

資料7 1991年4月サイクロン関係資料

(1) コックスバザール・レーダでとらえたサイクロン画像

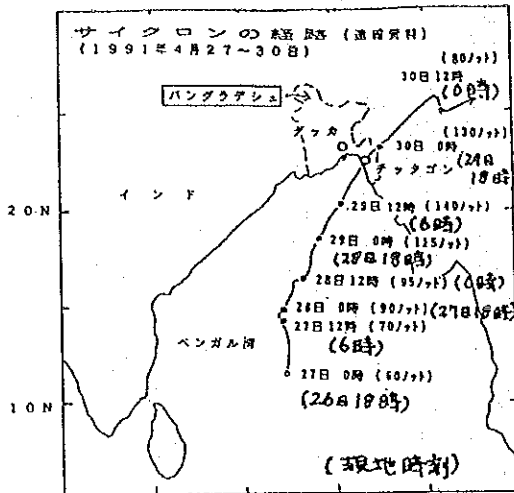


図1 サイクロン経路図

ベンガル湾を北上中のサイクロンが、1991年4月29日～30日にかけて Bangladesh 南東部沿岸 (図1参照) を直撃した。このため、同国第2の都市であるチッタゴンをはじめ南東部沿岸地域では、6m以上の高潮に襲われ、死者行方不明者数はあわせて14万人近くに達した。

この猛威をふるったサイクロンの監視・追跡を、BMDはダッカ・レーダはじめ、1988年に日本国政府の無償資金協力により供与されたコックスバザールおよびケブパラの両レーダにより行った。ここでは、サイクロン上陸地点に最も近かったコックスバザール・レーダのエコーを掲載する。

なお、ここに掲載したレーダ・エコーはBMDより入手したデータを、日本国気象庁の協力を得て電計処理・表示したものである。処理の都合から、コックスバザールで実際に表示されていた図2のような観測範囲 (東西600km x 南北600km) のうち、東側100kmおよび北側100kmを省略して、500km x 500kmの範囲 (図3.1 および図3.2) を出力した。

