

カザフスタン共和国
チーム派遣協力
「アルマティ市における地震防災及び
地震リスク評価に関するモニタリング向上」
事前調査報告書

平成 12 年 6 月

JICA LIBRARY



J1164101(6)

国際協力事業団
アジア第二部



地 二
J R
00 - 005

カザフスタン共和国

チーム派遣協力

「アルマティ市における地震防災及び
地震リスク評価に関するモニタリング向上」

事前調査報告書

平成 12 年 6 月

国際協力事業団

アジア第二部



1164101[6]

序 文

カザフスタンは領土の南部、東南部に多数の活断層を有し、過去に大規模な地震により多くの生命と財産が失われています。しかし、地震分野での研究、災害対策の整備に対する必要性・緊急性が非常に高いという事実がある一方で、設備、技術とも立ち後れている状況にあります。地震研究所はカザフスタンの地震・強震観測網等の地球物理学的モニタリングネットワークを整備・増強し、それらで得られる基礎データをもとに地震災害対策を推進する役割を担っていますが、機材の老朽化と情報・知識不足のためにその活動は順調には進んでいません。

このような状況下、カザフスタン政府はわが国に対し地震モニタリング技術向上にかかる専門家チーム派遣協力を要請してきました。これを受けて平成 11 年 8 月に事前調査団を派遣し、カザフスタン側と協議を行い、ミニッツを取り交わし、平成 12 年 3 月から 3 年間にわたるチーム派遣協力を開始することになりました。本報告書は同調査団の調査・協議結果を取りまとめたものです。ここに調査にご協力いただいた関係各位に心から感謝の意を表するとともに今後のご支援をお願いする次第です。

平成 12 年 6 月

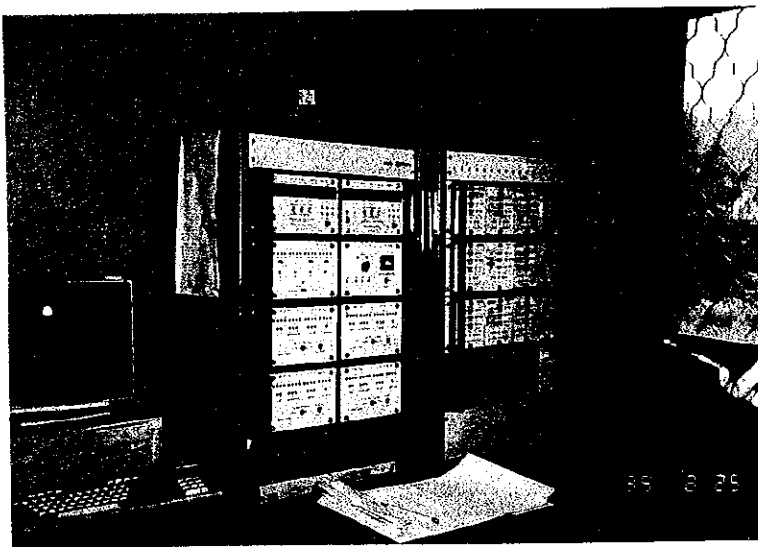
国際協力事業団
理事 泉 堅二郎



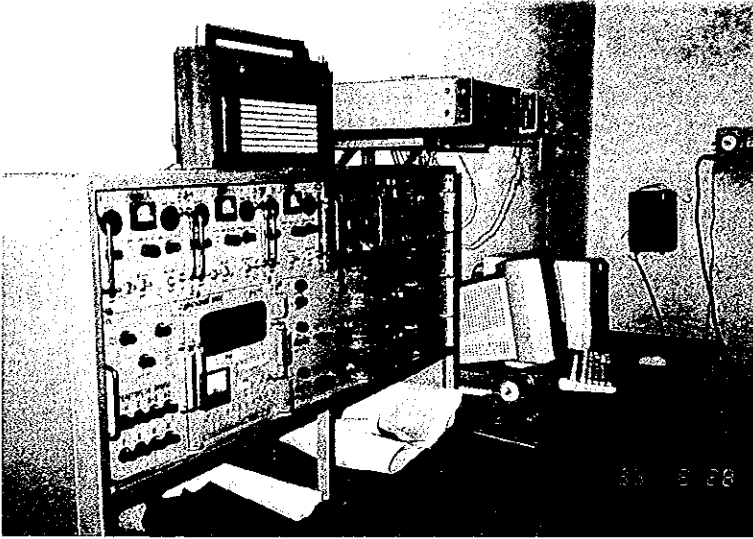
地震研究所



地震研究所



地震研究所



地震研究所



Maitube 観測所



解析の様子

目 次

序 文
写 真

第1章 調査団概要	1
1-1 要請の概要	1
(1) 要請背景	1
(2) 要請内容	1
1-2 調査団概要	1
(1) 調査団構成	1
(2) 調査日程	2
(3) 調査目的	2
(4) 調査方針	2
第2章 調査結果概要	4
2-1 要約	4
2-2 個別打ち合わせ記録	5
(1) カザフスタン改革戦略開発庁ODAアドバイザー専門家との打ち合わせ	5
(2) カザフスタン国立地震研究所にての顔合わせ	5
(3) 科学高等教育省表敬	6
(4) 国家非常事態委員会表敬	6
(5) カザフスタン国立地震研究所「Maitube地震観測所」視察	7
(6) 地震研究所からの聞き取り調査	7
(7) 第1回ミニッツ協議	8
(8) 第2回ミニッツ協議及び署名	10
(9) 実施手続き等に関わる打ち合わせ	10
2-3 協力計画	11
(1) 名称	11
(2) 協力期間	11
(3) 相手国側実施機関	11
(4) 協力の目的	11
(5) 日本側投入計画	11

(6) 各分野別協力内容	12
1) 強震観測分野	12
2) 高感度地震観測分野	14
3) GPS観測分野	35
2-4 協力にあたっての留意事項	42
(1) 研究所の人員	42
(2) 供与機材	42

資料

1. 要請案件調査票	45
2. ミニッツ (写)	51
3. PDM	58
4. 機材導入計画 (団内資料)	59
5. 地震研究所作成資料	60
6. “Emergency Service of Kazakhstan” : カザフスタン国家非常事態委員会の紹介	75

第1章 調査団概要

1-1 要請の概要

(1) 要請背景

カザフスタンは領土の南部、東南部に多数の活断層を有し、本邦同様過去に大規模な地震災害を経験している。

昨年度同国国立地震研究所に地震分野の指導をする短期専門家を派遣したところ、同国において地震分野での研究、災害対策の整備に対する必要性・緊急性が非常に高いという事実がある一方で、設備、技術とも立ち後れていることが判明した。同研究所は同国の地震・強震観測網等の地球物理学的モニタリングネットワークを整備・増強し、それらで得られる基礎データをもとに地震災害対策を推進する役割を担っているが、機材の老朽化と情報・知識不足のために計画の実行に支障をきたしている。

そこで、地震分野で深い経験を持つ我が国に専門家のチーム派遣によるソフト面、ハード面双方からの協力を要請越した。

(2) 要請内容

別添要請案件調査票参照

1-2 調査団概要

(1) 調査団構成

氏名・分野	所 属
難波 緑 総括	国際協力事業団 地域部準備室（実施部門） 東アジア・中央アジアグループ課長代理
横井 俊明 強震観測・地震工学	建設省建築研究所 国際地震工学部 応用地震学室 室長
上垣内 修 高感度地震観測	気象庁気象研究所 主任研究官
今給黎 哲郎 GPS地震観測	建設省国土地理院 測地観測センター 地震調査官
田村 えり子 協力企画	国際協力事業団 地域部準備室（実施部門） 東アジア・中央アジアグループ
油本 博 通訳	(財) 日本国際協力センター

(2) 調査日程

日程(曜日)	行程
8/22(日)	調査団(横井団員以外)成田発(10:20、LH711便)
8/23(月)	調査団(横井団員以外)アルマティ着(22:25、LH648便) 稲垣専門家打ち合わせ
8/24(火)	地震研究所訪問 科学技術高等教育省表敬 国家非常事態委員会表敬 在カザフスタン日本大使館表敬 横井団員成田発(13:30、OZ101便)
8/25(水)	横井団員アルマティ着(1:40、OZ5775便) カザフスタン共和国国立地震研究所視察、調査
8/26(木)	カザフスタン共和国国立地震研究所視察、調査
8/27(金)	ミニッツ協議、署名
8/28(土)	地震観測所視察
8/29(日)	資料整理
8/30(月)	今給黎団員アルマティ発(5:05、LH647便) 在カザフスタン日本大使館報告
8/31(火)	難波団長、上垣内団員アルマティ発(5:05、LH647便) 今給黎団員成田着(7:50、LH710便) 横井団員、田村団員、油本団員、地震研究所にて詳細打ち合わせ
9/1(水)	横井団員、田村団員、油本団員アルマティ発(3:10、OZ5785便) 難波団長、上垣内団員成田着(7:50、LH710便) 横井団員、田村団員、油本団員成田着(15:40、JL952便)

(3) 調査目的

本件チーム派遣につき、本年度中の協力開始に先立ち、特に機材供与に必要な情報収集、先方実施体制の調査とともに、先方実施機関と協力計画を協議し、投入計画、協力目的等を記した協力概要案についてミニッツを締結する。

(4) 調査方針

2000年3月1日からの協力開始に向けて、協力の基本的枠組み(実施機関、実施体制、協力内容、協力期間、両国の取るべき措置、投入計画等)を双方で確認する。

- 1) 先方組織、体制、人員配置
- 2) 現存の観測設備の仕様

- 3) 観測の目的
- 4) 現存の観測設備の問題点
- 5) 今後の計画

第2章 調査結果概要

2-1 要約

(1) 本件協力は小規模ながら当国では初めてのプロジェクト方式での投入であり、本調査団はまずカザフスタン側に我が国技術協力の理念、仕組み等を理解せしめることにも重点をおいたが、これについてはカザフスタン側の基本的理解を得られ、ローカルコスト負担等についても応分の投入を行うとの回答を得た。

ただし、本年1月より実施機関であるカザフスタン国立地震研究所が財政上独立行政法人化していることが今次調査で判明したため、日本側としても同研究所のステイタス、ローカルコスト負担問題等今後注意しつつ協力を実施して行く必要がある。

(2) カザフスタン国立地震研究所は、カザフスタン国内で地震研究を系統的に行っている唯一の機関であり、独立行政法人化された現在も運営、研究予算の主要部分を国庫に頼っている。

また、同研究所は、整備された独自の観測網を以て観測データを収集分析し、長期、短期の地震予測、研究成果、観測データを国家非常事態委員会等官公庁、大学等に提供することにより、学術面のみならず、行政の行う地震防災対策への貢献を通して、地震被害の軽減に重要な役割を果たしている。

今次調査ではこのような位置付けが確認できたため、同研究所を協力相手方実施機関とすることは妥当であると判断された。

(3) 本件専門家チーム派遣に関しては、同研究所の活動計画の中でも、特に地震観測技術近代化に対する支援要望に応える形で実施しようとするものであり、今次調査でも、昨年8月派遣された短期専門家報告と同様、当該研究所が地震観測分野においては、旧ソ連式観測手法・機材を使いながらも理論的、実践的共に比較的高いレベルに達しており、観測システムも堅実に維持、運営されていることが確認された。

ただし、今後、世界レベルにより近い精度を以て、地震観測データモニタリングを行おうとすると、現行の観測手法、研究・技術者の知識範囲では限界があり、我が国の支援が必要であることが確認された。

(4) 同研究所は約400名の人員を擁しており、その内研究者は目下60数名で、経験を積んだ高いレベルの研究者から中堅研究者、大学院を出たばかりの若手研究者、また観測技師等、我が国専門家等が指導するに妥当な人材が存在している。

(5) 第三国との協力については、中国、N I S 諸国等近隣国と観測データ相互交換を行っている。また、96 年までは米国の大学と研究のためのデータ交流を行っていたが、現在は途絶えているとの研究所側からの説明があった。

2-2 個別打ち合わせ記録

(1) カザフスタン改革戦略開発庁 O D A アドバイザー専門家との打ち合わせ

実施日時：平成 11 年 8 月 23 日（月）20：30～21：00

出席者：カザフスタン O D A アドバイザー 稲垣専門家

要旨：

稲垣専門家から本件事前調査団による「カ」側実施機関である地震研究所との協議に先立ち、下記の説明、レコメンデーションがなされた。

地震研究所は科学技術高等教育省の管轄下であり、予算も同省より配分されているものと思われる。要請書も同省を通じて提出されており、今後ローカルコストの負担、専門家のステイタス、機材供与時の税関の問題もあるため、同省のしかるべき人員をコサイナーとしてミニッツに裏書き署名させることを強く勧める。

なお、要望調査票にて所管官庁として記載されている科学アカデミーは同省の一部であり、学者の交流会のような組織で実質的な行政上の権限はないかと思われる。

また、内務省の管轄する国家非常事態委員会は実際に発生した災害に対応する機関であり、地震研究所は毎日「カ」国の地震データを送付している。本件協力は同委員会から J I C A 集団コースに参加した研修員から発案されたものでもあるため、同委員会も訪問してほしい。

