

中国

民用航空管制システム近代化事業(1)(2)(3)

評価報告：2003年2月

現地調査：2002年12月

1. 事業の概要と円借款による協力



中華人民共和国 全土



本事業により調達された機器(北京空港管制塔)

1.1 背景：

1988年当時、輸送部門全体に占める航空輸送のシェアは他の輸送機関に比してまだ低かったものの、1978年における各輸送機関の旅客輸送(人・キロ)を100として1988年と比較すると、航空768、自動車484、鉄道298、水運202と、航空輸送の伸び率は他の輸送機関の伸び率を大きく上回っていた。このような著しい伸び率の背景には、1970年代後半から改革開放路線が進み経済が急速に発展したことや、外国観光客の増加、空港の整備、航空機の近代化・大型化が急速に進んだこと等があり、2000年までにはさらに主要航空路線の飛行便数が1989年に比して約4.6倍に増加すると予想されていた。

しかしながら、当時の航空管制レーダーは中国南東部を中心にカバーしているだけで、管制システム自体も旧式の機器が使用され、通信手段も立ち遅れていた。そのため、航空管制の安全性が制約され、航空機の利用効率が向上されず、航空運輸部門の発展の障害となっていた。

こうしたことから、増加する航空輸送需要に対応し、航空管制・保安システムを整備して航空輸送の安全性を確保すべく、第7次5ヵ年計画(1986~1990年)開始時から2000年に向けた長期航空開発計画が設定された。

1.2 目的：

中国民用航空における航空保安管制システム(気象・通信設備を含む)を整備することによって、航空輸送の安全性、定時性、及び効率的な航空運営を確保し、将来予測される航空輸送需要の増大への対応を図ろうとするもの。

1.3 事業範囲：

全国 150 地点に航空保安管制システム等を新增設する。

航空管制レーダー（23 セット）

航空保安システム（ILS24 セット、DVOR/DME 等 76 セット、他）

フライトチェック航空機(2 機)

メンテナンスセンター

気象施設

通信施設

訓練施設及び訓練

エンジニアリングサービス

円借款対象は上記に要する外貨資金全額

1.4 借入人 / 実施機関：

中華人民共和国対外経済貿易部¹ / 中国民用航空局

1.5 借款契約概要：

	民用航空管制システム 近代化事業（1）	民用航空管制システム 近代化事業（2）	民用航空管制システム 近代化事業（3）
円借款承諾額 / 実行額	3,257 百万円 / 3,257 百万円	7,850 百万円 / 7,849 百万円	9,896 百万円 / 9,793 百万円
交換公文締結 / 借款契約調印	1990 年 12 月 / 1991 年 1 月	1991 年 9 月 / 1991 年 10 月	1992 年 10 月 / 1992 年 10 月
借款契約条件	金利 2.5% 返済 30 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド	金利 2.6% 返済 30 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド	金利 2.6% 返済 30 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド
貸付完了	1996 年 2 月	1998 年 11 月	2001 年 11 月

¹ 現在の対外貿易経済合作部。なお 99 年以降、対中国円借款の借入人は中華人民共和国政府（財政部）に変更。

2. 評価結果

2.1 計画の妥当性

本事業が実施された 1990 年代は対外貿易が活発化し、中国の GDP 年平均増加率は 90 年代前半で 12.0% (1991～95 年)、90 年代後半で 8.1% (1996～2000 年) に達し、このような経済成長を背景に、アプライザル時において既に急速な成長を見せていた航空輸送は、その後も年々成長を続けていた。そして、こうした航空輸送需要の増大に対応するため、中国では航空インフラの整備が急務とされていた。

本事業によって整備されたレーダーや無線・通信・気象施設等の航空保安管制システムは、航空輸送の安全性、定時性、及び効率的な航空運営を確保し、航空輸送増大に対応するための不可欠な要素であり、航空管制・空港運営関係者のニーズとも合致していた。さらに、アプライザル当時、特に整備が遅れ今後の利用増が見込まれていた内陸部の空港についても事業範囲に含まれており、地域的な配慮もなされていた。

また、本事業は第 8 次 5 ヶ年計画 (1991～1995 年) における民用航空局の重点プロジェクトとしても位置付けられていた。そして、その後の民用航空事業促進政策においても、本事業の目的である航空輸送の安全性確保等は常に重視され、今なお経済発展が継続していることからすれば、本事業は現在においても妥当であるといえる。

2.2 実施の効率性

2.2.1 事業範囲

航空管制レーダーについては、当初 23 ヶ所に設置される予定であったが、ラサ・和田・景洪の 3 ヶ所については、緊急性が低いこと及び地理的に他地域とのレーダーによる連続カバーができないとの理由で取消しとなり、結果として 20 ヶ所になった。この他、通信網施設について一部増設があり工期に影響があったものの、その他の項目については事業費や工期に大きな影響をおよぼす事業範囲の変更はなかった。

