

(様式第3号)

## 論文要旨

論文題目 風力発電システムの開発研究および翼理論の進展

風力エネルギーの有効利用を図り、小形風力発電システムの開発研究を行う。本論文では、まず開発中の可変ピッチ小形風力発電システムの概要および成果について述べ、次に翼理論で得られた知見について報告する。

可変ピッチ 3kW 風力発電システムの開発研究では、まず翼素運動量理論を用いて風車性能数値解析を行い、風車ブレード性能を示した。さらに選定した発電機について発電試験を行い、発電特性を明らかにした。

試作した NACA 翼型風車ブレードを実機に取り付け、ブレードピッチ角制御および発電機出力制御を用いた実風況下実験を行い、風車性能を調べた。実験より、平均風速 7.3m/s にて 1 時間平均出力 768W および出力係数 0.257 が得られ、ほぼ設計どおりの性能を示した。また台風時においてはブレードピッチ角を大きくすることで、過回転を防ぎながら安全に運転することを確認した。

次に風車に関する運動方程式を用いて風車の運転特性について解析的に調べた。さらに本風車をモデル化した運転シミュレーションプログラムを開発し、制御プログラムの開発および風車出力特性を詳細に調べた。

翼理論の研究では、翼後縁の圧力係数に注目し解析を行った。まずジューコフスキー翼について理論解析を行い、後縁角が 0 度（尖点）の場合では翼後縁の特異性が解析的に解消されることを示し、翼の厚み、反り、迎角と後縁圧力係数の関係を明らかにした。

次に、カルマン-トレフツ翼を用いて後縁角が有限値を有する場合について調べた。後縁角 0 度の場合では翼下面（正圧面）の圧力分布は後縁近傍の圧力係数が流れ方向に単調減少するのに対し、後縁角が大きい場合では圧力係数が減少から上昇に転じることを示した。また後縁角約 10 度以内であれば、翼後縁におけるインパルス状の急激な圧力上昇は物理的に意味の無いものと判断できる。これら翼理論で得られた知見を元に、翼後縁にできるだけ薄い板を取り付けた翼性能改善方法を提案（特開 2003-104294）し、さらに発展させて七円弧薄型翼（特開 2005-030317）を考案した。

氏名 天久 和正

(様式第5-3)

2009年2月 23日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名 永井 實  
副査 氏名 親川 兼勇  
副査 氏名 仲座 栄三



### 学位（博士）論文審査及び学力確認終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び学力確認を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	氏名 天久 和正		
現住所			
成績評価	学位論文	<input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	学力確認 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	風力発電システムの開発研究および翼理論の進展		
審査要旨（2000字以内）			
本論文は「風力エネルギーの有効利用を図り、小形風力発電システムの開発研究を行った。本論文では、まず開発中の可変ピッチ小形風力発電システムの概要および成果について述べ、次に翼理論で得られた知見について報告した。」ものである。			

(次頁へ続く)

#### 審査要旨 (続)

具体的には「可変ピッチ 3kW 風力発電システムの開発研究では、まず翼素運動量理論を用いて風車性能数値解析を行い、風車ブレード性能を示した。さらに選定した発電機について発電試験を行い、発電特性を明らかにし」、「試作した NACA 翼型風車ブレードを実機に取り付け、ブレードピッチ角制御および発電機出力制御を用いた実風況下実験を行い、風車性能を調べた。実験より、平均風速 7.3m/s にて 1 時間平均出力 768W および出力係数 0.257 が得られ、ほぼ設計どおりの性能を示した。また台風時においてはブレードピッチ角を大きくすることで、過回転を防ぎながら安全に運転することを確認」している。

翼理論の研究では、「翼後縁の圧力係数に注目し解析を行った。まずジューコフスキー翼について理論解析を行い、後縁角が 0 度(尖点)の場合では翼後縁の特異性が解析的に解消されることを示し、翼の厚み、反り、迎角と後縁圧力係数の関係を明らかにした。次に、カルマン-トレフツ翼を用いて後縁角が有限値を有する場合について調べた。後縁角 0 度の場合では翼下面(正圧面)の圧力分布は後縁近傍の圧力係数が流れ方向に単調減少するのに対し、後縁角が大きい場合では圧力係数が減少から上昇に転じることを示した。また後縁角約 10 度以内であれば、翼後縁におけるインパルス状の急激な圧力上昇は物理的に意味の無いものと判断できる。これら翼理論で得られた知見を元に、翼後縁にできるだけ薄い板を取り付けた翼性能改善方法を提案(特開 2003-104294)し、さらに発展させて七円弧薄型翼(特開 2005-030317)を考案した」ものである。

1 月 23 日開催の公聴会/最終審査会には約 10 名の参加があった。

照屋功准教授、仲座副査および親川副査より、①論文中の風モデルのスケールと周期、その意味するところ、②小型風車に可変ピッチを採用しているのは本学独自か? 本研究の今後有用性について、および、③開発シミュレーションプログラムの有効性について、等の質問があったが、天久氏は、いずれの質問に関しても適切に解答した。

公聴会後の審査委員会では、本研究を優秀と認め、全員一致合格と判定した。以上、報告する。