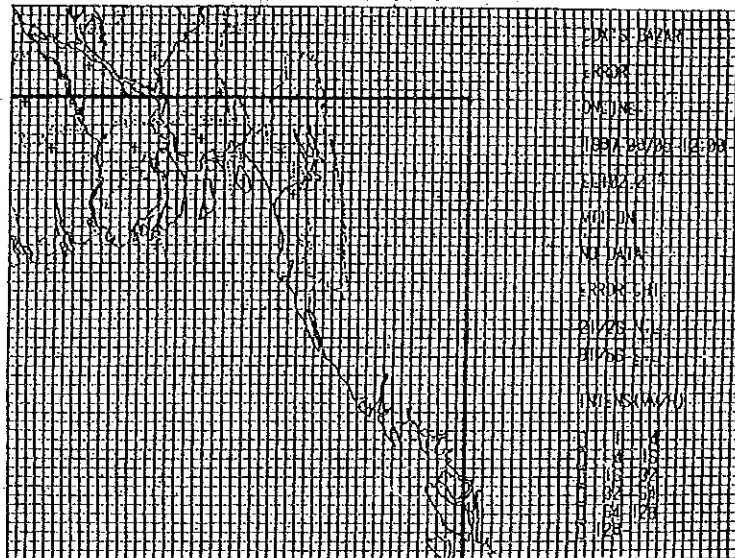


図2 コックスバザール・レーダ表示画面

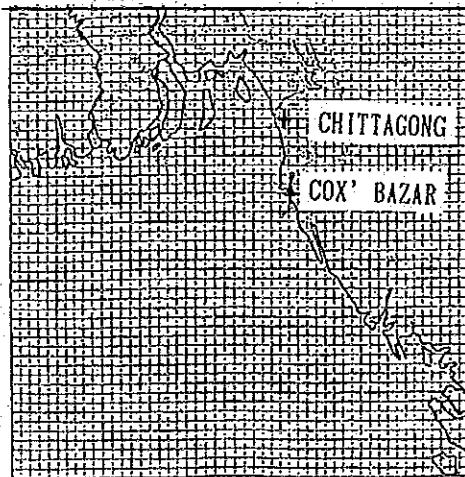
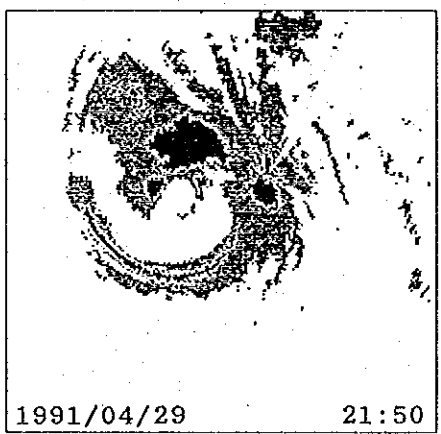
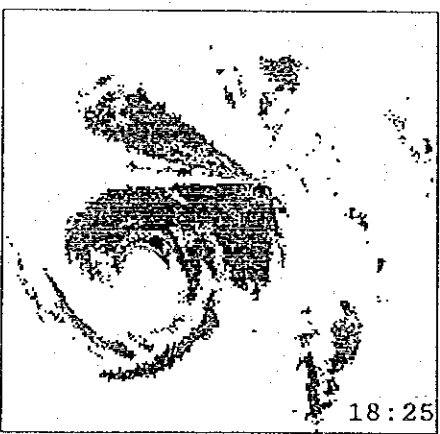
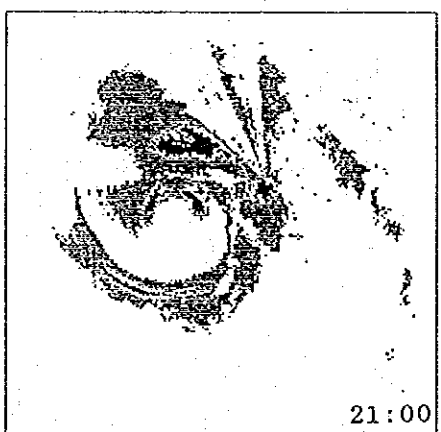
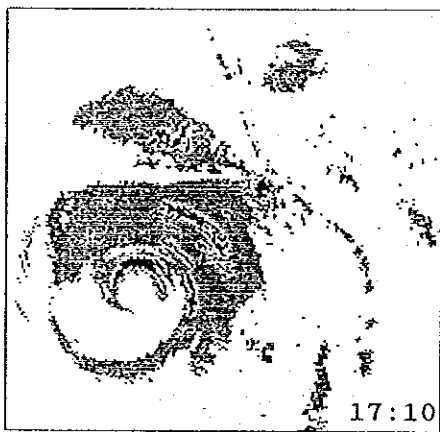
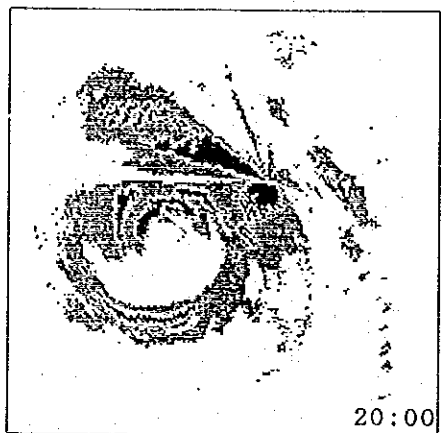
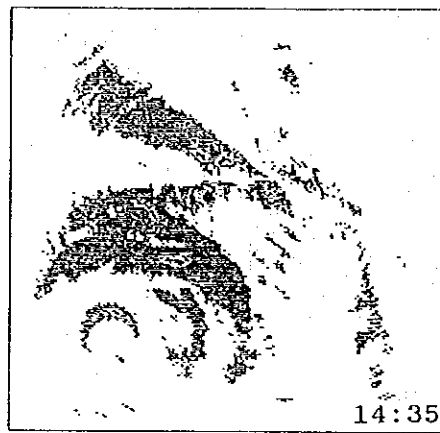
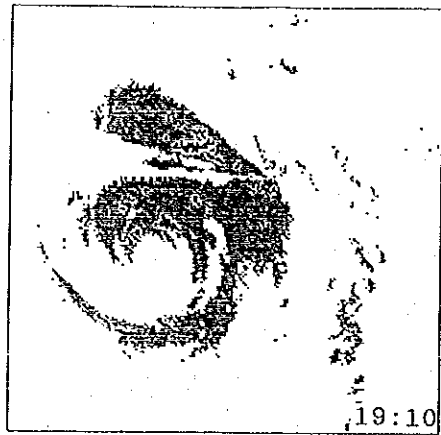
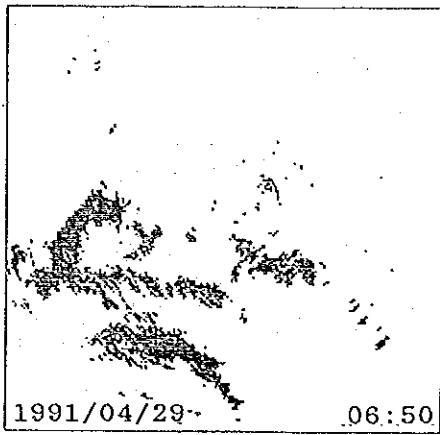


