

## ⑳ 滑走路誤進入防止灯火システムに関する研究

交通システム研究領域 ※青木義郎、豊福芳典、塚田由紀

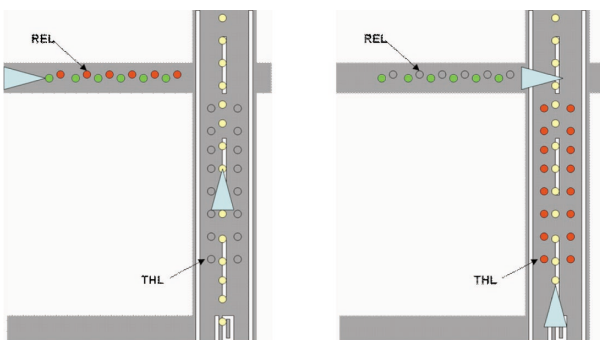
### 1. はじめに

近年、航空機の滑走路誤進入の重大インシデントが多発しており、その対策が求められている。我が国においても、管制官やパイロットに対する視覚的支援システムとして、国内主要空港への滑走路状態表示灯(RWSL)や当所にて開発してきた可変メッセージ表示板(VMS)の至急の実用導入が計画されている。

当所では、航空局からの委託により、これらの主に視認性に係る運用や設置資料取得のための調査を行った。RWSLについて適正な運用光度などを明らかにし、VMSについて適切な配置位置などを提示した。併せて、地上走行視覚誘導灯火システムの開発・改良を継続し、実空港において検証試験を行った。これらの成果を報告する。

### 2. 滑走路状態表示灯に関する評価

RWSLは米国連邦航空局の枠組みの中で開発・評価されているシステムで、滑走路入口灯(REL)および離陸待機灯(THL)の二種類の灯火から構成される。THLは、出発機の離陸待機位置の前方に滑走路中心線に沿うように設置され、他の地上走行機が滑走路を横断するなど、離陸滑走を開始する上で安全上問題がある場合に点灯する赤色縦列灯火である。滑走路が離陸滑走開始に安全であれば消灯される(図1参照)。



(a) THL 消灯 (離陸滑走) (b) THL 点灯 (滑走路横断)

図1 THL 運用概念図

#### 2. 1. 試験方法

離陸しようとする航空機が THL、滑走路中心線灯(RCLL)、及び設置帯灯を見た時のパターン及び見かけ上の光度を模擬することができる灯火パネル(1/7

縮小モデル:図2参照)を製作した。これにより THL 光度(RCLLは運用光度)、視程状態、背景輝度条件を変化させ、THLの見え方がどの様に変化するか被験者試験を行った。



図2 試験用灯火パネル点灯パターン(霧発生時)

### 2. 2. 試験結果

#### 2. 2. 1. 離陸待機灯の明るさ評価

直近の THL 単独光の明るさ評価結果例を図3に示す。評価値は被験者12名の回答結果の平均値である。

図中で「□」内に示されているのは、THLとRCLLとの光度タップ値\*が同じ場合の結果である。明るさ評価の平均値は背景輝度が高くなるほど明るさ感は低下する傾向になる。また、滑走路視距離(RVR)が低くなるほど明るさ感は低下する。

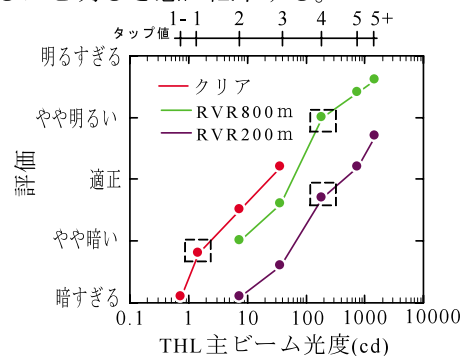


図3 THLの単独明るさ評価(背景輝度0.1cd/m<sup>2</sup>)

#### 2. 2. 2. 離陸待機灯の相対目立ちやすさ評価

RCLLとの比較におけるTHLの目立ちやすさの評価結果例を図4に示す。図中で「□」内に示されているのは、RCLLとTHLとの光度タップ値が同じ場合の結果である。光度タップ値が同じであれば、目立ちやすさは概ね同じくらいという評価になった。

