

可変メッセージ型誘導案内灯の パイロットによる実地視認評価

交通システム研究領域

豊福 芳典

塚田 由紀

青木 義郎

1. はじめに

先進型地上走行誘導管制システム (A-SMGCS) の導入は、各航空機ごとに対応する誘導情報を提供し、空港内における航空機の安全で円滑な走行を実現させ、運航効率の向上につながると期待されている。このシステムで使用される誘導案内灯も、それぞれの航空機ごとに必要な情報を表示させ、また、空港の運用状況に応じた情報を表示させることとなるので、表示内容を変えることができる必要がある。

可変メッセージ型誘導案内灯は、LEDなどの点光源をマトリックス状に配置し、その選択発光によって文字や記号を形成する方式のもの(以下、「点源文字」という)が予想される。

我々はこれまで、LED方式のこのような表示板について、点源文字方式であることの影響及び自発光方式であることの影響を考慮し、従来の輝度基準の適用可能性、昼光下における適切な表示輝度、昼光による観測色度の変化等について検討してきた^{1)~4)}。

本報告では、これまでの検討結果に基づき可変メッセージ型誘導案内灯のプロトタイプを試作し、実際の使用条件で主に光学特性の妥当性を最終的に検証することを目的として、羽田空港において運航中のパイロットによる視認評価試験を行った。その結果、概ね適切であることを確認した。

2. 表示板概要及び試験方法

2.1. 評価検証用表示板の仕様等

評価検証用の可変メッセージ型誘導案内灯として、行き先情報表示の部分だけを試作した。以下、「可変型行き先情報表示板」又は単に「本表示板」という。主要仕様を表1に、羽田空港での仮設置運用中の状況を図1に示す。

黄色及び黒色(非点灯)により構成される行き先情報を表示することを狙っている。

表1 可変型行き先情報表示板の主要仕様

項目	仕様
表示部	
発光素子	R × 2、G × 1 LED
駆動方式	1/4duty ダイナミック点灯 480 Hz
ドット間隔	縦、横 10 mm
最大輝度	5,000 cd/m ² 以上 (黄色表示時)
波長	R 620 nm、G 520 nm
有効表示面寸法	1,760 mm × 800 mm (3文字分)
各種機能	
表示操作	手動操作 / 自動運転
輝度制御	手動 / 自動 (フォトセンサ)
データログ	自動 (コンパクトフラッシュ)
筐体	
外形寸法	2,660 mm(W) × 1,095 mm(H) × 1,000 mm(D) (操作部含む)
重量	約 455 kg (操作部含む)
表示面保護	アクリル板 可視光透過率92% 反射防止膜付き



図1 可変型行き先情報表示板の仮設置状況

既存誘導案内灯T-7型との比較評価を行うことも考慮し、文字のフォント、高さ(450mm)、色並びに筐体の地上高さ、表面色等はT-7型とほぼ同等とした。

また、臨海部での使用であり、塩害によりLED装着ベース部の劣化、そのクラックからの塩分浸透、LEDレンズ面への塩分付着、電子部品の機能劣化等が懸念されたため、表示面にはアクリル製の保護カバー(反射防止膜貼付)を装着し、併せて筐体構造は冷却ファン等による換気を伴わない密閉構造とした。

さらに、この保護カバー装着及び筐体密閉構造に伴い、温度上昇が限界を超えると予想されたので冷却装置を装備した。

表示は、予めプログラムされたスケジュール(表示時間、表示文字、表示輝度)に従って動作する自動運転が可能である。フォトセンサを備え、自動運転中においても環境の明るさに対応した表示輝度の自動制御が可能である。

2.2. 試験方法

2.2.1. 設置場所 本表示板は、羽田空港のJ3誘導路の北側(図2の位置)に、表示面を西向きに設置した。なお、J3誘導路を挟んだ向かい側には現行の誘導案内灯(T-7型)が設置されている。