図3.1 処理範囲 (500km x 500km) と海岸線



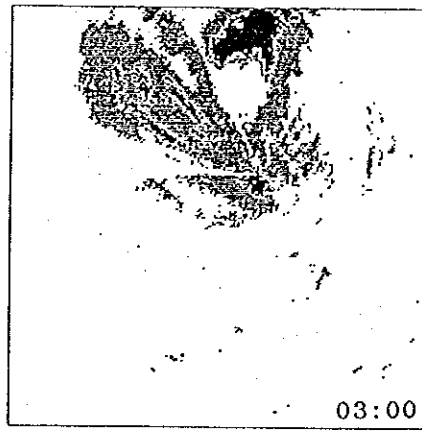
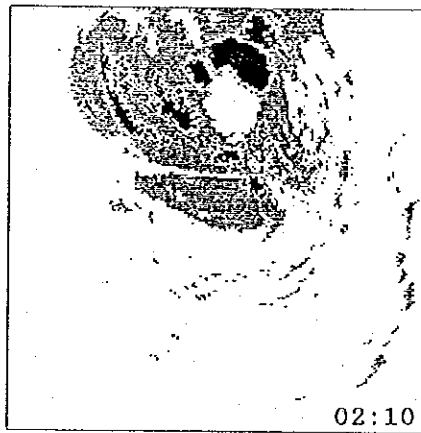
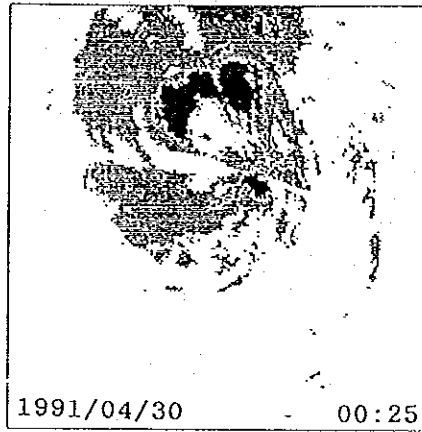
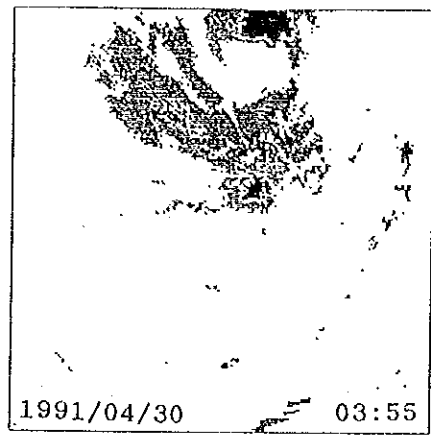
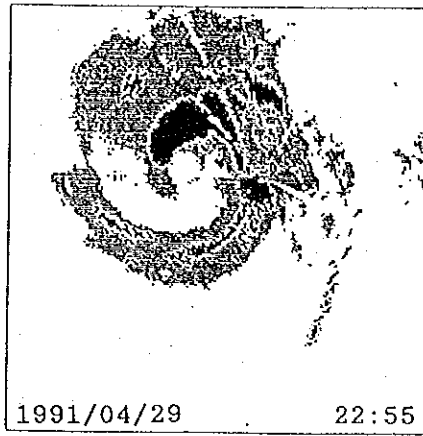
1991 4/29
15:00