(2) カザフスタン国立地震研究所にての顔合わせ

実施日時：平成 11 年 8 月 24 日（火）10：00～11：45

出席者：A. K. Kurskeev 所長 他副所長、部長レベル 9 名

（平成 11 年度集団コース参加予定者 2 名を含む）

稲垣専門家、団員 6 名

要旨：

所長より歓迎の辞、同研究所の概要紹介、本件協力への期待等について言及あった。

1) 研究所の概要・目的紹介

「カ」国はアジアにおいて最も地震発生リスクの高い地域に存在しており、過去にマグニチュード 8 以上の地震が発生、1911 年にはアルマティ市がほぼ壊滅する震災を経験している。本地震研究所は地震観測、予測体制の強化を目指している。

2) 日本の協力への期待

地震観測システムの構築、技術者の養成、機材を利用するデータの処理技術について協力を依頼したい。特に同研究所が観測業務で依拠している機材が旧ソ連式であり、近代的な地震観測手法を取り入れようとしても果たせない状況にあるので、ぜひ近代的観測機材の導入を支援してほしい。

これに対し調査団から、我が国技術協力の趣旨を説明したうえ、今次調査では、同地震研究所が主体的に進めようとしている近代化計画のどの部分を日本側で支援できるか検討したい旨コメントした。また、ミニッツに科学技術高等教育省もサインすることについて、地震研究所のコメントを求めたところ、同研究所もサインの必要を認めため、同省も署名する方向で調整することとした。

(3) 科学高等教育省表敬

実施日時：平成 11 年 8 月 24 日 (火) 12:00~12:20

出席者：N. K. Drobgeev 次官

A. K. Kurskeev 所長

稲垣専門家、団員 6 名

要旨：

調査団より訪問の目的、日本の技術協力の趣旨等を説明、併せて同省が予算配布、管轄権限を有する地震研究所と日本側専門家派遣協力が開始された場合の予算、人員措置、要請書の提出等について協力依頼を行った。

また、ミニッツへの署名を打診したところ、同次官はこれに基本的に同意、署名前にミニッツ案に目を通したいとのコメントがあった。また、地震研究所と日本側との協力が開始された暁には全面的なバックアップを約束するとの発言があった。

(4) 国家非常事態委員会表敬

実施日時：平成 11 年 8 月 24 日 (火) 14:30~15:40

出席者：N. K. Bizhanov 第一次官、N. K. Panzabekov 国際協力担当

A. K. Kurskeev 所長

稲垣専門家、団員 6 名

要旨：

第一次官より同委員会の概要説明がなされた後、同委員会としても本件協力を何らかの形で支援したいとのコメントがあった。

- 1) 同委員会は自然災害、人災の両方について、非常事態法に基づき、非常事態の予防、対策を中心とした活動を行っている。
- 2) C I S 12ヶ国で構成される国家間非常事態委員会にも参加しており、特に地震学、耐震構造の分野でイニシアティブを持っている。トルコ地震への緊急援助として医師の派遣、医薬品の提供も実施した。「カ」国への協力は将来的には周辺国へも効果が及ぶだろう。

これに対し調査団からは同次官の発言に謝意を表すとともに、本件調査団の来「カ」目的の紹介に併せて各観測分野を担当する団員から日本の現状、各団員の所属する組織について説明し、同委員会と活発な情報交換を行った。

(5) カザフスタン国立地震研究所「Maitube 地震観測所」視察

実施日時：平成11年8月25日（水）9：00～13：00

出席者：「カ」側（2）と同様

団員6名

要旨：

地震研究所から約60～70km、車で約1時間の距離にある同観測所は、1981年より開設され、5名の職員が交替制で高感度地震観測、地球物理学的観測を行っている。実際に観測機器を視察し、具体的な地震データ観測／伝送方法について詳細な説明を受けた。

(6) 地震研究所からの聞き取り調査

実施日時：平成11年8月25日（水）15：00～17：30

平成11年8月26日（木）9：00～12：00

出席者：「カ」側（2）と同様

団員6名

要旨：

高感度地震観測（上垣内団員）及び強震観測（横井団員）、GPS観測（今給黎団員）各分野における現状、観測システム近代化計画の概要を研究所の該当研究者から聞き取り調査を行った。

一方、同所の活動全般に対する質問に対し、同所長より以下の回答があった。

1) 地震データの処理、活用システムの現状

観測所より研究所に伝送された地震データは、研究所にて分析され、毎日国家非常事態委員会に報告される。併せて同委員会にはカザフスタン大学、地質省等の関連機関と協議、同研究所の取りまとめのうえ、1週間毎に地震予測についての報告がなされ、1年に1回地震予測とそれに対する提言も行う。

2) 人事

同所長は科学高等教育大臣より2002年末までの任期で任命されており、大過なければ再任(5年間)可能。地震研究所の職員は1年毎に契約している。予算の状況により、観測所の数を増減させ、人員数を調整しており、昨年は観測所数を減らし一部の職員を解雇している。

3) 同所に対する他国からの協力

米国のチームが1992年から1996年まで年1回数日程、地震カタログ等の情報交換のために来訪していた。同米国チームは主にセミパラチンスクで活動しておりロシアの科学アカデミーにGPSデータを提供している。

キルギスとは年1回、GPSの共同観測を行っており、職員が中国、イタリア、ドイツ等でシンポジウムに参加し分析方法等を学んでくることもある。

4) 予算

会計年度は1月～12月末。政府から与えられた特定研究テーマに対し報告を行う。研究テーマが広範で数年にわたる時は毎年20～30ページ程度のPROGRESS REPORTを提出する。また、毎年科学高等教育省により、学術成果、対費用効果について監査が行われている。

予算は複数年度まとまって大臣と契約し、1997年～1999年度は3年で250万米ドルの予算規模となっている。しかしこれでは不十分であるため、地震発生リスクを表示した地図を関係省庁、学術機関等に提供し、その代価で所轄官庁から割り当てられる予算の2倍以上の金額の収入を得ている。

(7) 第1回ミニッツ協議

実施日時：平成11年8月26日(木) 14:00～16:15

出席者：「カ」側(2)と同様

団員6名

要旨：

調査団より、これまでの情報収集をもとに作成した協力計画案(専門家派遣、研修員

受入、機材供与)を提示した。

1) 総括

同研究所の高いレベル、堅実な組織運営体制に感銘を受けた。効率的協力が行える可能性がある。チーム派遣協力として協力内容、規模が適正であればミニッツに署名したい。

2) 高感度地震観測

同研究所から提示された観測システム改善案は素晴らしいものであるが、限られた協力期間内で達成目標を明確化するという観点から、改善案を3段階に分けて考え、このうち第1段階について協力が行えると思われる。本第1段階が完了すれば将来的にはスムーズに第3段階まで移行できると考えられる。

第1段階 アナログ地震データのデジタル化

第2段階 デジタル地震データをリアルタイムで研究所にテレメーターで送付

第3段階 リアルタイムで送付されたデータを使用し、迅速かつ自動的に震源計算を行う

3) 強震観測

研究所の計画は合理的な改善案であり、専門家チーム派遣による人材育成を行うことが妥当。指導に使う機材については予算の許す範囲内となるが、機材設置時に第1回専門家を派遣、その1年後にある程度データが蓄積された時点で解析指導専門家を派遣することが妥当。また、既存の集団コースを活用してカウンターパート研修を行うことが効果的と思われる。

4) GPS観測

同研究所はキルギスと1992年より共同観測を行っているが、機材はキルギスのものであり同研究所の関心のある地域すべての観測ができないという現状が確認できた。「カ」側は観測キャンペーンに参加するだけでデータ分析はキルギスで行っているという実情を踏まえ、同研究所独自でGPS観測計画の立案、観測実施、データ分析、解釈というひとつおりの活動を実現できるようになることが肝要と考える。については、いきなり連続観測ではなく、繰り返し観測から着手することが必要である。カウンターパート研修員受け入れにより日本で上記の流れを習得し帰国、然る後専門家が現地で指導を行うことが望ましい。

上記説明の後、「カ」側国立地震研究所所長より、日本側協力案に大筋で合意する旨、また、協議終了後検討のうえ、翌日ミニッツに署名したいとのコメントがあった。

(8) 第2回ミニッツ協議及び署名

実施日時：平成11年8月27日（金）10：00～12：20

出席者：「カ」側（2）と同様

団員6名

要旨：

「カ」側英文組織名、役職名の変更について先方より指摘があり（地震研究所は今年1月より独立行政法人となり、同所長の肩書き等が一部変更された）修正の後署名を行った。

(9) 実施手続き等に関わる打ち合わせ

実施日時：平成11年8月27日（金）14：00～16：00

出席者：「カ」側（2）と同様

団員6名

要旨：

調査団より、ミニッツ署名後専門家チーム派遣協力実施にいたるまで各ステージ、必要手続き等を説明した。

2-3 協力計画

カザフスタン国立地震研究所、科学技術高等教育省、国家非常事態委員会における調査、協議の結果、本件調査団として我が国専門家チーム派遣による協力が妥当かつ可能と判断されたため、以下の協力計画に関し、カザフスタン側実施機関とミニッツを署名交換した。

(1) 名称

「アルマティ市における地震防災及び地震リスク評価に関するモニタリング向上」

(2) 協力期間

2000年3月1日～2003年2月28日

(3) 相手国側実施機関

カザフスタン国立地震研究所

(4) 協力の目的

カザフスタン国立地震研究所が先進的手法による地震データ収集、分析を継続的、効率的に行えるようになるため、

- 1) 強震観測
- 2) 高感度地震観測
- 3) GPS観測

分野での専門家チーム派遣、研修員受け入れ並びに必要な機材の供与等を通して人材育成を行う。

(5) 日本側投入計画

1) 長期専門家

地震防災

人材育成・機材計画

(地震防災、人材・機材計画2分野のうち少なくとも1人、人選可能であれば各々の分野で1人ずつ派遣)

2) 短期専門家

強震観測 1～2名

高感度地震観測 1～2名

GPS観測 1～2名

3) 研修員受け入れ

強震／高感度地震観測分野	2～4名
G P S 観測分野	1～2名

4) 機材

強震観測、高感度地震観測、G P S 観測の各分野で専門家指導に必要な機材の導入を行う。

(6) 各分野別協力内容

1) 強震観測分野

a) 現状

カザフスタン国立地震研究所の地震工学分野担当である T. Abakanov 氏、観測部の長である R. T. Beisenbaev 氏、及び Y. Romahov 氏・A. D. Dosymov 氏等の観測担当者から、主に強震観測に関して現状と将来計画及び電気・通信事情等に関して協議した。

先方は、アルマティ市内に 12 点、3 地方都市 (Taraz, Shymkent, Taldikurgan) に各 1 点ずつ強震計の配備を計画しており、その目的は各地区での地盤の地震応答特性を把握し、マイクロゾーンネーションや都市の地震危険度評価、また耐震基準の改良に利用することである。震度の常時モニタリング等のリアルタイム化が必要な使用目的は想定されていない。

今回この分野で先方が日本の援助に期待しているのは、主として強震計の供与と保守・管理技術の移転、また強震データを使った地震工学研究の促進である。収集した強震データの解析ソフト (図化、応答スペクトル等) についても援助の要請があった。加えて、これからも日本の地震工学・耐震工学の研究者・実務者との交流を望む旨の申し入れもあった。先方の目的と希望に基づいて、適切な機材と短期派遣専門家や本邦研修用の要請書提出のタイミング等、留意事項について助言を行った。

現在、同研究所での強震観測業務は、主に光学フィルムに記録するアナログ方式で行われ、データ処理に際しては印画紙に方眼紙をあててデジタル化した記録を使っている。何点かの観測点は、他国からの援助機材でデジタル化されているが、アルマティ市内等では、未だにこの状態である。この方式で得られたデジタル強震記録は分解能が低く、特に長周期側で信頼性が低く、同研究所での地震工学の研究・地震災害対策の発展を阻害していると考えられる。先ず、これらの強震計をデジタル機器に置き換え、観測システムを近代化する必要がある。その為に、強震観

測システムの供与と補修・維持管理技術、データ処理技術を移転する必要がある。移転する技術が、機材に直接関係するものと、専門教育を必要とするものに分かれる為、次の様に別々の対応が考えられる。

b) 各スキーム別協力内容

(ア) 専門家派遣

2000 年秋頃になると予想される強震観測システムの到着・設置時に合わせて強震計メーカーから短期専門家を派遣して、設置・補修・維持管理技術を移転する。この時期には、既に本邦研修を終えた若手研究者が基本的なデータ処理技術及び背景となる地震学・地震工学の知識を習得して帰国しているはずである。彼らが、短期専門家と指導を受ける技術者との間を繋ぐ役割を担うと期待できる。短期専門家が直接指導する観測点以外では、同研究所の技術者が自力で設置作業を行う。その後、強震データの蓄積を待って、2002 年春頃に強震観測を専門分野とする短期専門家を派遣して、設置状況のチェックや観測体制をさらに改良する為の助言を行う。

(イ) 研修員受入

集団研修「地震・耐震工学」に年間 1 乃至 2 名の若手研究者を受け入れ地震学・地震工学の専門教育を行い、これらの分野の基礎知識とデータ処理技術を習得させ、併せて研究指導も行う。これと並行に、カウンターパート研修として、同研究所の指導的研究者を招聘し視察型の研修により日本の研究・技術レベルと地震災害軽減への戦略を理解させる。

