

14. CPDLC 対応航空路管制卓の試作開発と評価

通信・航法・監視領域 ※板野 賢、*塩見格一、#青山久枝、*金田直樹
 （*機上等技術領域、#ATM 領域）

1. まえがき

欧州では既に航空路管制にも CPDLC（管制官 - パイロット間データリンク通信）の導入が進められている。CPDLC の将来的な導入は、その時期が早くなるか遅くなるかの違いはあっても、将来的なトラジェクトリ管理等のコンセプトによるより高度な航空管制業務の実現のためには不可避であると考えられる。その様な認識に立ち、本研究は「航空管制官に、CPDLC の導入が、航空管制業務効率の改善や負荷の軽減に有効であることを体感して、肯定的に認識してもらう。」ことを目的として開始した。

そのために、CPDLC 業務模擬機能を有する航空路管制シミュレータの試作開発を進め、シミュレータにおいてはシステムの応答性や航空機の挙動に被験者として想定する管制官が違和感を持たない様に注意した。また、CPDLC 通信媒体としては VDL-2（VHF デジタルリンク・モード 2）を想定し、そのパフォーマンスを模擬した。

2. CPDLC 機能評価用シミュレータ

航空機の挙動が複雑な航空路管制空域において、単純な“周波数移管”以外の管制指示の CPDLC 化が業務に及ぼす影響を机上の検討のみによって予測するのは不可能である。CPDLC 導入の効果や影響を、その整備の合理的な推進に有効なものとして評価するためには、将来的に想定される CPDLC 導入後の業務環境を十分に高い信頼性で表現するシミュレータによる業務シミュレーションが必要不可欠である。

そこで、本研究においては航空路管制業務への導入を想定した CPDLC 対応 ATS（航空管制業務）ワークステーションを試作開発し、これをユーザ・インタフェースとして、航空路管制業務において想定される CPDLC 業務作業を模擬する ATS シミュレータとして整備した（図 1、2 参照）。