図3.2 表示エコーの一例



COXS BAZ. RADAR

回波強度
 ■ 弱
 ■ 並以上



COX'S BAZ, RADAR

— 強度

■ 弱

■ 並以上

(2) BMD発表のサイクロンに関する特別気象報抜粋

1/4

No.	月日	時刻	内容
1	4/25	11:20	M注意1 ベンガル湾南西部に熱帯性低気圧発生、中心はチッタゴンから南々西1,400km(10' N, 89' E)、今後発達しつつ北西へ移動するだろう。中心から45km以内では10~15mの強風とスコールが伴う。 チッタゴン、コックスバザール、モングラ港は注意1信号を掲げよ。 湾北部の漁船は注意し、海岸に近づいていること。
2	4/25	13:50	M注意1 ベンガル湾南西部の熱帯性低気圧は北々西へ移動し、発達中で中心位置はチッタゴンから南々西1240km(11.5' N, 88.5' E)にある。今後さらに発達し、北または北々西へ移動する。中心から半径48km以内は14~17mの強風とスコールになっている。 チッタゴン、コックスバザール、モングラ港は注意1信号を続けること。 湾北部のすべての漁船、旅行者、住民はサイクロン・シェルターに避難できるように海岸に近づいていること。
3	4/26	5:00	M注意2 発達中のベンガル湾南西部の熱帯性低気圧は北上し、昨夜チッタゴンから南々西1220km(11.8' N, 88.5' E)でサイクロンになった。中心から56km以内では18~24mの強風とスコールになっている。 チッタゴン、コックスバザール、モングラ港は注意2信号にすること。 湾北部のすべての漁船と旅行者はサイクロン・シェルターに避難できるように海岸に近づいていること。 : : :
10	4/27	13:30	M注意2 ベンガル湾南部のサイクロン(994mb)は北に移動し湾中部に達し、12時には中心はチッタゴンから南々西1120km(13' N, 87.5' E)に位置している。今後さらに発達し、北または北々東へ移動する。中心から56km以内の範囲では18~24mの強風とスコールになっている。 チッタゴン、コックスバザール、モングラ港は注意2信号にすること。 湾北部のすべての漁船と旅行者はサイクロン・シェルターに避難できるように海岸に近づいていること。 : : :