(ウ) 機材供与

今回要請された機材である強震観測システムは、地震工学研究や耐震基準改良の為の基礎データを供給するのに加えて、アルマティ市等人口密集都市の地盤の地震応答を実証的に求める役割をも期待されている。一方、天山山脈から排出される土砂の堆積層上に位置するアルマティ市では複雑な地下構造とそれによる地盤応答特性の複雑な分布が予想される。故にアルマティ市内に、高密度の強震観測網を設置する必要がある。また、他の小都市にも配置が必要である。加えて、データ回収や維持管理作業の為にノートパソコンが各都市に、解析作業用のパソコンと表示解析用・スペクトル解析用ソフトウェアが研究所内に必要である。もちろん強震計の補修用部品・工具も必要である。従って、カザフスタン地震研究所から出された強震観測システム供与に関する要請は妥当なものと考えられる。

数量：

強震計（3成分）	15台
補修用部品・工具	1式
表示解析用ソフト	1セット
スペクトル解析用ソフト	1セット
ノートパソコン	4台
パソコン	1台

要求される仕様：

この地域の地震活動は比較的活発で年10回程度の有感地震があるので、弱震まで取る必要は無く、通常の強震計としての設定で充分記録が得られると考えられる。故に、分解能としては18bit (108db) が確保されていれば充分である。現地の電話事情・使用目的・分布の範囲・データ回収要員が確保できる事等から、ダイヤルアップ等でネットワーク化する必要は当面ないが、将来に備えた拡張性を確保する為に、RS232C インターフェースが有るのが望ましい。補助記憶媒体は、大容量・安価かつ入手が比較的容易で通常のノートパソコンで読み出しの可能なPCMCIAフラッシュメモリーカード等が望ましい。また、電気事情が悪い所もあるので、36時間程度（場所によっては72時間程度）は停電時でも観測を持続する為のバックアップ電池を備える必要がある。またカザフスタンの交流電源は220V, 50Hzであるので、この環境で使用可能である必要がある。加えて、維持管理技術の移転の便宜を考えると、少なくとも本邦内で技術者の派遣を含むサポート体制を取っているメーカーの製品が望ましい。表示解析用・スペクトル解析用ソフトウェアは、Windows95/98上で動作可能で供与される強震計に対応している必要がある。パソコン・ノートパソコンはIBM互換機でPCMCIAスロットを持ち、Windows95/98を搭載している必要がある。

2) 高感度地震観測分野

a) 現状

昨年度横井団員が実施した調査により、強震観測以外に係わる地震観測網についてはSKM及びSKDと呼ばれる旧ソビエト連邦時代の標準型地震計が主力として現在も使用されていることがわかっている。SKM及びSKDは、米国がソ連の地下核実験の探知・同定を目的として西側諸国に展開したWWSN (World Wide Standard Seismograph Network) の短周期及び長周期地震計におのおの対応した性

能を有する。いずれも、対象とする周期帯域で地動変位に比例した出力を有する直結型電磁式地震計で、記録は光学式である。外観や性能の詳細は昨年度総合報告書に記述されている。SKM及びSKD地震計の分布を図1及び図2に示す（昨年度報告書より抜粋）。

これらの観測点のうち、SKMを有する観測点として実際に取材したMai-tube観測点の例では、5名からなる観測体制を敷いていた。1名は所長で、所員は2名ずつの班を組み、2班が15日間ずつ交代で観測所に泊まり込み、24時間体制で観測を行う。すなわち、後述する地震発生時の緊急作業は夜間、休日を問わず行われている。

各地震観測点における作業の流れは以下のとおりである。震源計算に用いる地震計は周期1.5秒まで地動変位に対してフラットな特性を有するSKM電磁式地震計で、光学記録方式で連続記録されている。刻時装置（写真2）は短波ラジオの時報サービスにより校正されており、紙送り速度10cm/min程度の記録紙に1分毎にタイムマークを刻んでいる。地震波到着時刻は、現像された印画紙（写真3）に最小目盛り1mmのものさしをあてて計測されるため、読み取り精度は最も条件の良い場合でも0.1秒よりも悪いと考えられる。光学記録紙は最終保存媒体であり、大きな地震が発生しなければ1日に2回交換され、常時これを見ることはできない。地震発生モニターは、別途モニター用に用意された簡単な地震計の出力を用い、アナログロジックのトリガー判定によるブザーの鳴動及びランプの点灯、並びに低速紙送りの波形インク出力により行う。

ある条件を満たす地震（MSK震度4.5以上といていた）が発生した場合は、光学記録のドラム（写真4）が1回転するのを待って（7分程度）記録紙をはずし、現像のうえ、ものさしにより波形の読み取りを行う。読みとられた地震波到着時刻や振幅等の情報は、電話又は無線により口頭で地震研究所に報告され、緊急震源計算に利用される。彼らはこれをoperative dataと呼んでいる。緊急震源計算は地震発生から30分から1時間で行われ、その結果は国家非常事態委員会（資料参照。なお、カザフスタンの国家非常事態委員会とともに、近隣諸国家間の非常事態委員会も組織されている。これについても別途資料を入手した。）にすみやかに報告されている。

また、条件を満たす地震発生の有無にかかわらず、1日1回観測所において、前日の読み取り可能なすべての地震について、発生回数のカウントや地震波の検測が行われ、地震研究所への口頭報告が行われる。それを使ってすべての地震の震源計算が行われ、非常事態委員会に毎日報告されており、地震の短期予知のための判断材料となっている。

さらに、彼らが complete data と呼ぶデータのひとつである地震光学記録紙は、定期的（1～2週間毎）に車で地震研究所に回収され、最終的な験測を経て保存される。

地震カタログについては、隣接国との協定に基づいたデータ交換により集められる中国やキルギスの観測点の読み取りデータもあわせ、再計算されたものが最終成果物となる。この地震カタログの作成には約1ヶ月を要している。これらの成果は慣例によりオブニンスクにも報告され、より広域をカバーする地震カタログの作成に利用されている。

昨年度調査では明らかにされていなかったことであるが、地震波形データの地震研究所へのテレメータについては、1990年以降一部実現されていることが今回の調査で明らかとなった。テレメータのネットワークを図3に示す。全12点からの地震波形データ（3成分と1成分のみとがほぼ半数づつ）は、アナログ方式により地震研究所までリアルタイムで無線テレメータされ、そこで14bitでA/Dコンバートされている。サンプリング周波数は128Hzである（写真5右）。アナログ方式であるためノイズが多く、ダイナミックレンジは70dB程度である。波形は低速紙送りのモニターに出力され（写真6）、地震発生を目視により確認できるようになっている。地震発生時にはPCのコンソールに波形を表示し、ポインティングデバイスを用いた手動験測が行われる（写真5左）。この際、自動験測は行われていない。これにより得られた地震波の到着時刻データと、テレメータされていない観測点からの同様の読み取りデータ（電話による口頭報告等により地震研究所に集約される）をあわせ、震源計算が行われる。震源計算はPCを使って行っているとのことで、走時表は1989年に作られたRegionalなものが用いられている。

b) カザフスタン国立地震研究所の提示した更新案

以上のように、カザフスタン国立地震研究所は、地震カタログの作成という学術的な業務と、地震情報の上部機関への報告という防災機関としての業務をあわせて担当しており、特に国家非常事態委員会への迅速な報告という責務を有することから、作業の迅速化・計算精度の向上という命題を抱えている。これらを勘案して地震研究所から提示された当該分野における観測網更新計画は図4のとおり。

すなわち、短周期地震計7点、広帯域地震計3点（いずれも3成分）を更新ないしは新設し、現地でデジタル化を行う。そのすべての波形データを無線テレメータにより地震研究所にリアルタイムで伝送し、地震研究所において地震波検出・相験測・震源計算を計算機により自動的に行うというものである。

これは、現在日本国において、気象庁が全国の地震活動監視、特に迅速な津波警報の発表のために全国的に展開している地震観測網及び電子計算機による集中自動処理システムの小型版とも言えるものである。

c) 各スキーム別協力内容

(ア) 本チーム派遣で実現すべき更新内容

彼らの提案は防災上、学術上きわめて的確なものであり、実施機関の主体性を尊重するODAの趣旨からしても高く評価させるものである。しかしながら、3年間の本プロジェクトの中でそれをすべてを実現するのは不可能であるので、彼らの目指す観測網を最終的な姿としたうえで、それに到達するまでの道のりを以下の3段階に分けて考えるべきである。

第一段階：アナログからデジタルへ

まず、老朽化が進み故障時の修理が困難で、機器の調整にも特別な技術が要求される旧式の地震計自体を近代的なものに置き換える。

さらに、現在アナログの光学記録紙に記録している観測点でのデータ収録形態をデジタルに置き換えることにより、データの高品質化を図るとともに、PCを用いた作業の導入により、作業の効率化を図る。

これにより、従来紙送り速度で規定されていた時刻読み取りの精度は、PC上での波形データの任意の時間軸スケール表示により、ポインティングデバイスを用いた検測が可能となることで大幅に改善される。また、従来紙出力を唯一のよりどころとせざるを得ないために出力倍率を2段階にしか設定できなかったため、振幅の読み取り精度にも大きな制約がかかっていたが、PC上で任意の振幅スケールで表示・検測が可能となるため、振幅の読み取り精度も大幅に改善される。こうした検測精度の向上は、最終成果物である地震カタログの質の向上に直結する。あわせて、man-machine interactive な作業の導入により、検測作業の効率化が図られ、報告までの時間の短縮化が可能となる。

さらに、読み取りデータだけでなく、波形データそのものを用いた解析も可能となり、解析レベルそのものの高度化が図られる。

第二段階：デジタル波形データのリアルタイムテレメータ

各観測点においてデジタル化を行った波形データをリアルタイムで地震研究所にテレメータすることにより、彼らのいう complete data の回収を極めて早期に、

かつ省力化して行うことができる。これにより、詳細な解析の開始時期を大幅に早期化できる。

なお、テレメータの方式は、地上回線の品質にはかなり問題があるようであること、及び24時間連続伝送の場合、一般公衆回線でなく専用回線を確保する必要があるが、そのrunning costはかなり高価であることが予想されるため、無線方式とすべきである。この場合、デジタル方式で長距離を搬送するのは技術的に困難であるため、中継器を設けることや、あるいはアナログ方式による無線テレメータも視野に置く等の検討が必要となる。

第三段階：デジタル波形データを用いた自動処理

これは防災上の効果が甚大である。まず、多点の観測点の地震波形データを総合的に処理することにより、1点だけでは困難な、より正確な地震・ノイズ判定が可能となる。また、従来手動に頼っていたため最も時間を要するプロセスである地震波の検測作業を自動化することにより、即座にそれら読み取り結果を震源計算プロセスに引き渡すことで、震源計算完了までの時間が大幅に短縮化できる。従って国家非常事態委員会への地震情報の報告も地震発生後数分以内で可能となる。

予算的な制約、及び費用対効果を考えて、この3年間のプロジェクトのなかでは上記のうち第一段階に集中した援助を行うのが適当と判断する。これにより向上する地震カタログの精度や、高度化が期待できるさまざまな地震解析・研究成果を広く知らしめることにより、第二、第三段階への移行のために必要な予算要求を行っていくことができると期待する。

なお、第一段階によって得られる効果は主としてデータや成果物及び研究内容の質の向上にあるが、第二段階以降による効果は主として防災業務の向上にある。この場合、第二段階への移行のみによる防災上の効果は薄い。地震研究所における地震波の検測作業が手動である限り、検測が各観測点において行われるか、地震研究所で行われるかの違いはあるにせよ、読み取り結果が地震研究所に集約され、震源計算に使えるまでに要する時間にそれほど大きな差はないと考えられるからである。従って、今後第二段階に進む際には、あわせて第三段階まで移行するのが適当である。

第一段階に係わる協力としては、以下のような内容が適当と判断する。

(イ) 専門家派遣

ア) 供与機材の現地到着を待って、気象庁及び収録システムの購入先から各1名づつ、約半月間専門家を派遣し、広帯域地震観測と高感度地震観測システムの設置を最低1点づつ、地震研究所担当者と共同で行う。残った高感度地震観測システムの設置のためのノウハウを提供する。

イ) これらシステムの設置が完了したころにあわせ、現地における波形手動観測プログラム、及び地震研究所における地震波データ解析ソフトの使用方法を伝えるため、気象庁から専門家を1名、1ヶ月程度派遣する。この際、地震研究所職員にほとんどUNIXの経験者がいないことから、簡単なUNIX研修も必要である。

(ウ) 研修員受入

ア) 地震波形データ解析技術研修 1名×1ヶ月
波形解析、震源過程解析、震源計算技術の高度化を図る

イ) 地震観測技術研修 2名×1ヶ月
テレメータ技術、自動処理技術、防災情報伝達等に関して、気象庁の現業作業の見学を行いながら研修する。

(エ) 機材供与

ア) 高感度地震観測 5点

震源決定精度の向上、作業の効率化を目的とする。一般に震源計算を行う場合、最低4観測点以上で地震波が観測される必要があるが、小さな地震の場合、全点で地震波が観測される可能性は低くなる。また、1点に障害が発生していても新規観測網単独で震源計算が行えるためには、5点という数字は事実上の最低ラインである。

