示し、その体系的な理解に貢献した。また、筋状乱流構造に関しては、その形状が本質的には局所的な風速勾配で決まっていることを示し、その関係が風洞スケールの筋状乱流構造においても成立する普遍的な関係であることを示した。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 国際開発工学 専攻  
Department of  
学生氏名： 八木綾子  
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)  
Academic Degree Requested Doctor of  
指導教員 (主)： 神田学  
Academic Advisor(main)  
指導教員 (副)：  
Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words )

The characteristics of streaky structures in the surface layer were examined. The study focused on the following two points; (1) the frequency of occurrence and conditions required for the presence of streaky structures, and (2) the universal scaling of the spacing of streaky structures. We analysed observation data obtained by a three-dimensional scanning Doppler lidar (DL) together with reference to the previous large-eddy simulation and wind-tunnel studies. The DL measured the spatial distribution of radial velocity within 4.3 km in radius for three months in an urbanized area of Tokyo. The horizontal snapshots of the radial velocity were classified into six groups; Streak, Mixed, Fishnet, No streak, Front and Others. Streak accounted for more than 50 % of all possible flows and occurred when the horizontal wind speed was strong and conditions were near neutral. The spacing of streaky structures was quantitatively estimated from the spatial pattern of radial velocity. The spacing of streaky structures became smaller with an increase in the velocity gradient. The relationship between the spacing of streaky structures and the local velocity gradient was further investigated in non-dimensional forms. The spacing of streaky structures normalized by the boundary layer height correlated with the normalized velocity gradient which can be formed as the product of the height normalized by the boundary layer height and the wind shear normalized by the friction velocity and height. The normalized wind shear which is the same form as the universal function of Monin-Obhukov similarity is affected by the stability and the horizontal wind velocity. It is suggested that the stability and the horizontal velocity implicitly affect the spacing of streaky structures normalized by the boundary layer height through the non-dimensional wind shear. We confirmed that this scaling is valid for the cases of various atmospheric stabilities (stable, neutral, unstable), roughness (flat smooth, rough, buildings), and flows in outdoor and indoor environments.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).