2.2.2 工期

当初計画では 1995 年 12 月完成を予定していたものの、実際には 2000 年 6 月と約 4 年半の遅れが生じている。その要因としては、実施機関がこれまで円借款事業に携わった経験がなかったこと、後続の円借款事業を供与する中で、調達状況に応じ実施期間の見直しが行われたこと、及び調達機器が多岐にわたり、設置場所も中国全土に及んだこと、等が挙げられる。

具体的には、一部の借款契約が当初予定よりも遅れていたことに加え、為替相場の変動による事業費の数回にわたる修正や国際競争入札の準備に時間がかかったことや、レーダーの設置及び調達に予定以上の時間がかかったこと、さらには一部レーダー (西安・鄭州) が輸送中に破損し返送修理されたこと等である。しかし、訓練センターについては民用航空学院が保有する土地を利用したこともあり、工期は予定より約 1 年短縮することができた。

2.2.3 事業費

外貨部分については、修正計画(第3フェーズ時)21,003百万円に比して実績は20,899百万円と計画事業費の範囲内であった。他方、内貨部分については、修正計画(第3フェーズ時)27,025万元に比して実績は74,899万元と計画比約2.7倍となった。この大幅なコストオーバーランには、工期が長期化した期間における物価上昇が大きく影響している(1992年(第3フェーズ時)における消費者物価指数(CPI)を100とすると、2000年(事業完成時)のCPIは182となる)。

2.3 効果(目的達成度)

2.3.1 機材の稼動状況

民用航空局空中安全管理局の報告によると、通信施設のうち航空固定通信網の音声マルチチャンネルレコーダーについては、故障率が高かったため、その多くが最近2~3年で新しいものに機器が更新されたものの、その他の本事業による調達機器は概ね順調に稼動中であるとのことである。

また、維持管理担当会社及び飛行試験センターによれば、フライトチェック飛行機を使った航空関連機器の稼動状況の検査においても、本事業により調達された機器に問題はなかったとのことである。

さらに、桂林航空管制局、華北航空管制局(北京)、蘭州航空管制局において、各地域局所長や副所長、センターの航空管制官、通信担当官、気象通信担当者などに本事業の稼動状況や効果についてインタビューを実施し、以下のような意見が得られた(複数人による回答)。

桂林航空管制センター

(本事業の機材状況)

機材操作は問題ない、技術力がある。

設備運用は導入当時より安定している。レーダーは1998年以降ずっと安定している。

(安全性・定時性・航空機利用効率向上効果)

具体的な指標はないが、事業実施以前によくあった航空便のキャンセルが1998年以降ほとんどなくなった。事業実施以前は全体の3~4%であったのが、現在は1%程度である(ただし、この数値は様々な要因が含まれているとのこと)。

気象情報については、事業実施以前は国内空港の天候のみであったのが、事業実施以降は国際空港の天候もわかるようになった。事業実施以降気象予報が正確になった。

定時性がかなり改善した。事業実施以前には設備不備による遅れがよくあった。

レーダーがない時期は霧のために発着できないことがあった。2、3日発着できなかったこともある。レーダーのおかげで(時間制限があったとしても)毎日発着できるようになった。

飛行機の発着数・路線増には本事業による貢献もあるとみられる。

(その他)

航空管制のレベルアップにつながった。

管制官の仕事のプレッシャーが減少した。

華北航空管制局（北京）

（本事業の機材状況）

レーダーについては、稼動状況は非常に安定している。信号の交信も速く、業務の質が改善した。円借款により調達したレーダーは7年前から利用しているが、現在においても先進、操作が簡単である。通信設備については安定しており、現場の視察やメンテナンスは基準どおりに行っている。全体的に設備の精度が良い。

気象設備については、導入した当時非常に先進的なもので、初めてのデジタル情報システムであった。気象情報処理が見やすく、天気予測の正確性が高くなった。北京においては4月～10月は24時間稼動している。

機器は重大な問題なく、メンテナンスを毎日行って、検査を行っているので問題ない。技術レベルには満足しており、人員配置も問題ない。

（安全性・定時性・航空機利用効率向上効果）

飛行機事故は今まで発生していない（事業実施以前についても同様）。管理メンテナンスをしっかりとしているので、事業実施前後同様の状況。

人員配置など厳しい管理制度があるため、ニアミスや危険を感じた経験はない。

北京首都空港については世界的に安全性の評判がある。

特に1995年以降便数が多くなったものの、空中管理原因による飛行機の遅れは減少した。便数が増加しても安全性が確保されている。

信号の交信が速いことで、安全性および信頼性が向上し、その結果として発着陸の回数が多くなった。自分の入社当時（9年前）は1日平均発着陸回数はおよそ200回/日であったのに対し、現在はおおよそ750回/日（いずれも夏季の場合、冬は現在約650回/日）となっている。