\*背景輝度や滑走路視距離によって制御される空港灯火の光度段階

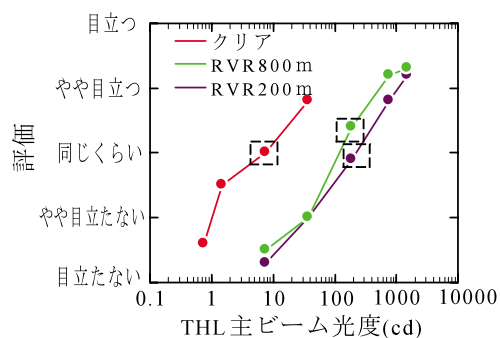


図4 THLの単独明るさ評価（背景輝度0.1cd/m<sup>2</sup>）

### 2. 2. 3. 最適光度

図3の結果などに基づき、RVR及び背景条件による光度タップ運用条件(TAP5:200cd、4:50cd、3:10cd、2:2cd、1:0.4cdを想定)を求めた結果を表1に示す。

THLは“やや暗い”をTHLの運用下限、“やや明るい”を運用上限と仮定すると、低視程時にはRCLLと同じ光度タップ値での運用で問題ないものと考えられる。なお、クリア時の夜間及び薄暮時では、TAP1及びTAP2の運用では明るさ感が低下するため、TAPを1段階上げた運用が望ましいものと推定される。

表1 THL光度TAPの運用条件

RVR(m)	運用下限光度タップ - 上限光度タップ値			
	夜	薄暮	暗い昼	眩しい昼
200	4-5+	5-5+	5-5+	
800	3-4	3-5+	4-5+	
クリア	2-4	3-4	4-5+	4-5+

### 3. 可変メッセージ表示板の配置に関する検討

VMSは、運航者に的確な誘導情報を視覚的に与えるために、航空機毎または空港の運用状況に応じて表示内容を変えることのできる装置(図5参照)として開発・評価を進めてきたものである。このVMSを羽田空港に導入する場合のVMSの最適な配置位置について検討した。



図5 VMS外観

#### 3. 1. 試験方法

地上走行中の航空機からの周辺視界の見え方をバーチャルリアリティ(VR)として再現するため、VMS配置検討用のVRシミュレータを製作し評価を行った。

#### 3. 2. 試験結果

VRシミュレータを用いて、大型航空機、中型航空機及び小型航空機におけるパイロット目線の死角及

び既存誘導案内灯により生ずる死角を三次元的に考慮して検討した結果、滑走路中心線から57mがVMSの最適設置位置であることが分かった。

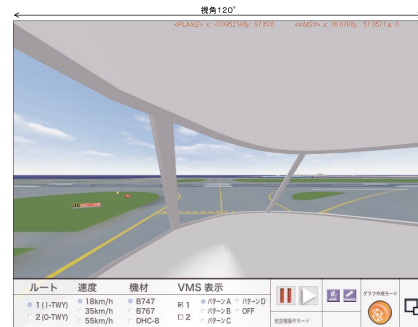


図6 VRシミュレータ画像例

### 4. 地上走行視覚誘導灯火システムに関する試験評価

A-SMGCシステムは、航空機等の安全で円滑な地上走行を確保すると共に管制官の負荷を軽減する次世代システムであり、「監視」、「経路設定」、「誘導」、「管制」の4つの機能で構成される(図7参照)。

当所においては、航空局の委託を受けてA-SMGCシステムの誘導機能の開発及び改良を進め、仙台空港の誘導路において空港面レーダーと接続させて誘導機能の動作検証等を行った。

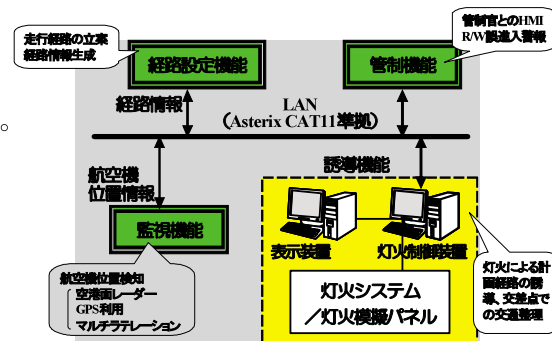


図7 A-SMGCシステム構成

#### 4. 1. 試験結果

試験を通して、通信機能の不具合が原因となる問題は発生せず、通信機能は所要の機能を発揮していることを確認した。また、滑走路離脱誘導路の灯火制御についても、所要の制御動作を行うことを確認した。

### 5. まとめ

滑走路誤進入防止のための各種灯火システムに関して評価を実施した。その結果、THLは低視程時にはRCLLと同じ光度タップ値での運用で問題ないことなどが明らかになった。また、VMSの最適な配置位置については走路中心線から57mが最適設置位置であることが明らかになった。さらに開発・改良したA-SMGC誘導機能についてASDEと接続評価試験を行い所要の動作を行うことを確認した。

今後も滑走路誤進入防止灯火システムについて評価を実施していく。