各観測点毎の機材内訳

短周期速度型地震計 (3成分)	1式	固有周期1秒程度。
ロガー	1式	G P S 時計による時刻較正機能付き。A / D 16bit 以上。増幅器の機能を含む。
P C	1式	24 時間連続稼働を前提としているので、Factory 型。O S は安定性から PC-UNIX 又は Windows-NT。 外部記憶媒体ドライバ及びプリンタ付き。
ソフトウェア	1式	24 時間連続収録プログラム、手動検測プログラム、トリガー判定プログラム、モニター波形画面表示プログラム。
UPS	1式	オートシャットダウン機能付き。

イ) 広帯域地震観測 1点

従来のSKD地震計の更新と位置づけられるが、さらに進んで地震の震源過程の詳細解析を可能とするため、観測可能な周期帯域を百秒以上まで広げることが目的とする。波形データ収録は24時間連続とし、最終的に保存するデータの期間は、ハーバード大学等のCMT解速報サービスのメーリングリストに登録することで得られる震源情報や、観測点において定期的(1日1回程度)に全波形を表示させることで判断する。

各観測点毎の機材内訳

広帯域地震計(3成分)	1式	CMG-3T相当。横坑内設置が望ましい。
ロガー	1式	G P S 時計による時刻較正機能付き。A / D 24bit 以上。増幅器の機能を含む。
P C	1式	24 時間連続稼働を前提としているので、Factory 型。O S は安定性から PC-UNIX 又は Windows-NT。 外部記憶媒体ドライバ及びプリンタ付き。
ソフトウェア	1式	手動検測プログラム。
UPS	1式	オートシャットダウン機能付き。

ウ) 詳細解析用計算機 1式：地震研究所設置

機材内訳

PC	1式	OSは、プログラム開発環境や既存の解析ソフトの動作条件を勘案し、PC-UNIX。 外部記憶媒体ドライバ及びプリンタ付き。 (プリンターは所内ネットワーク共有で使用可)
ソフトウェア	1式	プログラム言語コンパイラ (gcc, g77 等) 地震波データ解析ソフト (SAC, pitsa 等)