天候によるキャンセルや目的地変更の比率は全体の17%程度である（2000年民航局データ）。96年にレーダーを導入して以来、天候による飛行機のキャンセルや目的地変更は減少した。天候異常の発生が詳細に分析できることになったからであると思われる。

（その他）

設備の導入で飛行機の位置を把握できるようになって、安心感が高まり、労働が楽になった。

蘭州航空管制センター

（本事業の機材状況）

設備は効率的に使用されており、今後の空港の発展の方向に合っている。大きな故障は今までなく、稼動状況が良い。

人員配置の問題なし。基準にあった人材を配置しているので、技術的問題なし。

（安全性・定時性・航空機利用効率向上効果）

機材の導入前は飛行機の便数が少なかったが、事業実施以降に多くなったのが本事業による目立った効果。1995年機材導入前は約800～900便/月が現在は1,200便/月になった（能力的には、1,500～1,700便/月、年間50,000便（通過も含め）をコントロールできる）に安全性の向上の効果があつた。

本管理センターは1,000kmの区域を管理している。1995年前のレーダーでは高い周波数が安定しておらず、飛行機位置が特定できなかったが、今は位置が明確に確認できるようになった。特に、上空を通過する国際便（韓国、日本、タイ、ヨーロッパ等の航空会社）の位置が把握できなかった（しかしながら、以前は飛行便数が少なく、間隔が長かったので大きな事故はなかったとのこと。）

1995年以前は香港発パリ行の航路は北京あるいはシンガポール上空を通過していた。1995年以降は蘭州の上空を通過してパリへ直行できるようになった。これは、空の安全性が高まった結果といえる。また、昨年アメリカのアフガニスタンへの攻撃以降、タイ発ヨーロッパ行の飛行機がアフガニスタン上空を避け、蘭州を通過するようになった。これは当地の上空の通過保証率が向上したことが認められたことのあらわれでもある。また、香港～ヨーロッパ便の航路の変更は飛行時間の短縮（少なくとも40分以上）につながつたといえる。

レーダーを通じて直接監視できるようになり、飛行間隔が短くなった。以前は100kmであったのが、20kmになった（異なる高度の場合、同高度の場合は75km）

飛行機の離着陸は以前、滑走路手前2kmの視界でしか安全誘導ができなかったが、現在は1kmでも可能になった。離着陸+上空通過の回数は現在約150便/日であるが、昔は（1995年以前）30～40便/日であった。

現在の飛行機のキャンセル率は全体の2%程度。以前よりも相対的には良くなったと感じる（以前から黄砂、霧によるキャンセルはあつた。現在もあるが、軽い黄砂なら発着ができるようになった。）

2.3.2 航空管制・保安システムの改善と担当職員の能力向上

民用航空局航空管制局によると、本事業により設置された機器は民用航空管理運行システムの一部として機能しているため、本事業機器のみの貢献を評価することは難しいとしながらも、システム性能向上に次のような役割を果たしたとのことである。

- ・ 航空誘導用レーダー²のカバー範囲が拡大し、自動化水準がアップした。本事業の設備やその他のプロジェクトで建設された設備によって、中国東部及び中部地域におけるレーダーによるカバーが漏れなく実現できた。
- ・ ILS (Instrument Landing System)³が整備された空港は、正確な離着陸が実現され、空港の就航率がアップした。
- ・ 航空気象情報・航空情報施設の整備により、気象情報の収集と処理の自動化が実現し、気象予報の正確性が高くなった。航空情報についても航空図製作および航空通告の自動化が実現した。

また、本事業によってメンテナンスセンター及び空中管理学院附属天津航路訓練センターが建設されたが、この訓練センターは通信、航空誘導施設、レーダーの操作、モニタリング等についてトレーニングを行うことのできる国内唯一の訓練施設であり、当センター建設以前は外国へ職員を派遣していた。新しい機器の導入に際しては、集中的に現場職員の訓練を行ない、訓練センターでの訓練が開始されて以降 2003 年 1 月までの間に約 3,000 人の職員の訓練を実施した。その他、新入社員研修や研究、さらには民用航空学院の学生等にも利用されている。

2.3.3 航空輸送の安全性、定時性及び効率的な航空運営

初めに、航空輸送の安全性に関して、民用航空局航空管制局からは、本事業実施前後の航空機事故回数の変化や、ニアミス等の発生、航空管制官・パイロット等が危険を感じた頻度等についての具体的なデータは得られなかった。