No.	月日	時刻	内容	
15	4/28	14:20	M警報4	R警報2
<p>ベンガル湾中部のハリケーンなみの激しいサイクロンは北々東へ移動しながら発達し(975mb)、今日の12時にはチッタゴンから南西820km(15.7' N, 87.7' E)にある。今後、発達しながら、北々東へ20km/hで進む。中心から半径74km以内では43~49mの暴風になっている。</p> <p>チッタゴン、コックスバザール、モングラ港は警報4信号にすること。</p> <p>チッタゴン、ノアカリ、コミラ、バリサル、パトゥアカリ、クルナの内水港湾は警報信号2にすること。</p> <p>湾北部のすべての漁船、旅行者、住民は直ちに近くのサイクロン・シェルターに避難すること。</p> <p style="text-align: center;">: : :</p>				
17	4/28	21:30	M危険警報5	R警報3
<p>ベンガル湾中部のハリケーンなみの激しいサイクロンはゆっくり北上しながら発達し(970mb)、今日の午後6時にはチッタゴンから南西700km(16.8' N, 88' E)にある。今後さらに発達しながら、北々東へ20km/hで移動し、明日29日の深夜チッタゴン~コックスバザールの海岸に上陸する。明日朝から海岸は強風域になる。中心から半径74km以内では43~53mの暴風になっている。</p> <p>チッタゴン、コックスバザール、モングラ港は危険警報信号5にする。</p> <p>チッタゴン、ノアカリ、フェニ、ラミプール、シャンドプール、コックスバザール、パトゥアカリ、バリサル、バグナ、ピロジュプール、バゲラット、クルナ、サトカニア地域の内水港湾は危険警報信号3にすること。</p> <p>チッタゴン、ノアカリ、フェニ、ラミプール、コックスバザール、バリサル、バグナ、ピロジュプール、バゲラット、クルナ、サトカニアおよび内陸海岸部では10~15フィートの高潮の危険がある。</p> <p>湾北部のすべての漁船、旅行者、住民はサイクロン・シェルターに次の指示があるまでとどまれ。</p> <p style="text-align: center;">: : :</p>				
20	4/29	12:30	M重大危険警報10	R重大危険警報4
<p>ベンガル湾北中部のハリケーンなみの激しいサイクロンはゆっくり北上しながら発達し(960mb)、午前9時にはチッタゴンから南西450km(19' N, 89' E)、北々東へ25km/hで移動、今日深夜チッタゴン~コックスバザールの海岸メグナ付近に上陸するだろう。中心から半径74km以内では51~58mの暴風になっている。</p> <p>チッタゴン港は重大危険警報信号10、コックスバザール港は重大危険警報信号9、モングラ港は重大危険警報信号8にする。</p> <p>チッタゴン、ノアカリ、フェニ、ラミプール、コックスバザール、バリサル、バグナ、ピロジュプール、バゲラット、クルナ、サトカニア地域の内水港湾は危険警報信号4とする。</p> <p>暴風の影響で、夕方からチッタゴン、コックスバザール、ノアカリ、フェニ、ラ</p>				

No.	月日	時刻	内容
			ミプール, ボラ, パトゥアカリ, バリサル, バグナ, ピロジュプール, バゲラット, クルナ, サトカニアの海岸地方は、25m以上の風が吹き荒れる。 チッタゴン, コックスバザール, ノアカリ, フェンニ, ラミプール, ボラ, パトゥアカリ, バリサル, バグナ, ピロジュプール, バゲラット, クルナ, サトカニアの低地および内陸海岸部では高潮4~7mが押し寄せる。湾北部のすべての漁船, 旅行者, 住民はサイクロン・シェルターに次の指示があるまでとどまれ。 : : :
23	4/29	19:30	M重大危険警報10 R重大危険警報4 ベンガル湾北部のハリケーンなみの激しいサイクロン(960mb)は北々東へ移動し、午後6時にはチッタゴンから南西225km(20.8N, 90.4E)に達している。今後勢力を強めながら北々東へ35km/hで移動し、4~6時間以内にチッタゴン~コックスバザール沿岸のメグナに近い海岸に上陸する。中心から半径74km以内では51~58mの暴風雨となっている。 チッタゴン港は重大危険警報信号10、コックスバザール港は重大危険警報信号9、モングラ港は重大危険警報信号8である。 チッタゴン, ノアカリ, フェンニ, ラミプール, コックスバザール, バリサル, バグナ, ピロジュプール, バゲラット, クルナ, サトカニア地域の内水港湾は危険警報信号4とする。 暴風雨の影響で、チッタゴン, コックスバザール, ノアカリ, フェンニ, ラミプール, シャンドプール, ボラ, パトゥアカリ, バリサル, バグナ, ピロジュプール, ジャルカティ, ザルバゲラット, クルナ, サトカニアの海岸地方の25m前後の風速はサイクロンの接近で4~6時間の間50m前後の風が吹き荒れるだろう。 チッタゴン, コックスバザール, ノアカリ, フェンニ, ラミプール, シャンドプール, ボラ, パトゥアカリ, バリサル, バグナ, ピロジュプール, ジャルカティ, ザルバゲラット, クルナ, サトカニアの低地および内陸海岸部では高潮4~7mが押し寄せる。 すべての漁船, 旅行者, 住民はサイクロン・シェルターに次の指示があるまでとどまれ。 : : :
26	4/29	22:30	M重大危険警報10 R重大危険警報4 ベンガル湾北部のハリケーンなみの激しいサイクロン(940mb)は北東へ移動し、21時にはチッタゴンから南西72km(22N, 91.4E)に達している。今後勢力を強めながら北東へ35km/hで移動し、1時間以内にチッタゴン~コックスバザール沿岸のチッタゴン付近に上陸する。中心から半径74km以内では58~65mの暴風雨となっている。 チッタゴン港は重大危険警報信号10、コックスバザール港は重大危険警報信号9、モングラ港は重大危険警報信号8である。 チッタゴン, ノアカリ, フェンニ, ラミプール, コックスバザール, バリサル, バ