2.2.2. 試験期間 短期間で集中的に試験を行い、これを2回繰り返すこととした。

- ・第1ステージ：平成15年1月24日～30日
- ・第2ステージ：平成15年2月10日～23日

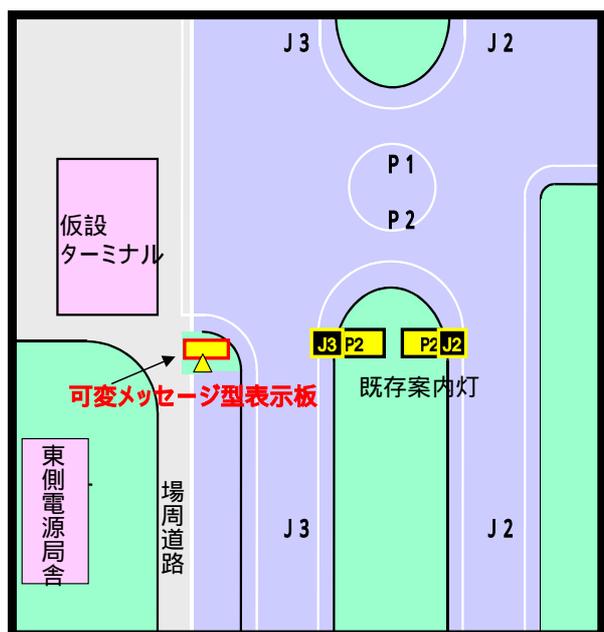


図2 設置場所詳細図

2.2.3. 手順等 各航空会社の定期便パイロットに事前にアンケート用紙を配布し、J3 走行時にのみ本表示板観測、回答を依頼した。

2.2.4. 表示内容 (1)輝度制御：昼/夜の2段階制御と昼/薄暮(明け方)/夜の3段階制御の2種類を日を分けて実施した。輝度切替は、各段階の境界にほぼ相当する天空照度に予め対応付けされたフォトセンサ出力によった。表示輝度及び輝度切替の天空照度を表2に示す。

表2 自動制御による表示輝度等

	夜	薄暮(明け方)	昼
2段階制御(cd/m ²)	150	3,000	
3段階制御(cd/m ²)	150	1,000	3,000
切替照度 (lx)		75	500

以下、150cd/m²を「低輝度」、1,000cd/m²を「中輝度」、3,000cd/m²を「高輝度」という。

(2)色度：文字背景部は、JIS等で規定されている表面色の黄の色度範囲内で、CIE1931xy色度座標x=0.465、y=0.473(暗室での測定時)である。文字部の黒は非点灯である。

(3)文字パターン：**E4**、**P2**の2種類を日を分けて交互に呈示した。

2.2.5. 評価項目 「明るさ」について、明るすぎる/ちょうど良い/暗すぎる、の3段階、「見やすさ」について、見やすい/ふつう/見にくい、の3段階、「有効性」について、操縦しやすい/どちらともいえない/むしろ有害、の3段階評価とした。

3. 結果概要及び考察

3.1. アンケート回収枚数

表3にアンケートの有効回収枚数を示す。第1ステージ、第2ステージ合わせて211件の有効回答を得た。試験期間中は全体に晴天が多く、終日雨が降ったのは1月27日のみであった。観測時刻、天候についてはアンケートに記入された内容に従った。