OBSERVATION NETWORK

SKM

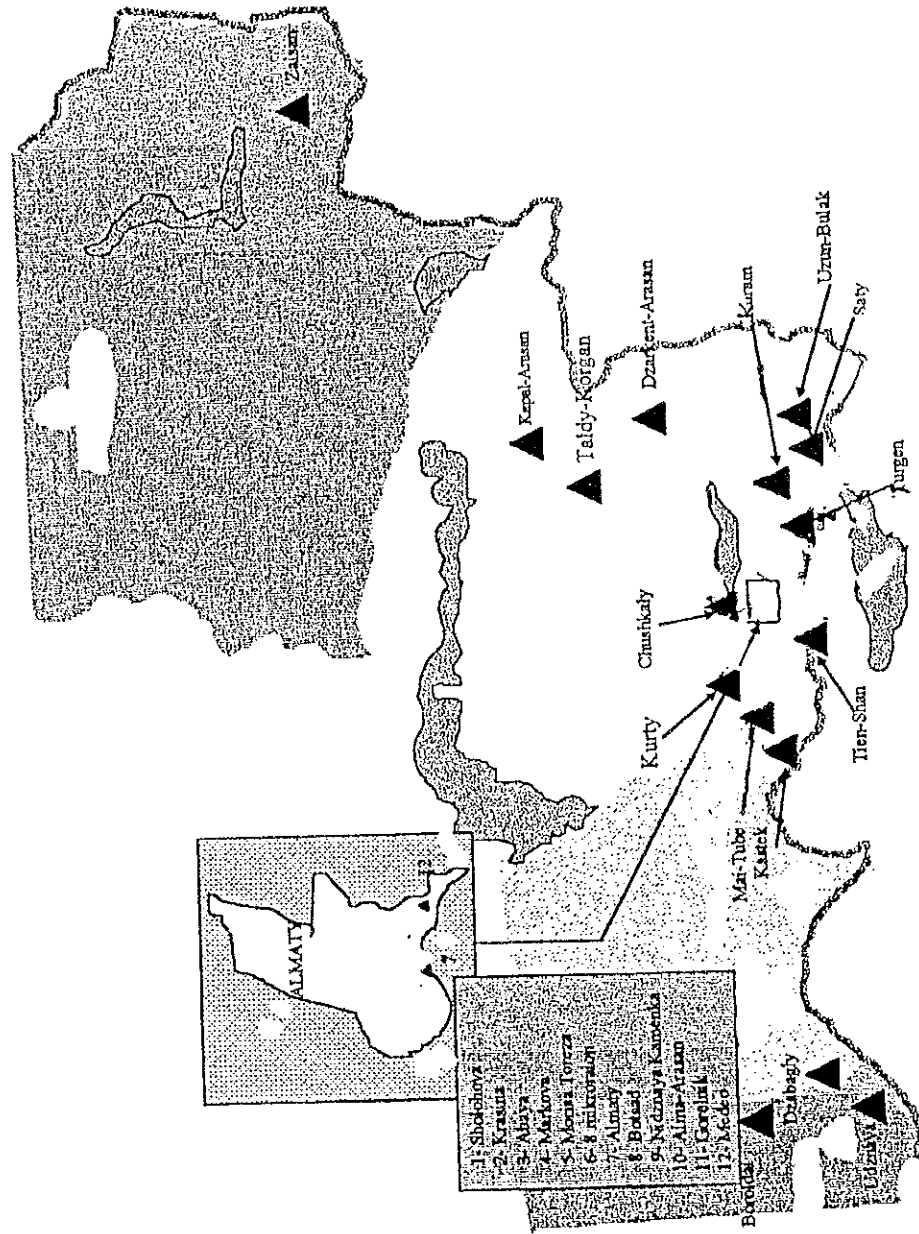


图1 SKM (短周期) 地震计分布图

OBSERVATION NETWORK SKM

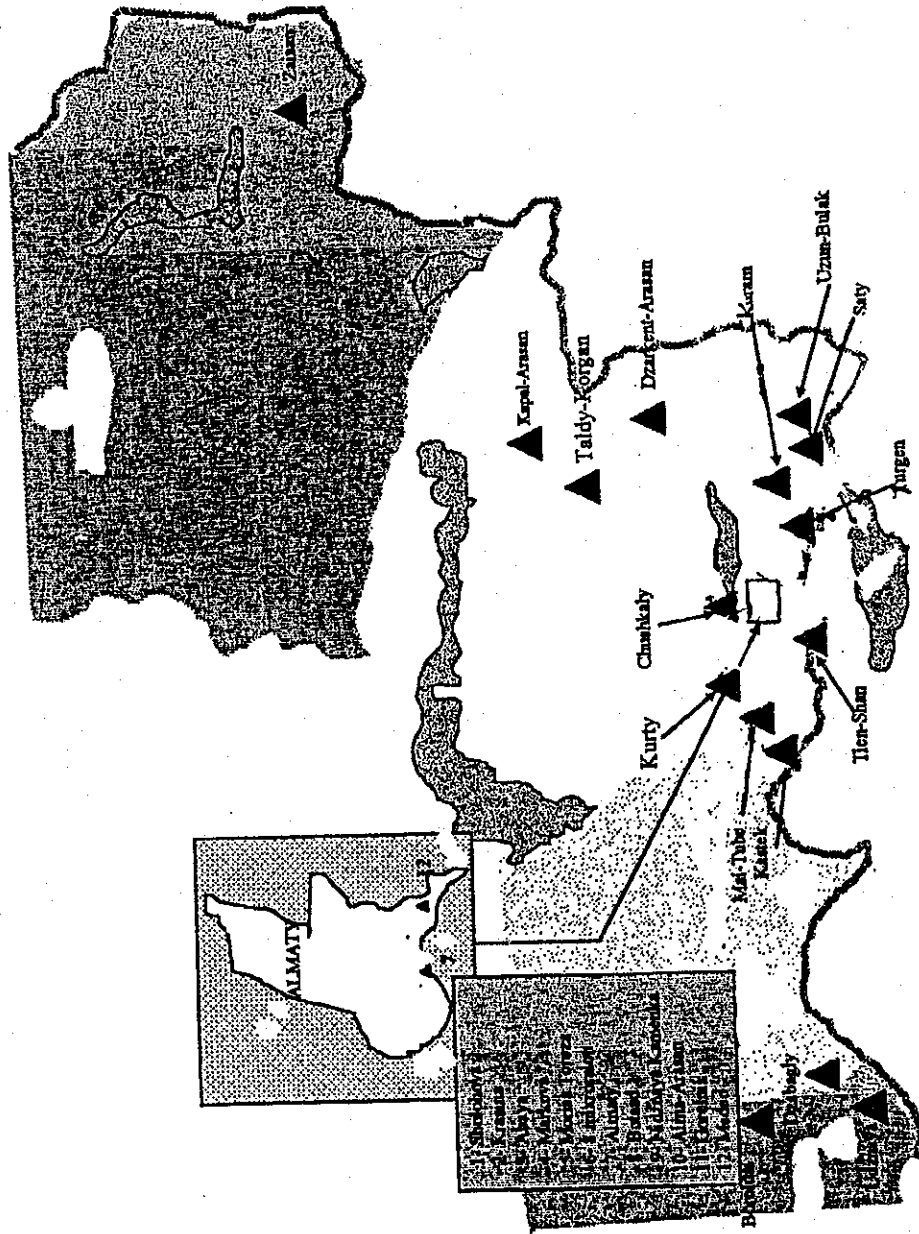


图 1 SKM (短周期) 地震計分布图

OBSERVATION NETWORK

SKD

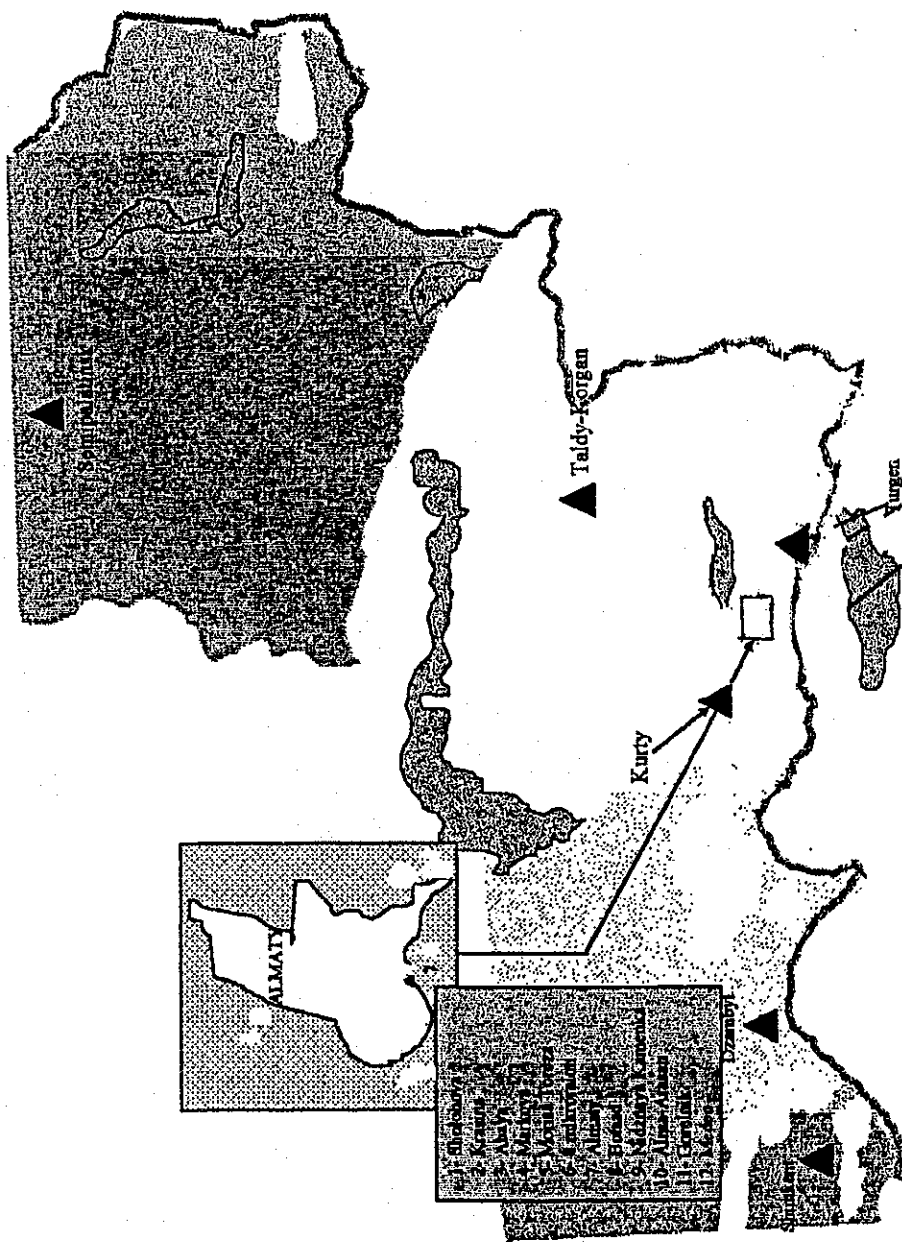


图2 SKD (长周期) 地震计分布图

OBSERVATION NETWORK

SKD

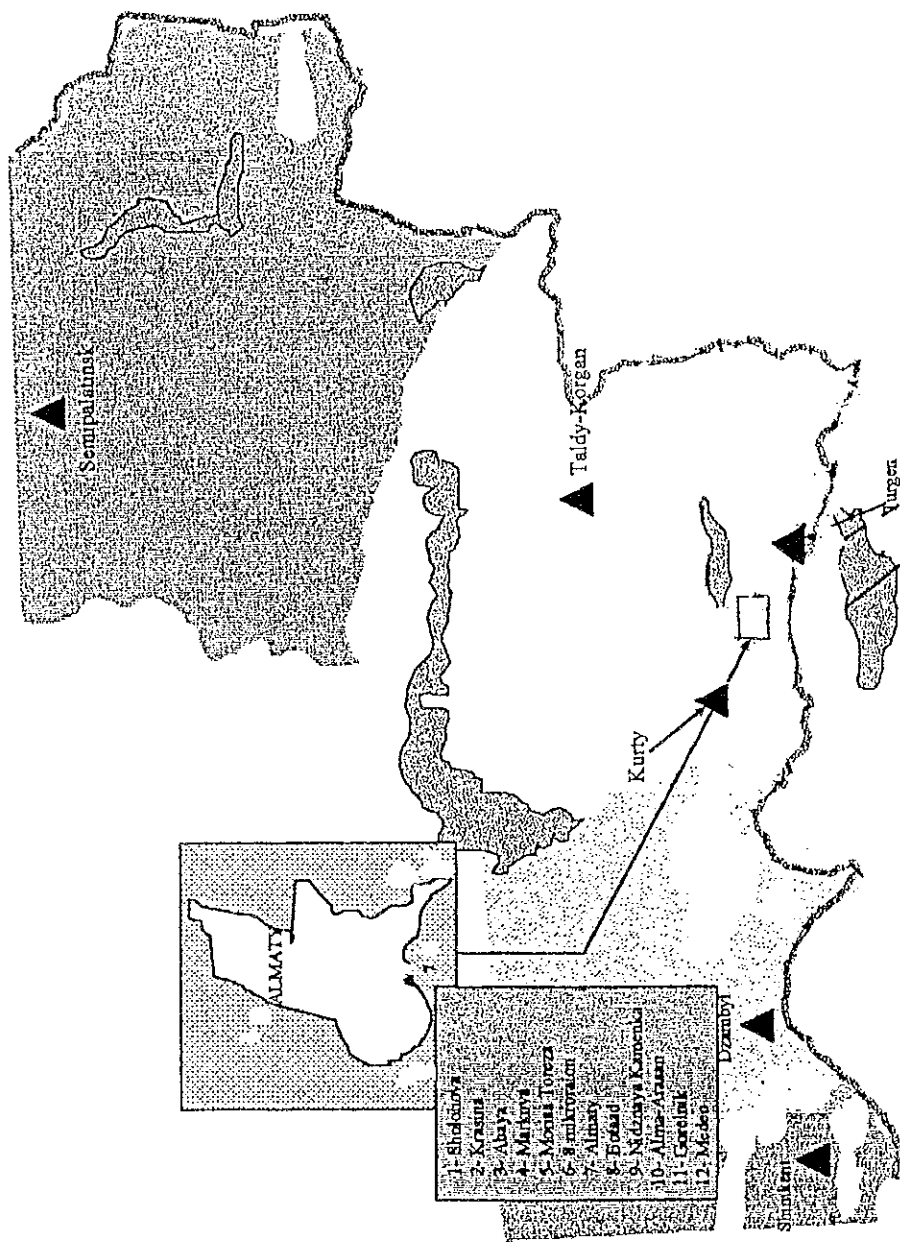


图2 SKD (长周期) 地震计分布图

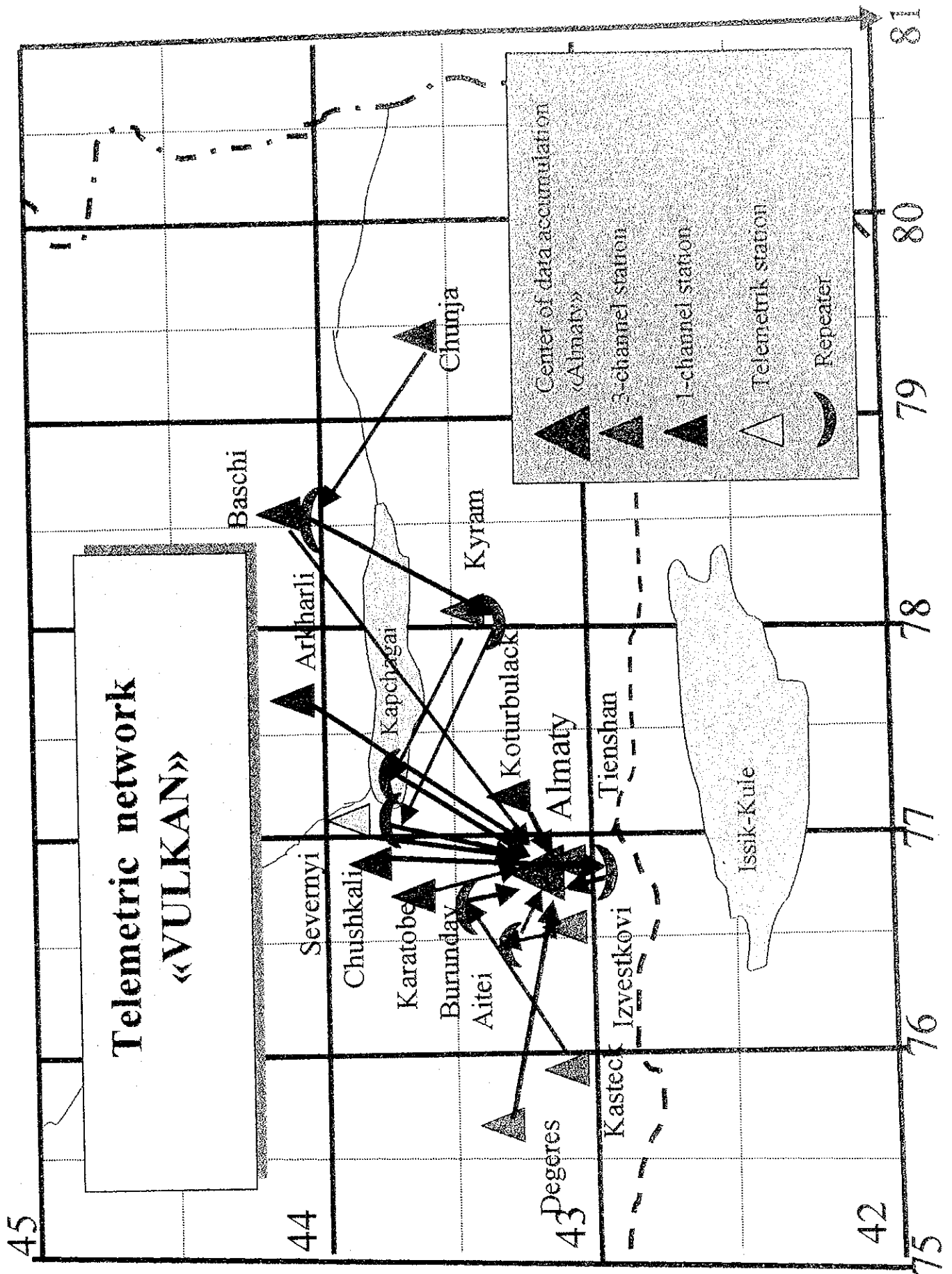


図3 現行テレメータネットワーク

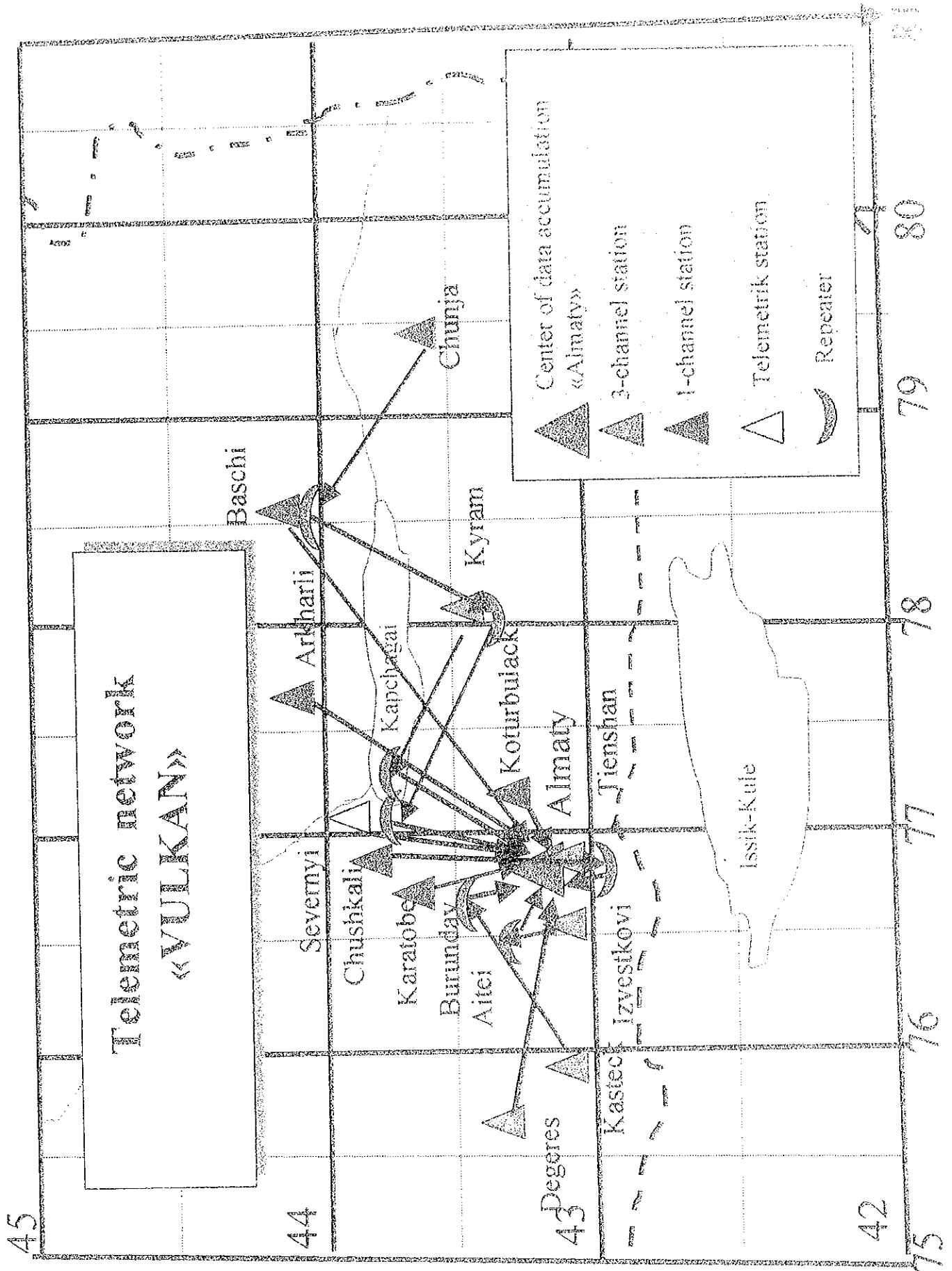


図3 現行テレメータネットワーク

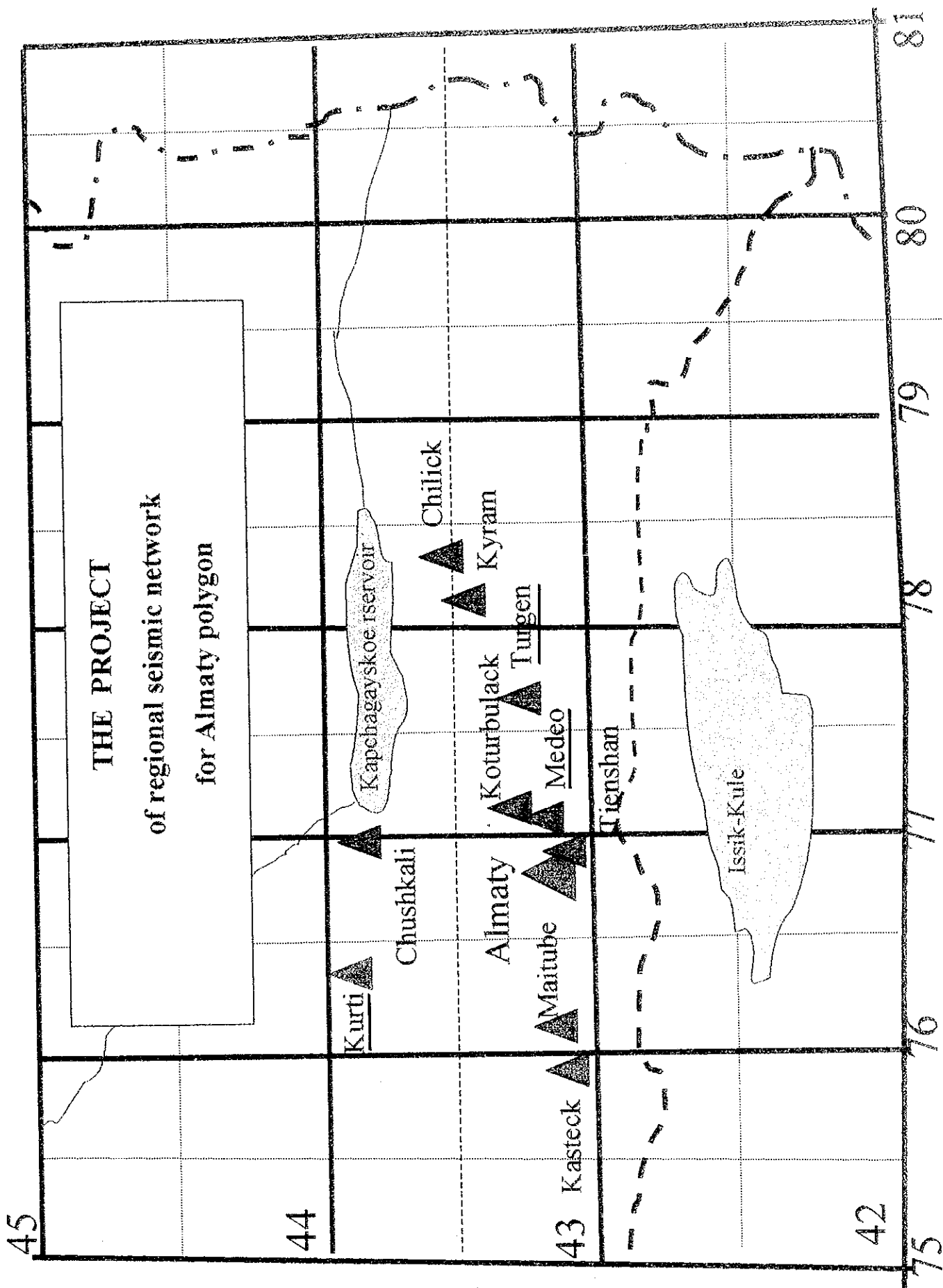