ただ、同局の報告によると、航空管制に基づく飛行機事故は事業完成以降発生しておらず、1992～2001 年における世界の飛行機事故率（事故回数/100 万回飛行）をみると、世界平均の 1.3 に対し中国は 1.2 と、アメリカの 0.4 より高いものの、中国を除くアジア全体平均の 2.6、ラテンアメリカ及びカリブ海地域の 3.9 よりも低い数値となっている⁴。さらに、アメリカの FAA(Federal Aviation Administration)の 2002 年の国際航空安全アセスメント(IASA: International Aviation Safety Assessment)では、中国は国際民間航空機関(ICAO: International Civil Aviation Organization)の基

² 本事業により調達された 12 の二次監視レーダー(SSR:Secondary Surveillance Rader、カバーエリア最大約 370km) 及び 14 の航空路監視レーダー(ASR: Airport Surveillance Rader、カバーエリア約 110km)は、全 20 ヶ所設置された(6 ヶ所については一次、二次レーダー両方が設置された)。

³ 悪天候下においても航空機が安全に滑走路に着陸できるように、電波により降下進入コースを形成するための無線施設。施設の性能は運用ランク(カテゴリー)によって分けられる。本事業で設置されたものは カテゴリー (CAT-I : 滑走路手前約 1km まで安全に誘導できる) 及び カテゴリー (CAT- : 滑走路手前数百メートルまで安全誘導できる) である。

⁴ 中国民用局ホームページ資料(<http://www.caac.gov.cn>)より。

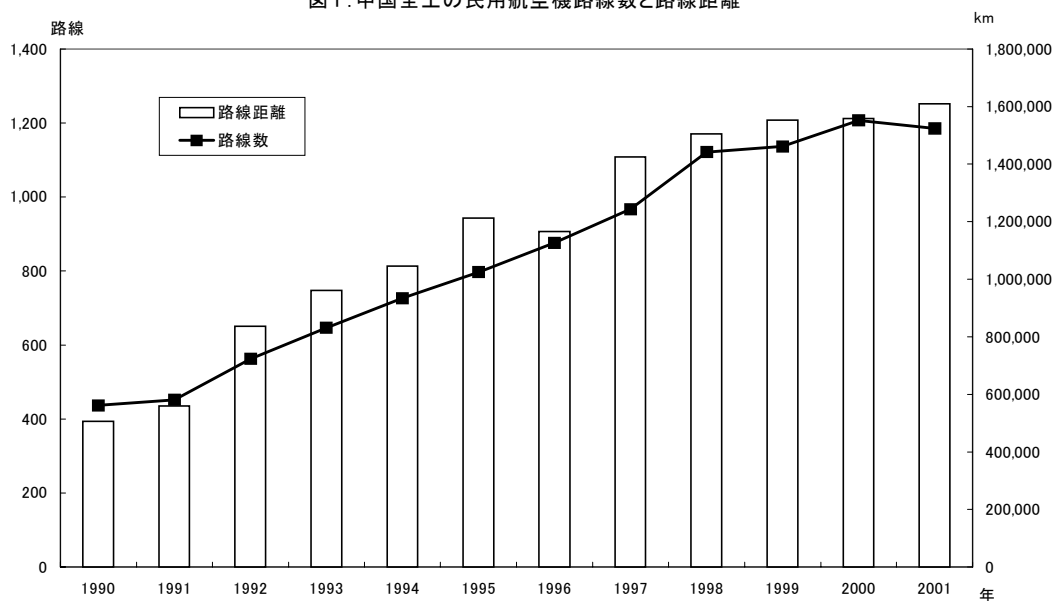
準を満たしており、一定基準の安全性は確保されている。

次に、航空輸送の定時性についてであるが、民用航空局航空管制局の報告によれば民用航空輸送の定時出発率は終始高いレベルを維持しており、航空管制・保安システムによる遅延は全体の約2%しか占めていないとのことである。

最後に、航空運営の効率性についてであるが、1.1 計画の妥当性でも述べたように1990年代において中国では急速な経済成長に伴い航空需要が増加し（図1参照）、航空輸送需要の増大への対応が急務とされていた。

こうした状況の中で本事業完成以降、国内及び国際主要航空路における飛行管制間隔（縦間隔：同一経路を飛行する先行機と後続機との間隔）は同高度の場合、事業実施前の約150キロから約75キロに短縮され、より多くの航空機が同一地域内で飛行することが可能となった。特に北京～広州間は、異なる高度が含まれるものの20キロ間隔で管制することが可能となり、増加する航空需要に対応することができるようになった。この他、民用航空局航空管制局によれば本事業実施以前は、南昌空港では35%以上の航空便に遅延が生じていたが、本事業によりILS設備とレーダーが整備されて以降は、10%以下に減少したとのことである。