表3 アンケート回収数

表示輝度	低輝度	中輝度	高輝度	計
晴れ	17	2	93	112
曇	9	2	58	69
雨	7	0	23	30
計	33	4	174	211

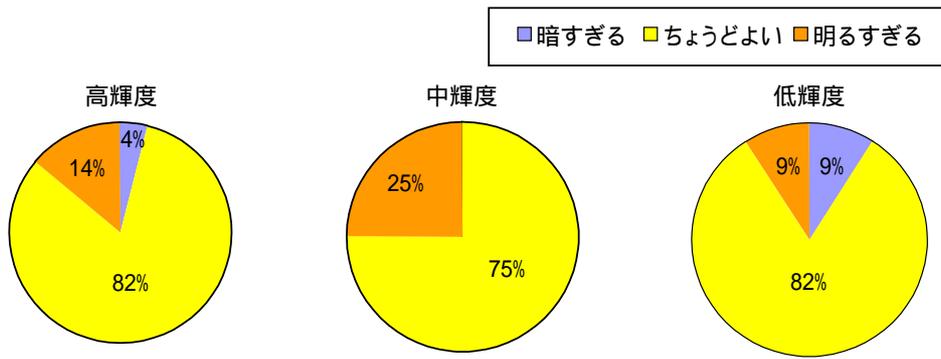


図3 表示輝度別「明るさ」に対する評価結果

3.2. 明るさに対する評価

表示輝度ごとに評価結果をまとめて図3に示す。表示板の明るさについて「ちょうどよい」と評価した割合が最も高く、本表示板の表示輝度がほぼ適切であったことが分かる。

さらに、時間帯別の詳細を見ると次のことがいえる。

(a) 晴天時の朝6時台の高輝度表示に対し「明るすぎる」という評価が多かった(16件中9件)。

環境の明るさが大きく変化する時間帯については、その変化に対応してきめ細かく輝度制御することが望ましい。今回の3段階制御の中輝度/高輝度の切替タイミングについて、更に検討が必要である。

(b) 晴天時の12:00~14:00の高輝度表示では、「暗すぎる」という評価割合が少なくなかった(11件中5件)。

晴天時には、T-7型案内灯の黄色部分の輝度の測定例では、6,000 cd/m²程度にまで高くなるので、既存誘導案内灯と比較観察した中で、本表示板が相対的に暗く知覚されたものであろう。しかし、次項で述べるように、見やすさに関しては圧倒的多数が「ふつう」又は「見やすい」との評価であり、総合的には実用上の問題は大きくないと考えられる。

また、雨天時又は曇天時の高輝度表示に対しては、逆に14%~17%の「明るすぎる」との評価がある。

したがって、表示面が南向きや西向きの場合など、設置条件によっては日中の表示輝度を4,000 cd/m²程度とすることも考えられるが、それ以上大幅に高くするのは適切でないであろう。

なお、念のため、第2ステージの最後の2日間は表示輝度を4,000 cd/m²(8:00~16:00のみ)に増加修正してデータ収集を試みた(図4)。回答数が少ないが、当該2日間は曇であったことを考慮すれば、日中の環境が比較的暗い中で表示輝度を4,000 cd/m²としても、グレアを与えることはないと判断される。



図4 表示輝度4,000cd/m²に対する「明るさ」の評価結果

3.3. 見やすさに対する評価

図5は、「見やすさ」に対する表示輝度ごとの評価

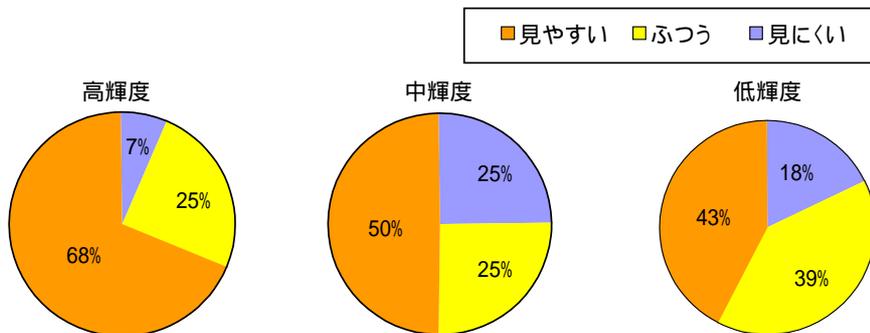


図5 表示輝度別「見やすさ」に対する評価結果

結果である。「見やすい」と「ふつう」という評価を合わせると、高輝度表示では93%となり、中輝度で75%、低輝度で82%と、高い評価を受けた。また、「見にくい」という評価が、特定の観測時間帯に集中する傾向も見られなかった。