図4 地震研究所による観測網更新計画
下線入り観測点が広帯域、それ以外が高感度観測。

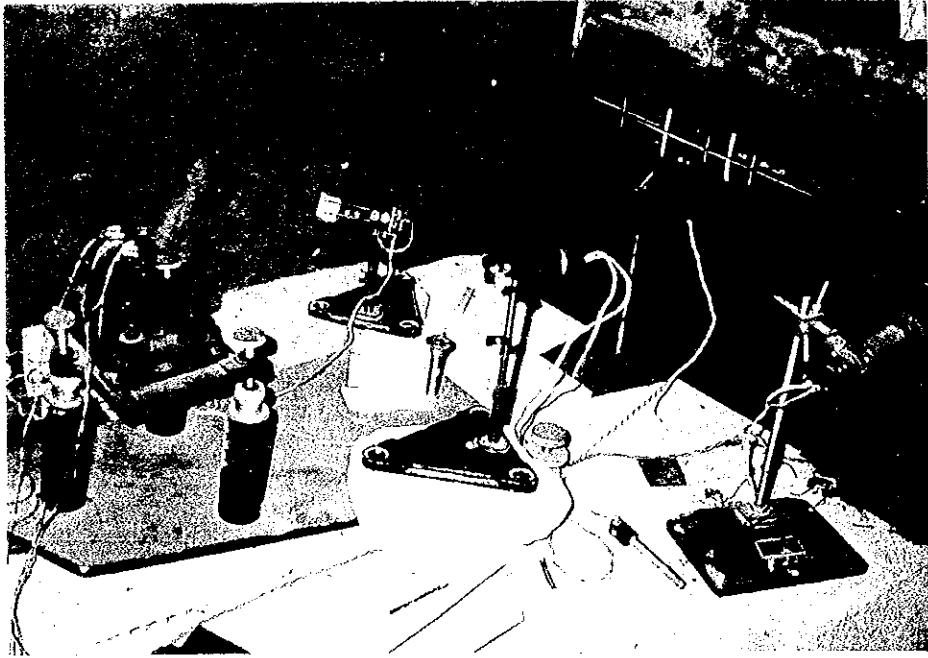


写真 1

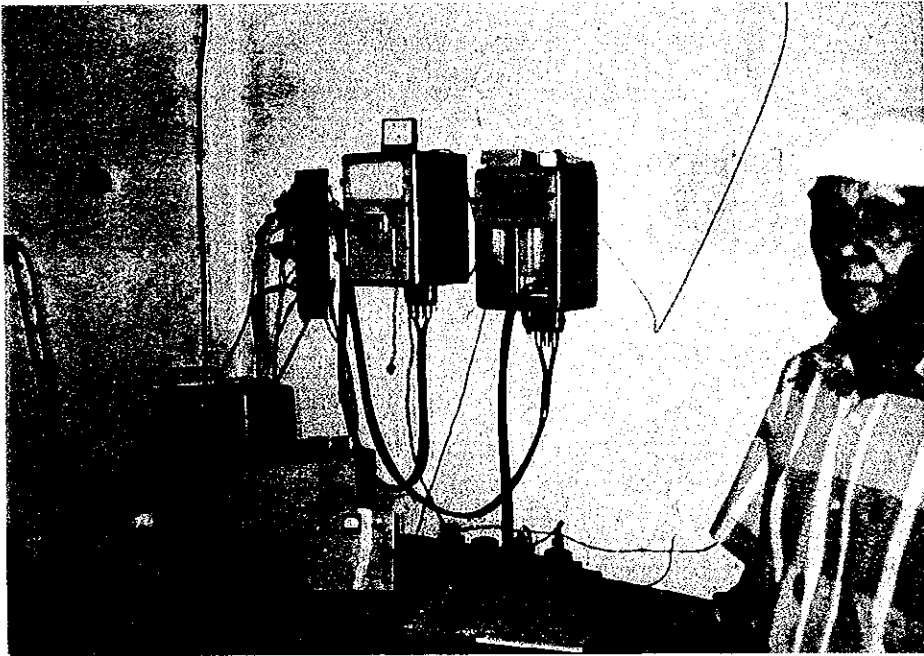


写真 2

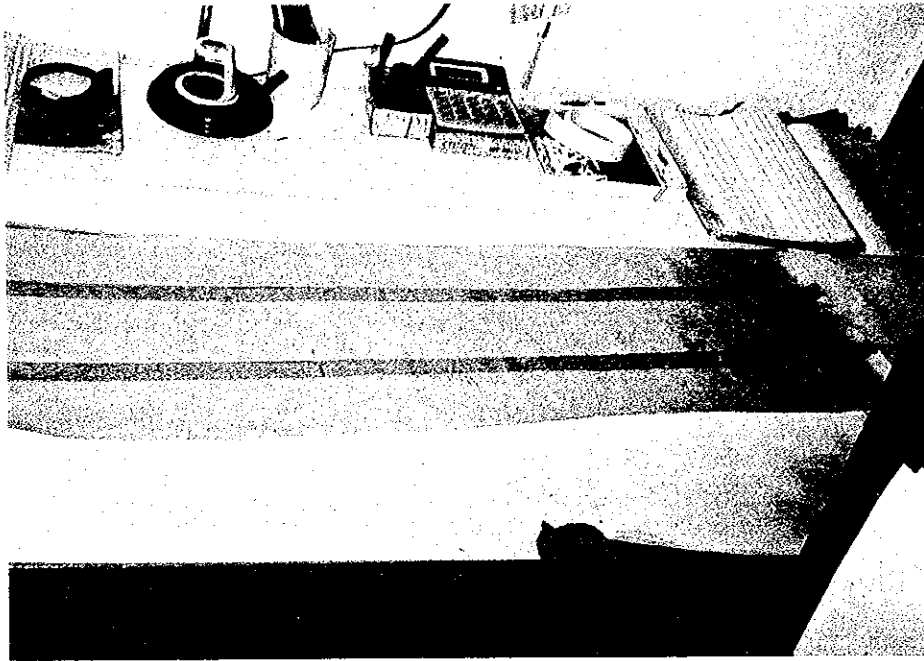


写真 3

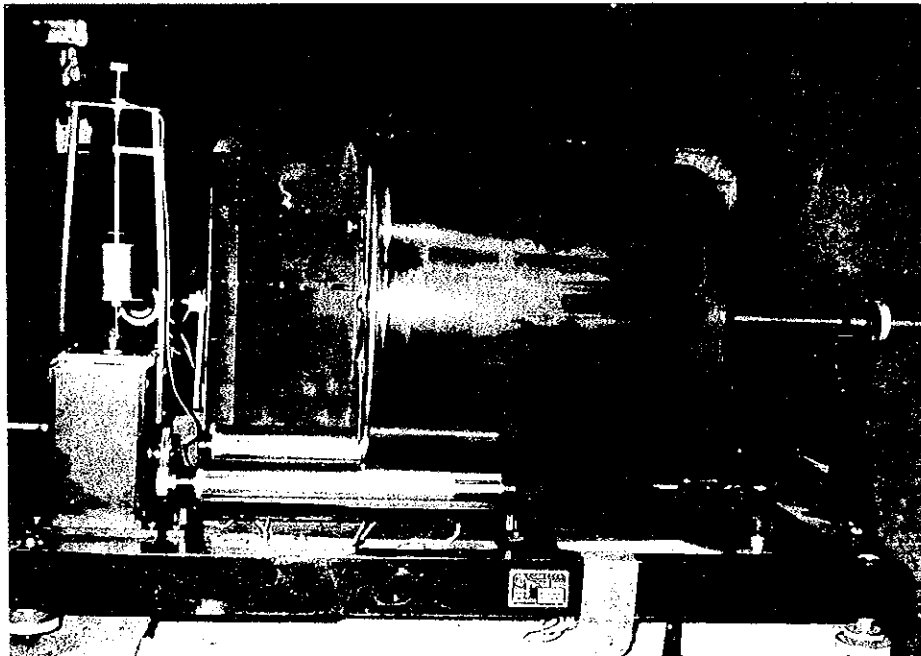


写真 4

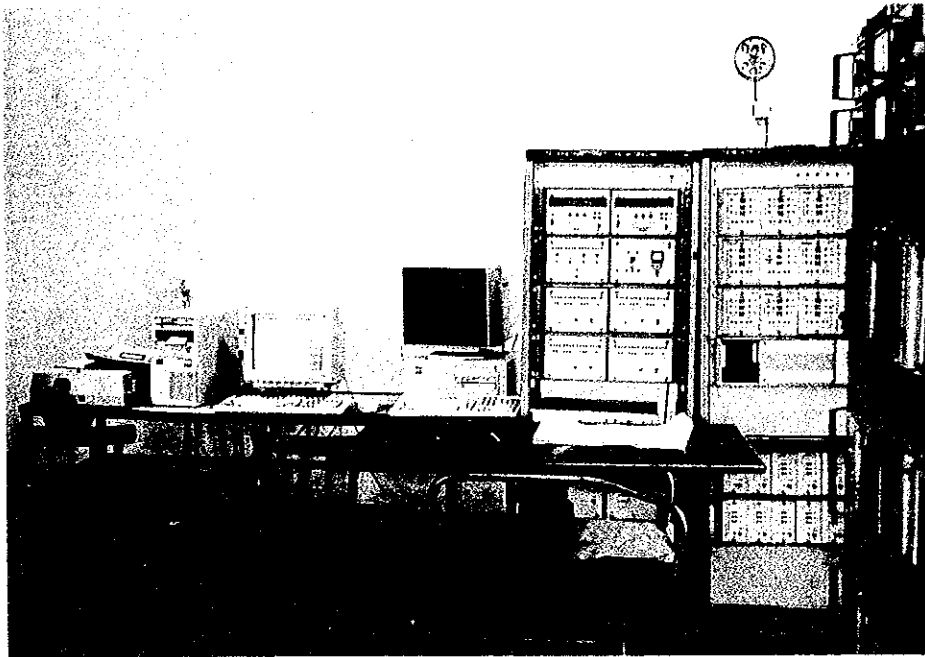


写真5

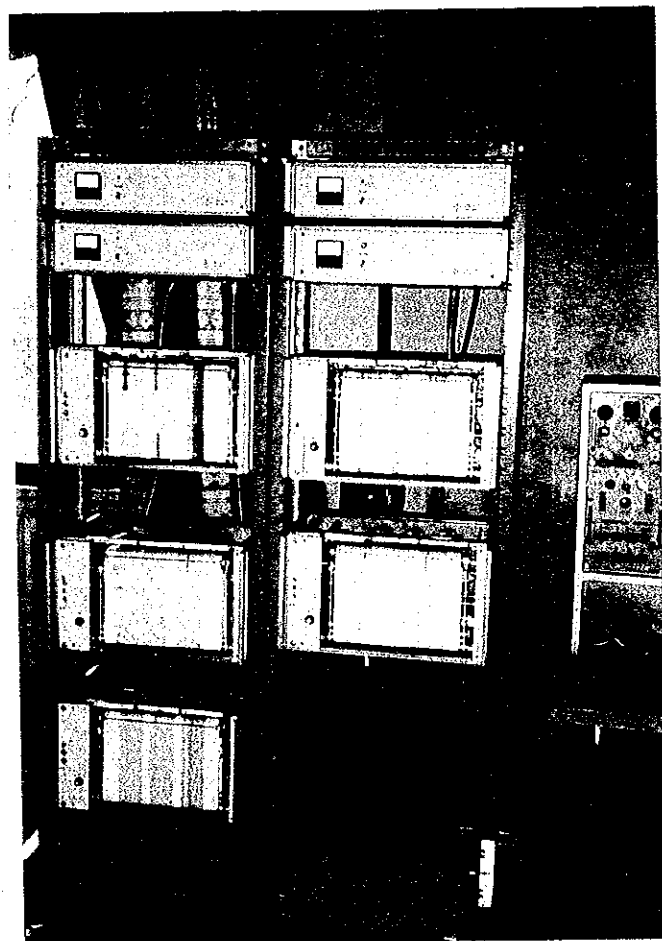


写真6

3) GPS 観測分野

a) 現状

(ア) 概要

今回の要請の中で、GPS 観測データ収集のテーマとしては、アルマトイ地域の広域地殻変動観測が目的であることが事前のQ & Aで概ね知らされていた。しかし、具体的な目標については明瞭でなかった。今回の調査で地震研究所の地殻変動観測部門の担当者と協議を行うことで、先方の構想する観測体制についての理解が得られた。