図1：中国全土の民用航空機路線数と路線距離



出所：民用航空統計 1996年、2002年

2.4 インパクト

2.4.1 航空輸送の発展

1991～2001年における航空機による旅客及び貨物の輸送量は急速な経済発展を背景に、図2及び図3に示すように大きな伸びを示しており、他の交通機関を伸び率において圧倒していた（図4、5参照）。

このように航空輸送需要が急速に増加した中で、本事業による機材供与は、本事業完成時の2000年においては、中国の全空港139のうち、90%以上にあたる127の空港におよび、航空輸送需要増加への対応に貢献したとともに、中国における急速な経済発展を航空インフラの面から支えていた。

図2：中国全国の航空機による旅客輸送量

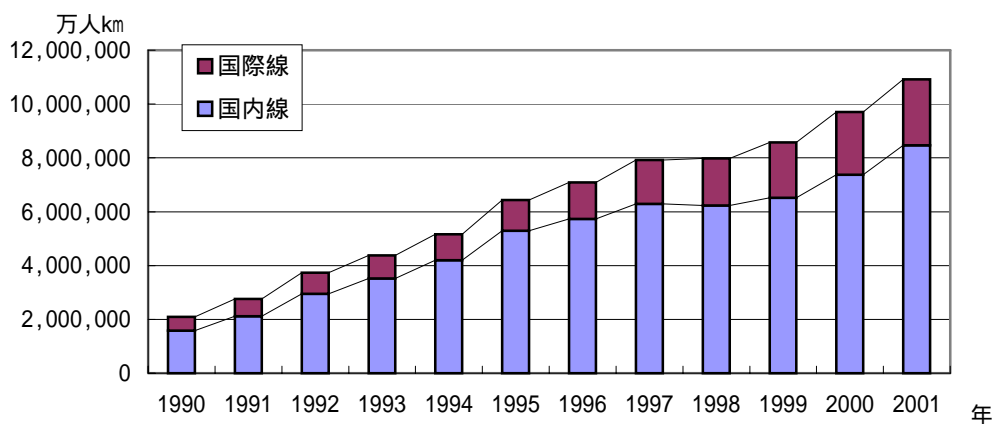


図3：中国全国の航空機による貨物輸送量

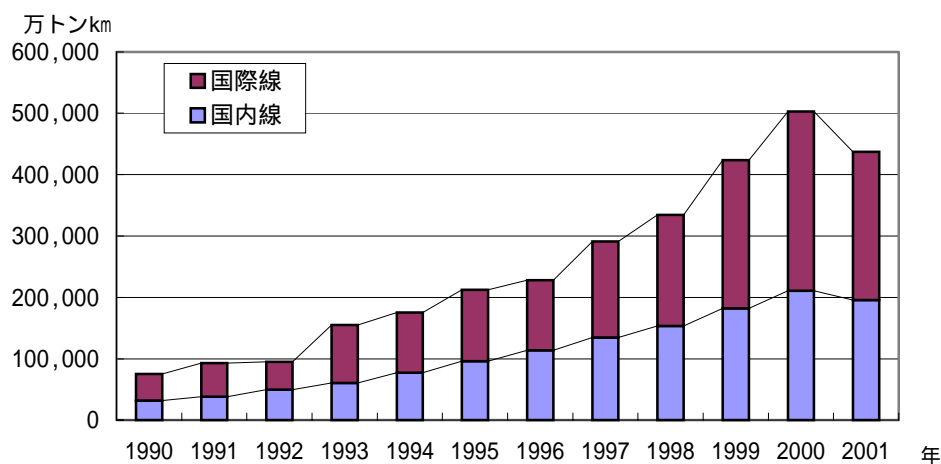


図4：輸送手段別旅客輸送量の伸び率（1990年を基準とした場合）