3. CPDLC 機能

試作した CPDLC 機能は、欧州の例（EUROCAE ED-110A）などを参考に管制移管と管制指示など

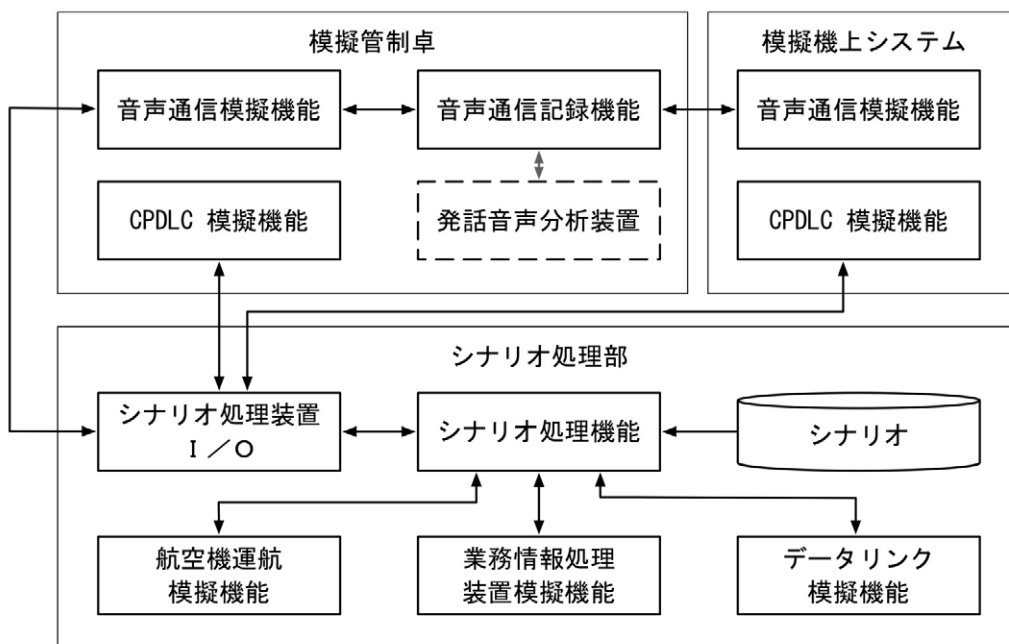


図 1 CPDLC 機能評価用航空管制シミュレータの構成



図 2 CPDLC 機能評価用航空路管制シミュレータの概観（手前が管制卓ディスプレイ）

最小限の機能にとどめた。図 3 に管制指示の一つである高度変更指示の CPDLC メッセージの入力手順を示す。

① 先ず、対象機をマウスで右クリックしてコマンド・リストを表示させる。

② 次に“ALT”を選択して高度リストを表示させる。

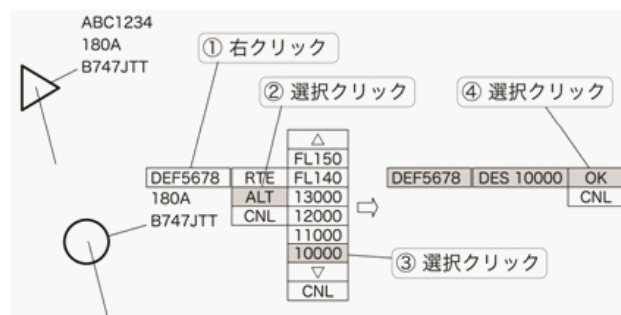
③ 指示高度を選択する。

すると、便名横に表示されるメニューが右の様に更新される。

④ “OK” をクリックして、対象機に CPDLC メッセージを送ることができる。

針路指示の場合には、② の手順において“ALT”の代わりに“RTE”を選択すれば後は同様である。

CPDLC 機能評価シミュレーションにおいては、シナリオに従って隣のセクターから進入してくる航空機の移管を受ける。以後、CPDLC 対応機に対しては、高度変更と針路変更については音声通信による場合と同様な指示を CPDLC メッセージとして作成・送信し、それ以外の指示については音声通信により管制指示を発出して次のセクターまたはターミナルに移管する。当然の事ながら、CPDLC 非対応機に対しては、従来と同様の音声通信による管制を実施する。なお、CPDLC 対応機に対するアクセプトとハンドオフは、それぞれクイック・アクション・ボタンを押すことにより実施する。



CPDLC 対応機は○シンボル，非対応機は△シンボル

図 3 CPDLC 高度変更指示の入力手順

4. 聞き取り調査とアンケート

試作したシミュレータを東京航空交通管制部に設置して、CPDLC 対応 ATS ワークステーションの機能評価実験を実施した。実施方法は、関東北セクターにおける航空機の運航を想定したシミュレーション・シナリオにより、先ず、当所職員らが ATS ワークステーション機能进行操作してデモを行い、次に機能評価にご協力いただいた現役の管制官諸氏に同様な操作等作業の実施をお願いし、その後で、アンケートへの記入を含む聞き取り調査として実施した。

CPDLC 機能評価に係る聞き取り調査は、以下の 6 項目について実施した。

- 1) CPDLC 評価システムのユーザ・インタフェースについて
- 2) CPDLC で実装した指示の種類について

- 3) 評価用シナリオについて
- 4) CPDLCの有用性について
- 5) CPDLCの利用で業務負荷について
- 6) その他

各項目について、先ず質問の趣旨を当所研究の実験実施者が説明し、シミュレーションにご協力いただいた管制官諸氏との質疑応答形式で意見を述べていただき、その後でアンケートにご意見等を記述していただいた。

5. アンケート結果および聞き取り調査結果

実施したアンケートの集計結果と聞き取り調査結果の一部を紹介する。

航空路管制卓用ユーザ・インターフェースの機能・デザイン、及びその操作性について以下の結果を得た（表1）。

高度・進路の変更指示入力について、ポップアップ・メニューにより選択する方式では、必要な項目を選択するためにスクロール等の操作

が必要になる場合が多く、「直接にテンキーによる入力が好ましい」等の意見が存在した。しかしながら、CPDLCによる高度等の変更指示入力においては、誤入力が発信された場合のリカバリがかなりの作業時間を要す上に面倒であるため、極力誤入力を排除するためにも、マウス等のポインティング・デバイスによる選択入力を利用しなければならない。

テンキーによる入力を容認する場合には、最低限、入力値がメニュー項目に存在する等のチェック機能を併用する必要がある。

マウス・ホイールを使用して選択値を決定する方式は、ポップアップ・メニューから選択する方式よりは操作性に優れて好評であった。

ダウンリンク・メッセージについては確認しづらさを訴える意見が多い。ダウンリンク・メッセージの表示ウィンドウは全ての航空機に共通の一つしか設定しておらず、情報表示を必要とする航空機を選択しなければ、その内容を確認