No.	月日	時刻	内容
			<p>グナ、ピロジュプール、バゲラット、クルナ、サトカニア地域の内水港湾は危険警報信号4とする。</p> <p>暴風雨の影響で、チッタゴン、コックスバザール、ノアカリ、フェンニ、ラミプール、シャンドプール、ボラ、パトゥアカリ、バリサル、バグナ、ピロジュプール、ジャルカティ、ザルバゲラット、クルナ、サトカニアの海岸地方の50m前後の風速はサイクロンの通過に伴い60m以上の風が吹き荒れるだろう。</p> <p>チッタゴン、コックスバザール、ノアカリ、フェンニ、ラミプール、シャンドプール、ボラ、パトゥアカリ、バリサル、バグナ、ピロジュプール、ジャルカティ、ザルバゲラット、クルナ、サトカニアの低地および内陸海岸部では高潮4~7mが押し寄せる。</p> <p>すべての漁船、旅行者、住民はサイクロン・シェルターに次の指示があるまでとどまれ。</p>
29	4/30	6:20	<p>M注意3 R注意2</p> <p>今日早朝チッタゴン付近に上陸したサイクロンは、午前6時にはラガマティの北50kmにあり、インド方面へ抜け衰弱するだろう。</p> <p>15~20mの北の風と強くバンダーバン、ランガマティ、カグラチャリィ、チッタゴン、コックスバザール、フェンニ、ベラ、パトゥアカリ、バリサルの内水港湾は注意信号2で危険である。チッタゴン港は重大危険警報信号10から注意信号3、コックスバザール港は重大危険警報信号9から注意信号3、モングラ港は重大危険警報信号8から注意信号3にする。</p> <p>すべての漁船、旅行者、住民はサイクロン・シェルターに昼までとどまれ。</p> <p>これで気象特別報は終り</p>

資料8 WMOによる気象関係職員のクラス基準

クラス	基準
Class I	学校教育を合計12年以上 大学で気象学を含む関連科目の修得を4年以上 国の気象機関で現場研修を6ヶ月以上
Class II	学校教育を合計12年以上 数学, 物理学, コンピューター・プログラミングを修得 Class Iレベルが指導する2年間の気象学研修 現場研修を6ヶ月以上
Class III	学校教育を合計12年以上 基礎科学と気象学の研修を10ヶ月以上 現場研修を4ヶ月以上
Class IV	学校教育を合計9~11年 地球科学と気象学の研修を6ヶ月以上 現場研修を4ヶ月以上

WMO (1987), Guidelines for the Education and Training of Personnel in Meteorology and Operational Hydrology; 3rd edition