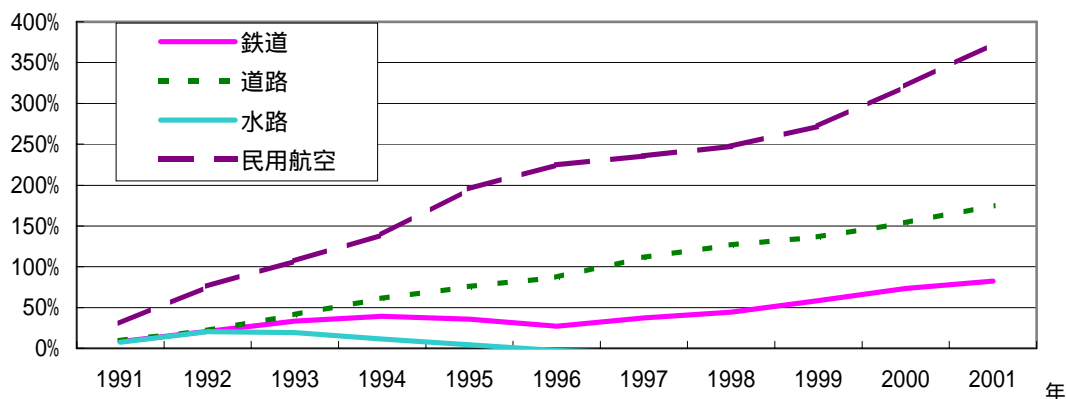
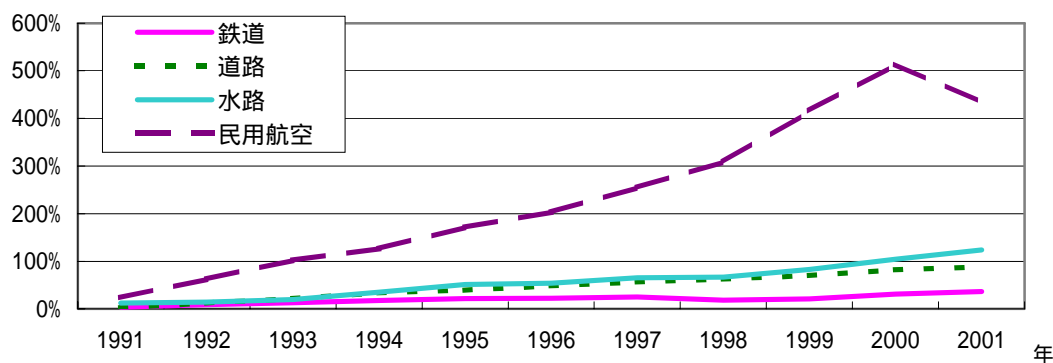


図5：輸送手段別貨物輸送量伸び率（1990年を基準とした場合）



出所：図2～5は民用航空統計2002年及び中国統計年鑑2002年

2.4.2 環境・社会面でのインパクト

本事業の内容は航空管制関連機材の調達であり、また、訓練センター等は民用航空の土地を利用して建設しているため、特に環境社会面で問題となる事象はなかった。

2.5 持続性・自立発展性

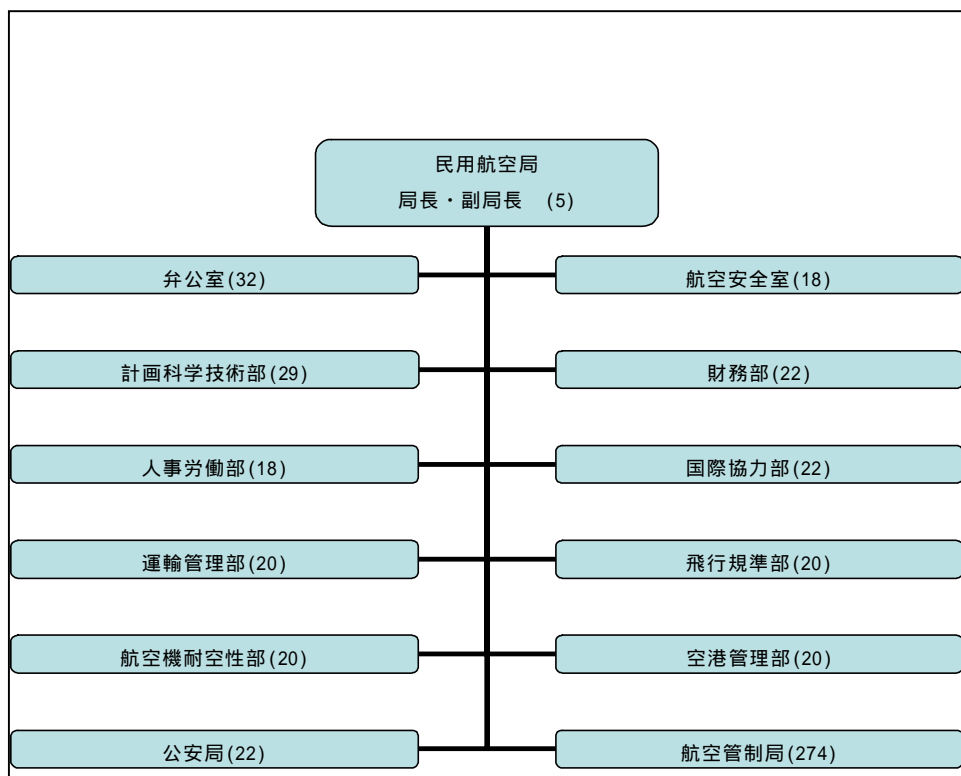
2.5.1 組織面

本事業の維持管理は民用航空局の航空管制局(図6参照)が担当しており、航空管制局は、その下の7つの地方航空管制局及び32の地域航空管制センターから組織されている。また、メンテナンスセンターは航空管制局傘下の維持管理専門会社である民航管技術装設発展有限公司が管理している。