表1 ユーザ・インターフェースおよびデザインのアンケート結果

1.1. ユーザ・インターフェース	容易	やや容易	ふつう	やや難しい	難しい	回答者数	記入なし
航空機を選択	19	8	6	3	0	36	0
高度変更指示生成・送信操作	5	5	16	7	2	35	1
進路変更指示生成・送信操作	5	4	14	9	3	35	1
指示のキャンセル操作	9	5	14	4	2	34	2
ハンドオフ操作	10	9	12	2	1	34	2
アクセプト操作	11	7	14	3	0	35	1
ダウンリンク・メッセージの確認	2	2	14	10	6	34	2

1.2. デザインについて	分かりやすい	やや分かりやすい	ふつう	やや分かりづらい	分かりづらい	回答者数	記入なし
CPDLC機／非CPDLC機の判別	5	8	9	10	4	36	0
メッセージ・メニュー（RTE／ALTなど）の表示	6	7	15	6	1	35	1
進路変更指示の値の表示	5	5	14	9	1	34	2
高度変更指示の値の表示	5	7	12	7	1	32	4
ダウンリンク・メッセージ受信時の表示色	2	7	12	6	7	34	2

表2 CPDLCの有用性、業務負荷への影響についてのアンケート

4. CPDLCの有用性について	有効だと思わない	有効な場合は少ないと思う	どちらとも言えない	多少は有効だと思う	有効だと思う	回答者数	記入なし
	3	1	7	8	17	36	0

5. CPDLCの利用で業務負荷について	非常に負荷が減る	少し負荷が減る	変わらない	少し負荷が増える	非常に負荷が増える	何とも言えない	回答者数
	0	22	5	6	2	1	36

することができない。よって、航空機Aに管制指示発出後に、航空機Bを選択し航空機Bに管制指示を発出したとすれば、航空機Bからの応答メッセージはその状況で確認可能であるが、航空機Aからの応答を確認するためには、航空機Aに何らの指示等を行わない場合であっても、再び航空機Aを選択する必要がある。航空機Bの選択時に航空機Aからの応答があった場合に、自動的に航空機Aが選択される様なことは、管制官における航空機の誤認に繋がるため、簡単には実装する事はできない機能であるが、多くの航空機に逐次管制指示を発出した場合に未確認の俣に置かれる応答情報が多数存在する可能性に対しては、何等かのシステムの対策を講じる必要がある。最低限、応答情報受信後の経過時間等をパラメータとして、その内容に対する確認忘れを防ぐ機能の実現は必要と考えられる。

また、レーダ・イメージにおける航空機位置情報の表示において、CPDLC対応機と非対応機の識別は、○と△のシンボルにより行っているが、「やや分かりづらい」との意見が多く、慣熟の問題は存在すると考えられるが、より良い識別シンボルの検討等は、業務負荷が大きい場合におけるヒューマン・エラー防止の観点から、継続的な検討が必要と思われる。

「アクセプト」と「ハンドオフ」の管制移管に関しては、予想通り肯定的な意見が多かった。しかし、我が国の航空路管制では単純に隣接セクターやターミナルに移管する以外に、かなり離れたセクター等に移管する場合もあり、さらなる改善を求める意見も多かった。

表2はCPDLCの有用性と業務負荷に与える影響についてのアンケート結果である。CPDLCの有

用性と業務負荷の改善については肯定的な回答が多かった。これはユーザ・インタフェースのデザインや、CPDLC評価環境としてのシミュレータとしての機能等について、「使い難い」等の感想が本聞き取り調査実験の範囲においては皆無であったことを考えれば、有用性や業務負荷の増減に係る見込みにおいて肯定的な意見や感想が多かった事は十分に納得できる。しかし逆に、例外処理等の発生しないシミュレーション・シナリオによるシミュレーション結果であるにもかかわらず、多少なりとも否定的な意見や感想が存在した事を重く受け止めなければならない。

6. まとめ

航空路管制業務への導入を想定したCPDLC対応ATSワークステーションを試作開発し、これをユーザ・インタフェースとして、航空路管制業務において想定されるCPDLC業務作業を模擬するATSシミュレータとして整備した。試作したシミュレータを東京航空交通管制部に設置して、CPDLC対応ATSワークステーションの機能評価のアンケートと聞き取り調査を実施した。

アンケート結果から、CPDLCによる管制移管については肯定的な意見が多く、また、CPDLCの有用性や業務負荷の増減に係る見込みにおいて肯定的な意見や感想が多かった。

謝辞

評価実験にご協力頂いた東京航空交通管制部ならびに航空局の関係諸氏に感謝致します。