個別の被験者パイロットごとにアンケートの各質問への回答振りを見ると、「明るさ」についての質問に「明るすぎる」と回答した人でも、「見やすさ」の質問に対しては「見やすい」又は「ふつう」と回答している場合が多かった。一方、「明るさ」の質問に「暗すぎる」と回答した人は、「見やすさ」に関する質問では「見にくい」と回答していた。これより、表示面が多少明るすぎても見やすいことに変わりがないが、表示面が暗い場合は見にくくなるといえる。

また、「見にくい」と評価した理由として、「文字の黒線が細すぎる」、「文字が小さい」などがあつた。

3.4. 有効性に対する評価

「複雑な交差点において、既存の誘導案内灯に替えて、それぞれの航空機ごとに最適な誘導方向だけを表示する可変メッセージ型誘導案内灯を設置することについて、どう思いますか？」との質問に対する結果を図6に示す。

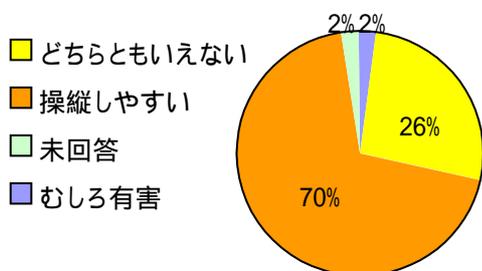


図6 可変メッセージ型誘導案内灯の有効性に関する評価結果

70%が「操縦しやすい」と回答し、「むしろ有害」という回答は2%（3件）と極端に少なかった。「むしろ有害」の理由として「表示版が小さい」とのコメント記述があつた（記入者1名）。

一方、回答の26%を占めた「どちらともいえない」は、その理由として、システムの信頼性や「複数の航空機が接近走行している場合に、どの機に対する指示か明確にできるのか」、などの考慮すべき点や不安材料が挙げられた。これらの点は、実用化導入に当たっ

ては当然クリアされなければならない。

その他、自由記述欄には、「是非この様なタイプの案内灯を設置してほしい。」、「Very Good Concept」などのコメントや、システム全体の信頼性が十分に確保できるなら非常に有効である、との意見が多く、A-SMGCSに対する大きな期待が示された。

4. まとめ

羽田空港における視認評価試験において、「明るさ」に対する評価では、「暗すぎる」や「明るすぎる」と評価した割合が無視できない場合もあったが、「見やすさ」という評価項目では、「ふつう」以上の高い評価を受け、視認性については本表示板の表示が適切であることが確認された。また、可変メッセージ型誘導案内灯の有効性とパイロットの期待の高さが示された。

前述の“無視できない場合”としては、環境の明るさが大きく変化する時間帯での適切な表示輝度制御のあり方を検討する必要がある。

この他、LED方式の表示板の実用化のためには、A-SMGCSの中での制御方法、電源供給方法、耐久性（特に、塩害の影響）、保守性等の検討が必要である。

参考文献

- 1) 豊福、塚田、他；「可変メッセージ型誘導案内灯の輝度基準に関する基礎的検討」、平成12年度（第30回）交通安全公害研究所研究発表会講演概要（2000）
- 2) 塚田、豊福、他；「可変メッセージ型誘導案内灯の可読性に対する輝度条件」、交通安全公害研究所報告、第30号（平成13年2月）
- 3) 塚田、豊福、他；「可変メッセージ型誘導案内灯の輝度基準に関する基礎的検討（第二報）」、平成13年度（第1回）交通安全環境研究所研究発表会講演概要（2001）
- 4) 豊福、塚田、他；「可変メッセージ型誘導案内灯の昼光下における視認性」平成14年度（第2回）交通安全環境研究所研究発表会講演概要（2002）