日常的な機器の運用維持管理や一般的な部品交換は各地方航空管制局及び各地域航空管制センターが担当しており、故障や問題等がある場合には維持管理専門会社が対応している。

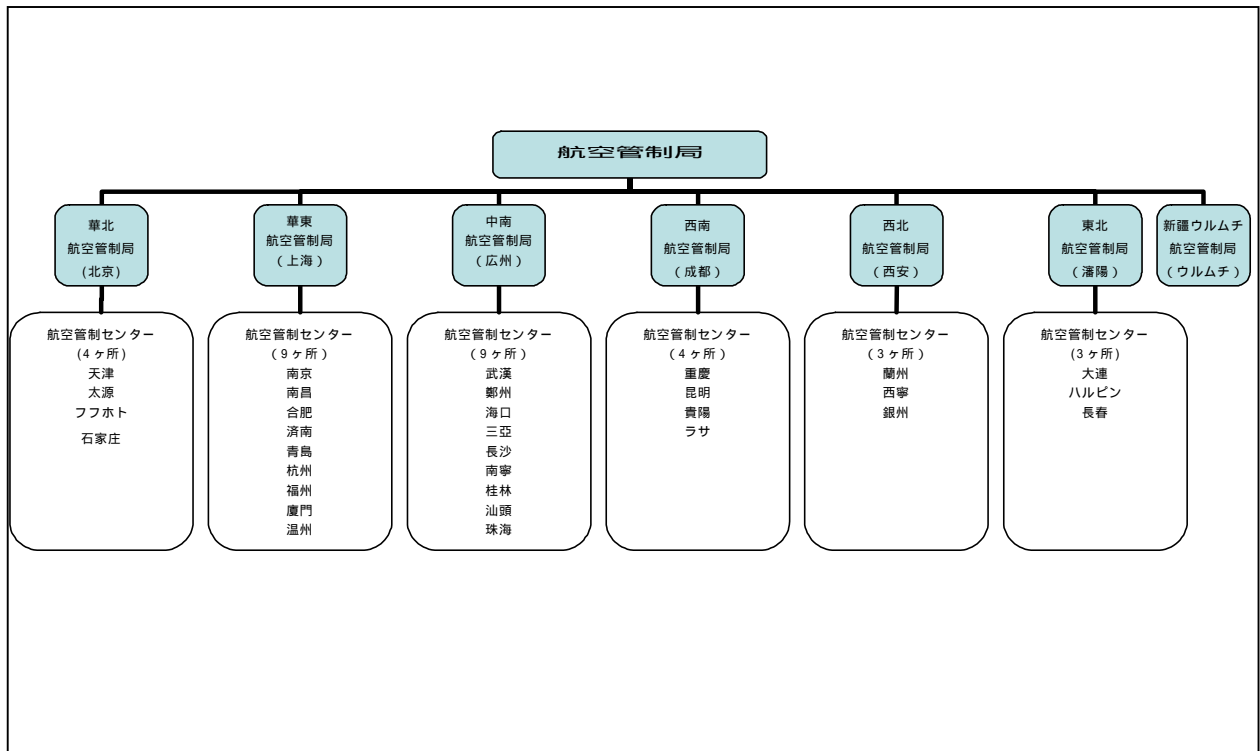
民用航空局航空管制局によると運用維持管理担当者は全国で約6,000人程度であり、維持管理専門会社の職員約50名うち約20名が本事業により建設されたメンテナンスセンターに配置されている。

図6：民用航空局組織図



()内は人数

図7：民用航空局 航空管制局 組織図



()内は人数

2.5.2 技術面

航空管制機材に携わる技術者は、本事業で建設された維持管理センター等で訓練を受けており、1,100人ほどは海外での訓練も受けている。また、研修は必要に応じて十分に行われており、本事業完成以降は航空管制による事故がないことから、機器の維持管理・運用の基本的技術は備えられているといえる。

2.5.3 財務面

民用航空局航空管制局の報告によると、本事業の運営維持管理費用は総額で2億元であり、各関係担当機関の費用の中に含まれている。予算不足などの問題は報告されておらず、維持管理に支障をきたすような財務面での問題は見受けられない。

3. フィードバック事項

3.1 教訓

広域の事業サイトを対象とし、多数の資機材調達を伴う案件においては、案件形成・アプレイザル段階から、案件監理の効率化に有効な事項（例えば、調達ロットの纏め、コンサルタント活用等）に特段の留意を図ることが必要と思料される。