また、これまでカザフスタンで行われてきたGPS 観測についての経緯と成果についても確認することができた。それらの情報に基づいて、今回のチーム派遣で行う協力内容と供与する機器とについての草案を作り提示した。

(イ) カザフスタンにおけるGPS 観測

横井団員が昨年度実施した調査の報告から、GPS 観測を隣国キルギスとの協力で行っていると理解して協議に臨み、機材の整備状況、観測の実績等について確認したところ、以下のことが判明した。

ア) 地震研究所ではGPS の受信機を1台も所有していない。

イ) キルギスとの「共同観測」は、全てキルギス側の研究機関^(注1)の所有するGPS 受信機を用いて行われている。

ウ) 上記共同観測は、1992年から開始された年1回のキャンペーンで、これに関わる観測点はカザフスタン領内に南部を中心に77点ある。なお、キルギス領内にはこれよりも多い点数が存在する(図5参照)。

エ) キャンペーンでは1点につき36時間連続の観測を行う。エポック間隔は30秒である。

オ) カザフスタン領内での観測は地震研究所の職員が行うが、データはFDに保存してビシュケクへ送り、カザフ側では一切解析を行っていない。解析結果はキルギスから送付されてくる。

カ) この共同観測と同じ設定で南部(キルギス国境側)以外のカザフスタン国内でもGPS 観測を行うために観測点を1998年に設置したが、受信機がないためにまだ一度も観測は行っていない(図6参照)。

(注1) キルギスの研究機関は Institute of High Temperature of Russian Academy of Science で、略称の由来が明らかではないが上記のIVTANと同一機関と思われる。

キ) Medeo 観測所の近傍に、GPS連続観測点 Selezaschita があり、IGSにも登録されているが、この受信機の管理はキルギスのIVTANが行っており、カザフ側でIGS経由以外にはデータを利用できない。

b) GPS分野の協力内容

(ア) 概要

これらの現状と、地殻変動のためのGPS観測の重要性及び今後の発展性から考えて、今回の協力では観測施設と通信に費用がかかる連続観測点を少数整備するよりは、GPS受信機をまとまった台数導入して、独自のGPS観測キャンペーンを行うことが適切であると判断した。計画・観測・解析・結果の解釈という一連の流れで自らGPS地殻変動観測を行うことで、GPS特有の誤差の性質、観測精度に対する認識など得られると考えたからである。

従って、今回のプロジェクトにおいては、既設の観測点で繰り返し観測を行うためのGPS受信機と、データ解析を行うためのコンピュータ及びGPSデータ解析プログラムを中心とした機材供与と、専門家によるGPS観測・解析技術の指導を行うことを協力の内容とすることが適切であると考え。また、職員のうち、上級のものについてはGPS観測の全体計画を含む研修を行うことが望ましい。

以下に、専門家派遣、研修員受け入れ、機材供与に関してそれぞれの内容を提案する。

(イ) 専門家派遣

ア) GPS関連機材が現地に到着した時期に、GPS観測およびBerneseソフトウェアによるデータ解析の専門家を1名、約1ヶ月～2ヶ月程度現地に派遣し、GPS受信機の取扱い、観測の計画・実行に関する指導を行う。その後、地震研究所担当者と共同で、小規模なGPS観測の計画、実施、解析を行い、実地に即した技術の移転を行う。これによって、カザフスタン側で独自に観測からデータ解析までが行えるまでになることを目指す。

イ) カザフスタン側で独自にGPS観測を行い、データが蓄積された段階で、それらのデータを用いた比較的規模の大きい観測網におけるデータ解析及び地殻変動検出の研究手法を指導する専門家を派遣する。期間としては約1ヶ月～2ヶ月程度が適当と考える。これによって、同国内の地殻変動検出目的のGPS観測網構築に向けての基礎的な知識と経験が地震研究所に蓄積されると考えられる。

(ウ) 研修員受入

ア) GPS地殻変動解析技術研修 1名×1ヶ月

地殻変動検出のためのGPS観測に関連した理論、観測計画、実地観測、解析計算等の技術的な研修と、地殻変動監視のためのGPS観測点網構築に関連したシステムの見学、地殻変動の解釈等についての研究手法等に関する研修を行う。

これによって、地震研究所の職員が、自ら観測計画を立てて注目する地域における観測キャンペーンを行い、それによって得られたデータを解析して地殻変動を検出することが可能となるとともに、将来のGPS連続観測による地殻変動監視システム構築に向けて、自らがその観測網と監視システムの適切な設計を行うことができる経験を積むことが可能となる

(エ) 機材供与

ア) GPS受信機

・二波長型GPS受信機 4式

高精度のGPS観測を行うために、GPS受信機は最低2台必要であるが、地殻変動の検出を目的としてある程度の広がりをもった地域をカバーする観測を行うには、複数点を移動しながら観測する効率を考えた場合最低3台の受信機が必要である。また、変動を追跡するためには、観測期間の全般を通じて固定した観測点を設けることが有効であり、そのことを考慮して全部で4式のGPS受信機を導入することが適切と考えられる。

GPS受信機1式としては、二波長型受信機の他にアンテナ、アンテナケーブル、バッテリー、充電器、電源ケーブル、整準台、三脚が観測用機材として必要になるので、併せて供与する。また、観測計画、データ管理用のソフトウェアが受信機の機種に対応してメーカー品等で用意されているはずなので、これも併せて供与する。

なお、受信機用電源については、キャンペーン観測用に太陽電池パネルが必要であるという要望がカザフスタン側からあったが、価格から考えて、今回の機材供与では優先度を下げざるを得ないと考える。実際の観測では自動車用バッテリー等でも受信機の作動は可能であり、観測作業用の自動車で移動することを考えれば、長期間の作業でも予備のバッテリーを携行し、途中で充電を行いながら作業を続けることも可能ではないかと判断した。

三脚、整準台については、観測点の一部についてはアンテナを直接設置する

ためのコネクタが整備されているとの説明があったが、Selezaschita の固定観測点脇にあった金属標は、そのような仕様にはなっていなかったので、観測用の機材として必要と考える。

また、GPS 観測作業中に、観測班が遠距離に展開してしまうため、連絡用の無線装置が必要ではないかとの要望がカザフ側からあった。無線については、必ずしも必要ではないということで今回の協議では供与機材に含めないこととしたが、実作業上あれば確かに便利であるので、無線の免許等の問題がなければ、予算の許す範囲内で購入を検討しても良いかも知れない。ただし、免許料や、通話料など運用に継続的な経費がある場合は、それらの経費は地震研究所で負担することができるかどうかを十分確認する必要がある。

イ) 観測用ノートパソコン

- ・MS-Windows 機 4 式

GPS 観測作業時の効率化のために、観測作業中における観測計画の確認、データのチェック、媒体への書き出しなどで、支援作業を行える携帯型のノートパソコンが有効である。この作業用ノートパソコンについては、観測点ごとに 1 台づつないと不便であると思われるが、それほど高機能である必要はなく、携帯に便利な軽量のものが適当であろう。高速であることよりも、長時間のバッテリー駆動が可能であることの方がより重要である。また、大容量の HD を持つような機種が適当と思われる。OS としては MS-Windows が汎用性に富み、これを搭載した機種は入手も容易なのでこれを推奨した。ただし、前項で述べた受信機に対応した観測計画・データ管理用ソフトウェアが動作する環境であることが条件なので、要求されるスペックは確認しなければならない。

付属品として、AC アダプター兼充電器、大容量バッテリー、GPS 受信機からのデータ転送用インターフェースケーブルを併せて供与する。

ウ) データ処理用コンピュータおよびソフトウェア

- ・IBM-PC 互換機 2 式
- ・LINUX (OS) 2 式
- ・GPS データ解析ソフトウェア Bernese 1 式

GPS データを解析するためのコンピュータ及びソフトウェアとして、UNIX 用の Bernese ソフトウェアを導入する。

GPS データ解析ソフトウェアとしては、受信機に付属する測量用のソフト

ウェアが扱いも簡単で、当座の利用には事足りると思われるが、地殻変動の観測のような高精度の測定が必要なこともあり、また、将来的な観測網の構築等を考えた場合、学術用の応用性の高いソフトウェアを導入しておくことが望ましいと考える。Bernese ソフトウェアは、この分野の観測データ解析には全世界で広く使われているものであり、日本でも国土地理院の全国GPS連続観測システムで使われているほか、大学等でも利用者が多い。今後派遣される専門家による指導の便を考えても、本ソフトウェアの導入が適切である。

Bernese ソフトウェアは、UNIX上で動作する設計になっており、これを使用するコンピュータとしては、標準的にはPCでなくワークステーション(EWS)を使用している例が多い。しかし、最近では“PCにおけるUNIX”に相当するLinux上でBerneseを動作させることも増えており、今回のように担当者が初めてEWSを扱うような環境では、PCでの処理をむしろ推奨する意見が強かった。また、価格対性能比でもEWSよりPCの方が有利である。従って、使用するPCでLinuxが動作することが報告されている機種を供与することが適切であると考えられる。

エ) その他

GPS観測作業中に、観測班が遠距離に展開してしまうため、連絡用の無線装置が必要ではないかとの要望がカザフ側からあった。無線については、必ずしも必要ではないということで今回の協議では供与機材に含めないこととしたが、実作業上あれば確かに便利であるので、無線の免許等の問題がなければ、予算の許す範囲内で購入を検討しても良いかも知れない。ただし、免許料や、通話料など運用に継続的な経費がある場合は、それらの経費は地震研究所で負担することができるかどうかを十分確認する必要がある。

Схема расположения пунктов GPS Центральноазиатской сети ОИВТ РАН
(заложена 1992 - 1997 гг.)