資料9 バングラデシュの社会環境

(1) 生活環境

a) 人口

バングラデシュは、1989年の推定で世界第9位の人口を擁している。表1に示す同国の人口推移を見ると、80年代は年率2.2%で人口が増加している。人口の伸び率が最近鈍ってきているが、首都ダッカの人口は80年代前半に比べて後半に著しく増加している。

表1 バングラデシュの人口

	総人口	ダッカ人口
1974年	: 71,479,071	1,679,572
1981年	: 87,120,119	3,430,312
1984年	: 98,000,000	3,950,000
1988年	: 106,600,000	*
1991年	: 104,766,143	6,105,160

*:不明

Bangladesh Bureau of Statistics(1991)調べ

同国の人口密度は750人/km²であるが、なかでもベンガル湾に面した南部から東部にかけての人口密度が高い。

b) 宗教

国民の宗教別比率は次のようになっている。

イスラム教徒	: 86.6%
ヒンズー教徒	: 12.1%
仏教徒	: 0.6%
キリスト教徒	: 0.3%

このうち多数を占めるイスラム教徒は、宗教上の行事に伴う休日を太陰暦（イスラム暦）により定めている。太陰暦は太陽暦と比較して1年がやや短いので、太陽暦と比べて宗教上の休日毎年ずれてゆく。たとえばラマダン（断食月）や宗教休日はこうした太陰暦に依存する行事なので、工事計画の策定においては考慮を要する。

c) 経済

バングラデシュ経済の基盤は農林水産業であり、国内総生産（GDP）の約40%を占める。なかでも最大の農業生産物は米であるが、度重なる災害で国内自給態勢には至っておらず、毎年の米輸入が国際収支圧迫の一因になっている。一方、ジュートおよびジュート製品は同国の重要な輸出品目になっている。

80年代半ばまではこうした農業生産が順調に推移していた。しかし、1987年・1988年と続いた洪水による被害が癒えぬ内に、1990年8月に「湾岸危機」が勃発し、国際的な石油価格の変動や、湾岸地域へ出稼ぎしていた人々が解雇され同国向け送金が減少したことなどにより、同国経済にも大きな打撃を与えた。さらに1991年4月にサイクロン災害が加わったため、同国のGDP成長率は当初の計画を大幅に下回ると予想されている。

表2 国内総生産の分野別占有率

分野	1985-86	-87	-88	-89	-90
農林水産業	41.34	39.84	38.43	37.08	38.25
農業	32.87	31.55	30.13	28.82	30.30
林業	2.69	2.53	2.64	2.64	2.53
畜産業	2.86	2.89	2.84	2.86	2.78
漁業	2.29	2.87	2.82	2.76	2.64
鉱業	0.001	0.001	0.001	0.001	0.02
工業	9.69	10.04	9.82	9.84	9.90
大企業	5.20	5.67	5.55	5.56	5.77
中小企業	4.49	4.37	4.27	4.28	4.13
建設業	5.40	4.53	6.04	6.18	5.98
電力・ガス・上下水道	0.62	0.73	0.82	1.04	1.12
運輸・倉庫・通信業	11.10	11.83	11.93	12.13	11.86
流通	9.28	9.13	9.15	9.36	9.04
不動産業	7.87	7.81	7.83	7.89	7.64
公共事業・防衛	3.76	3.89	4.08	4.25	4.09
金融・保険業	2.05	2.08	2.05	2.02	1.92
その他	8.89	9.12	9.85	10.21	10.18

単位：%， Bangladesh Bureau of Statistics(1991)調べ

(2) 運輸事情

同国の気象事業は以下の運輸・交通分野で大きな関わりがある。また、本計画遂行上もいくつかの運輸事情に考慮しなければならない。

a) 航空

航空輸送は、定期便による旅客輸送を中心にバングラデシュ国内の主要都市間を結ぶ長距離輸送を担っている。また災害発生時には、救援物資、援助隊員の輸送や傷病者の救出等に活躍し、迅速に被災地に近づく手段として重要性が高い。