3.2 提言

特段なし。

主要計画 / 実績比較

項 目	当初計画 (第1フェーズ時)	修正計画 (第2フェーズ時)	修正計画 (第3フェーズ時)	実 績
事業範囲				
1) 航空管制レーダー	1) 23 セット	同左	20 セットへ変更(ラサ、和田、景洪取消し)	同左
2) 航空保安システム	2) ILS24 セット、 DVOR/DME 等 76 セット、 航空路管制用 コンピュータシステム 1 セット、 Emergency Data Command Display 8 セット			
3) フライトチェック 航空機	3) 2 機			
4) 北京メンテナンス センター1箇所	4) 北京メンテナンス センター1ヶ所			
5) 気象施設	5) 北京気象センター 機能増強、 気象サブセンター 機能増強等			
6) 通信施設	6) 航空固定通信網、 VHF/HF 送受信装置、 衛星通信 ネットワーク等			
7) 訓練施設及び訓練	7) 訓練施設および訓練			
8) エンジニアリング サービス	8) エンジニアリング サービス			
工期				
1) レーダー	1990年4月～1995年12月	1991年7月～1995年12月	1991年7月～1996年6月	1994年7月～2000年6月
2) 航空保安	1990年4月～1995年12月	1991年7月～1996年9月	1991年7月～1996年9月	1992年7月～1997年12月
3) チェック航空機	1990年10月～1993年12月	1992年7月～1994年6月	1992年4月～1995年6月	1993年10月～1996年3月
4) 維持管理	1990年4月～1995年12月	1991年7月～1995年12月	1991年7月～1994年12月	1993年7月～1996年12月
5) 気象設備	1990年4月～1995年12月	1992年7月～1995年12月	1992年7月～1995年12月	1993年10月～1997年9月
6) 通信設備	1990年4月～1995年12月	1991年7月～1995年12月	1991年7月～1995年12月	1992年10月～1997年12月
7) 訓練	1990年4月～1995年12月	1991年7月～1995年12月	1991年7月～1994年12月	1994年10月～1997年3月
事業費				
外貨	20,338 百万円	20,338 百万円	21,003 百万円	20,899 百万円
内貨	11,034 百万円	11,034 百万円	6,324 百万円	11,310 百万円
	(32,077 万元)	(32,077 万元)	(27,025 万元)	(74,899 万元)
合計	31,422 百万円	31,422 百万円	27,327 百万円	32,209 百万円
うち円借款分	20,388 百万円	20,388 百万円	21,003 百万円	20,899 百万円
換算レート	1US\$=146 円、1 元=34.4 円 1990 年現在レート	1US\$=146 円、1 元=34.4 円 1990 年現在レート	1US\$=137 円、1 元=24.4 円 1992 年現在レート	1 元=15.1 円 1992 年～2000 年平均レート

Third Party Evaluator's Opinion on Civil Air Traffic Control System Modernization Project (1) (2) (3)

Rong Jian
Vice director, Associate Professor
Transportation Research Center, Beijing University of Technology

Relevance

- Against the sustaining economic growth in China, air tourism increased from 20 billion people.km in 1990 to above 80 billion people.km in 2000. The air freight volume increased about 5.37 times from 1990 to 2000. The quickly increasing air demand need the guarantee of safety and punctuality. To establish the air traffic safety and control systems is the best way to improve safety and punctuality of air transport with minimum cost. Up to now, air transport occupancy about 1% in all transport modes, it will increase with the demand of comfortable travel. The project objectives can met the current requests in China today.
- There were no important changes in the background of the project or external factors that affected project plan and/or scope.
- In my view, there were no similar projects by other donors in the project area. The project is the largest and most significant one for improving civil traffic control system in China.
- In order to improve the air transport safety and efficiency, the advanced radar and meteorological equipments were introduced. The radar and meteorological equipments absolutely were faults of the air traffic control system before the project.

Impact

- The overall goal has been achieved by the project. The improved aspects included safety, punctuality and aircraft use efficiency. In many air companies, the relevant equipments works properly. The management system has never experienced any near misses or dangerous situations. Safety is assured even if the number of flights increases. Fast signal transmission has led to improvements in safety and reliability and consequent increases in the numbers of arrivals and departures. North Air China approved that the arrivals and departures has increased 2.75 times during 9 years. The percentage of cancellations or diversions due to weather conditions has dropped.
- The accurate radar equipments can strengthen the identification capability in operation, this can decrease the affects of the bad weather and emergency cases. The rigorous management system and fast signal transmission are necessary to implement the flying schedule with shorter interval, this can increase the capacity of the airport lanes.
- The advanced equipments can detect the aircraft status under all kinds of conditions, including almost bad weather. This provides management staff enough information to control the airport operation in various conditions. The equipments were so reliable that they can work properly for a long time. This is basic grantee for system functions' operation.

The passengers respects more accurate punctuality of the air traffic currently.