離着陸はもとより飛行中も、航空機は安全確保や経済的運航のため気象情報を活用している。

b) 鉄道

鉄道の総延長は約2,900 kmであり、イギリス統治時代の資産を受け継いだものである。土盛りした上に線路は敷かれているが、洪水や浸水により路盤が侵食され易い状況にある。その維持管理は安全運行にとって重要である。

c) 陸運

主要道路の舗装延長は1989年現在12,960 kmであり、1977年以来12年間で2.8倍に延長された。輸送の手段は、中長距離に乗用車・バス・トラックが利用され、都市部の短距離では乗用車のほか力車または動力付きのオート力車が利用されている。

同国は河川面積が国土の10%近くを占めるため、主要道路は河川による中斷箇所が多く、フェリー・ポートによりそれを補っている。また、同国の河川は季節によっては氾濫することが多いため、本計画での機材の陸上輸送は、通行条件の良い乾季に計画することが好ましい。

d) 水運

陸上交通事情が季節によって変わるため、水運が同国内の中長距離輸送の主力となっている。

ただし、強風や高波により船舶が転覆する事故がしばしば発生し多くの犠牲者がでるため、内水面を航行する定期客船をはじめとして全ての船舶にとって、安全運航のための気象情報の充実が必要である。

(3) 通信事情

バングラデシュにおける1990年現在の通信事情は表3の通りである。ラジオは139人に1台、またテレビは224人に1台の割合で普及している。

表3 バングラデシュの
通信施設・機器普及状況

郵便局：7,982ヶ所
電報局：1,151ヶ所
電話機：206,000台
ラジオ：775,000台*
テレビ：482,000台

*印：1985年，他1990年現在
Bangladesh Bureau of Statistics(1991)調べ

電気通信の分野では主要都市間を結ぶ幹線の整備が進んでおり、ダッカー-チックゴン間あるいはダッカー-クルナ間などの回線は品質・信頼性ともに良好である。一方、地方中心都市と周辺の農村を結ぶ回線や電話局と各戸を結ぶ市街回線は、品質・信頼性とも改善の余地を残している。

(4) 電力事情

発電が需要に追いつかないことが多く、不定期の停電や電圧・周波数の不安定が頻繁にある。同国における最近の電力事情を表4に示す。

表4 バングラデシュの電力事情

年	1987	1988	1989	1990
発電容量(MW)	1,607	2,146	2,365	2,352
最大電力需要(MW)	1,084	1,317	1,393	1,509
発電量(10 ⁶ kWh)	5,587	6,541	7,115	7,732
消費電力量(10 ⁶ kWh)	3,485	3,772	4,695	5,258
送電線総延長(km)	2,479	2,527	2,625	2,625
配電線総延長(km)	50,151	57,627	63,261	69,921

Bangladesh Bureau of Statistics(1991)調べ

資料10. 収集資料リスト

- 1) 1991 Statistical Year book of Bangladesh
Bangladesh Bureau of Statistic
- 2) Directory
Institute of Architects Bangladesh
- 3) Three Year Rolling Programme (1991-92 to 1993-94)
Planning Commission Programming
- 4) Annual Development Programme 1991-92
Planning Commission
- 5) Mid-Term Review of the Third Five Year Plan 1985-90
Planning Commission
- 6) Small Area Atlas of Bangladesh Mauzas and Mahallahs of Khulna District and Patuakhali District
Bangladesh Bureau of Statistics
- 7) Bangladesh Economic Survey 1989-90
Ministry of Finance, Finance Division
- 8) Building Construction Laws Second Edition, 1989
Syed Lutfor Rahman, Soilur
- 9) Cyclone '91 An Environmental And Perceptonal Study
Bangladesh Centre For Advanced Studies
- 10) Report of the Task Forces on Bangladesh Development Strategies For The 1990's
Volume One - Four
Policies For Development
- 11) Patterns, Levels, Trends in Mortality And Regional life Tables For Bangladesh
: Evidence From Sample Vital Registration System 1981-88
Bangladesh Bureau of Statistics

JICA