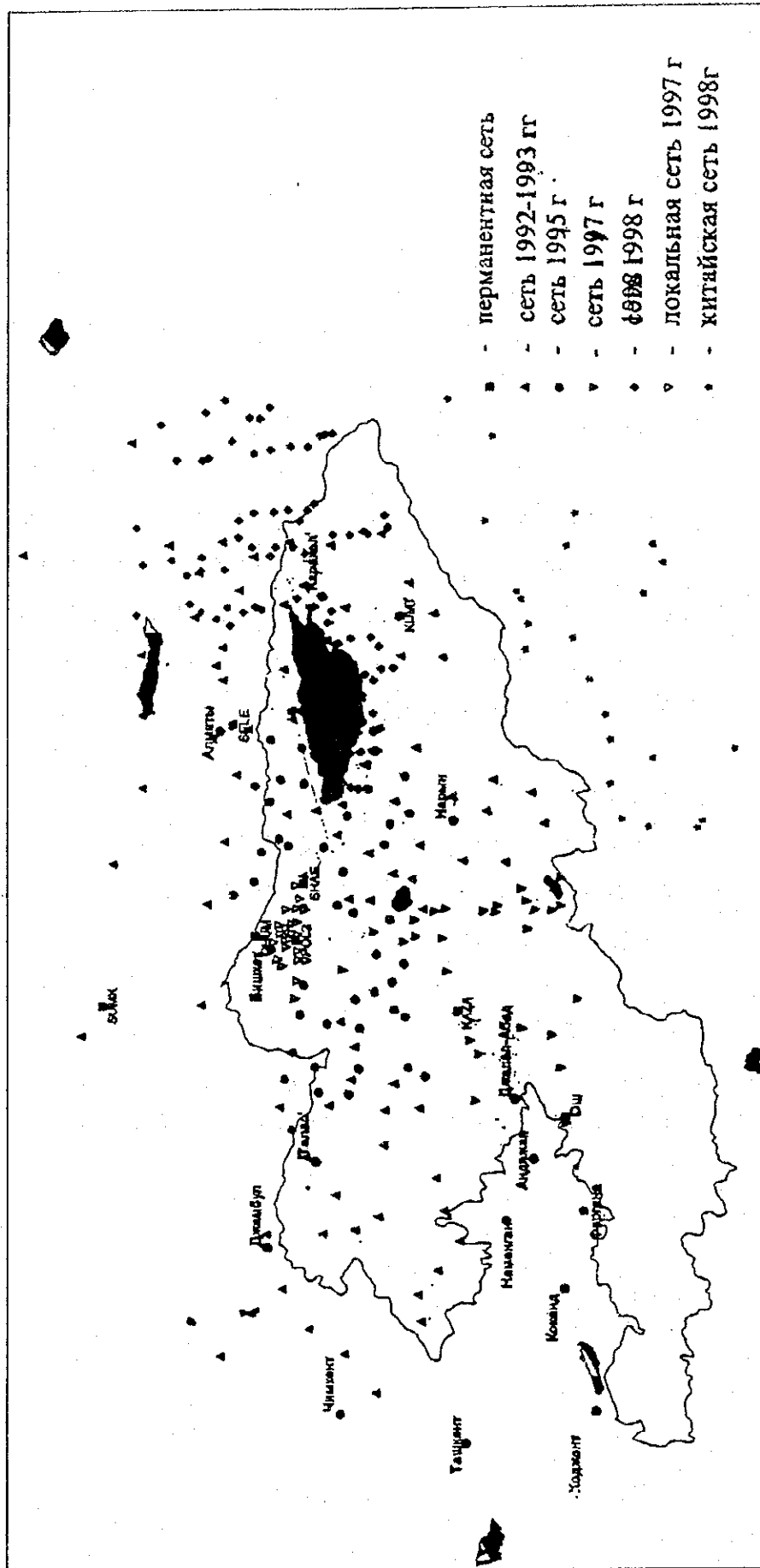
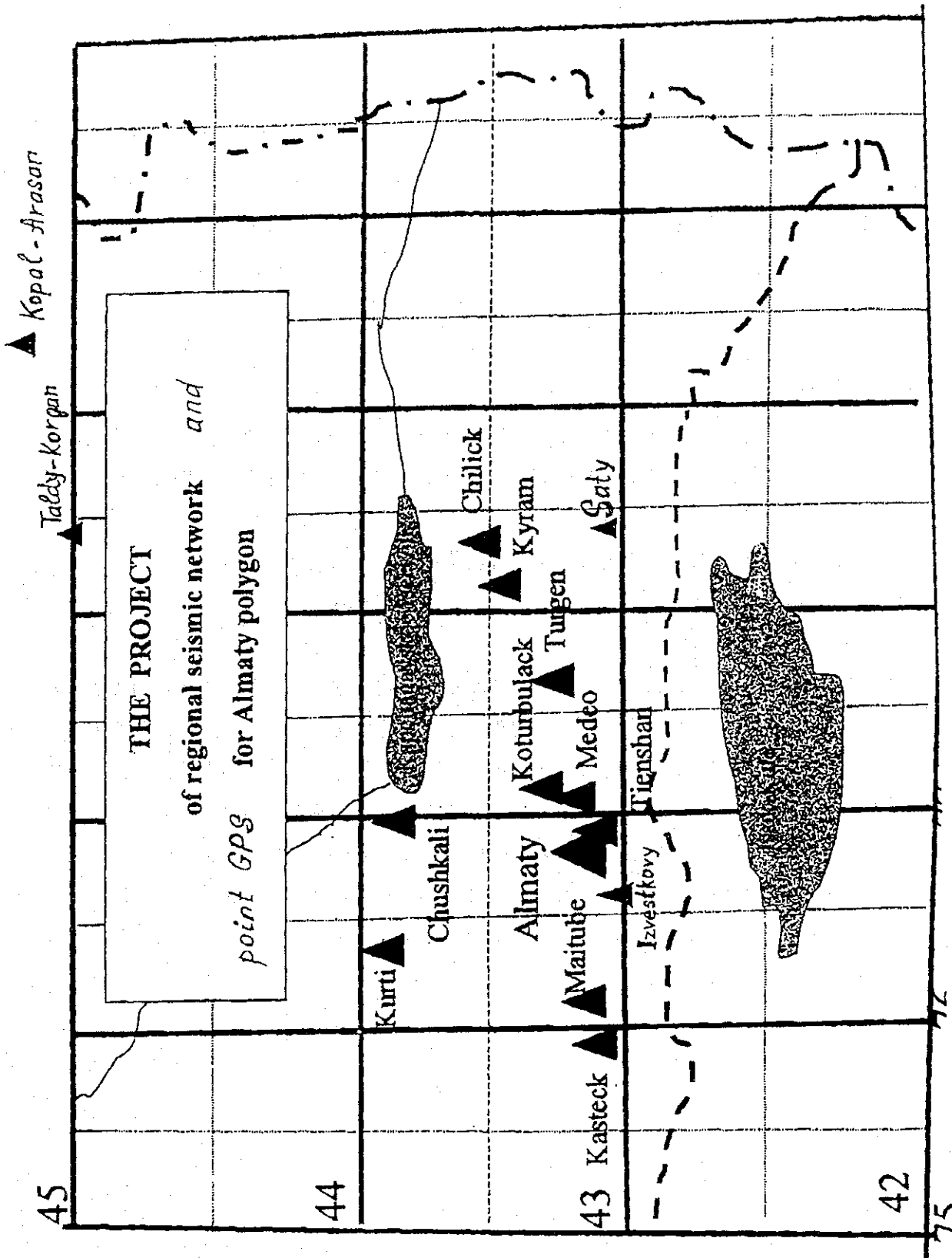


图 5



2-4 協力にあたっての留意事項

(1) 研究所の人員

研究所の人員は旧ソ連式の観測技術には精通しているが、日本や欧米で主流となっている高精度の観測技術にはほとんど接したことがない。これは同研究所の指導層も同様であり、今後の協力をよりスムーズに実施するため、まず、日本の地震観測技術の概要を紹介し、自国の実情、改善点を更に実感として認識してもらうため、可能な限り早期に研究所指導層のカウンターパート研修員スキームによる受け入れが必要である。また、既存の集団コースを利用するためにも英語能力の向上が望まれる。

(2) 供与機材

日本や欧米で目下一般化している観測機材が一部解析機器等を除き同地震研究所に存在しないため、我が国専門家が技術指導を行うには、指導用観測機材の携行、供与が不可欠となることが判明した。

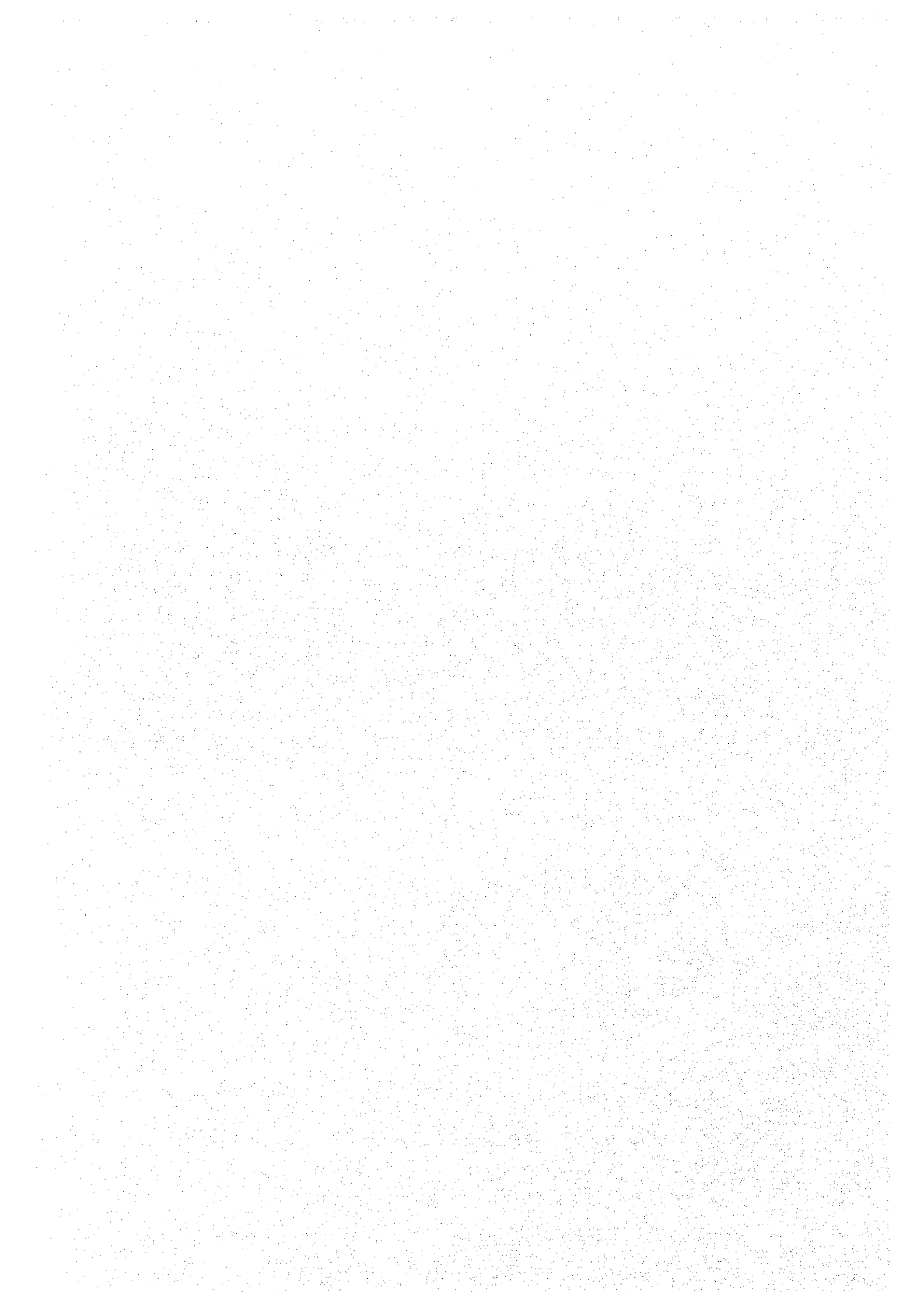
このため機材現地到着のタイミングと専門家派遣、研修員受け入れのタイミングを調整しつつ実施することが重要となることも留意する必要がある。

1) 高感度地震観測分野

観測所においては、電力事情に対して非常に不安を抱いていた。現在電力の供給を停止された観測点はないものの、電力線の通る沿線である一定以上の電力料金の滞納があると、たとえ観測所はきちんと払っていたとしても、その沿線全線にわたって電力の供給が停止されるというのである。そのため、各観測点において電力停止時においても最低限の観測を継続するためのソーラー電源装置の供与が要請された。これは観測装置そのものではないが、安定な電力供給といういわゆるインフラを確保するものであり、バックアップ電源としての 12V バッテリーとともに予算的に可能な範囲内で供与を検討することが望ましい。

資 料

1. 要請案件調査票
2. ミニッツ (写)
3. PDM
4. 機材導入計画 (団内資料)
5. 地震研究所作成資料
6. “Emergency Service of Kazakhstan” :
カザフスタン国家非常事態委員会の紹介



1. 要請案件調査票

別票1 プロジェクト方式技術協力（ミニプロ技）、アフターケア、研究協力、チーム派遣
（共通）要請案件調査票

国名 カザフスタン 番号 1

カテゴリー	プロジェクト方式技術協力（ミニプロ技）・アフターケア・研究協力・チーム派遣	
プロジェクト名	(和文) アルマティ市における地震防止及び地震リスク評価に関するモニタリング向上 (英文) Continuation and Improvement of Seismomonitoring for Seismic Protection and Seismic Risk Assessment in the Region of Almaty City	
相手国側	実施機関名	(和文) 地震研究所 (英文) Institute of Seismology 協力拠点地域: アルマティ市 主要都市からの距離:
	同所(主)管官庁名	(和文) 科学省科学アカデミー (英文) Ministry of Sciences - Academy of Sciences
実施機関	実施機関の事業概要(同機関の位置付け、事業内容、年間予算額等)	地震研究所では地震研究の他に、地震の再発に備え地震モニタリングシステムが機能しており、地震観測ネットワーク(21の観測所が1970年から稼働)、アルマティ市内における強振動観測ネットワーク(10の観測所が1970年より稼働)、宇宙測地法による地動プロセスコントロールシステム(GPS、70のGPSポイントが92年に設置された)が稼働している。しかし、これら施設機材は全てソ連製で時代遅れとなっており、研究観測活動に支障を来している。
要請内容等	要請背景	アルマティ市は天山山脈の北部に位置していることからこれまで大地震の被害を度々受け、1889年にはM8.4、1911年にはM8.2の地震が町を襲った。天山山脈北部地域でM7以上の地震は19世紀には10回以上発生した。アルマティ市では地震の再発に備え、地震モニタリングシステムが稼働しているが、機材・技術とも古く、地震学の分野で深い経験を持つ我が国に専門家派遣と機材供与を要請越した。
	プロジェクトの目標・内容(プロジェクト目標、成果、活動、裨益者等出来る限り詳細に)	(本プロジェクトにおける目標) 1. カザフスタンの地震専門家の訓練 2. デジタル登録機能を有する最新機材の導入による観測所の強化(現在は写真による登録が行われている) 3. 地震計測技術の向上 4. 地震リスク評価及び地震災害緩和に関するデジタル地震計測データベースの創設 (プロジェクト内容) 1. 最新機材による地震専門家の訓練育成 2. アルマティ市における地震観測ネットワークの設備更新 3. アルマティ市における強振動観測ネットワークの創設 4. 緊急地震レポートのためのデータ収集送信処理用電算システムの創設 5. GPSによる地動プロセスコントロールネットワークの創設

希望する専門家の人数・分野	<p>長期専門家1名(3年、主任専門家)</p> <p>短期専門家2名(2ヶ月、アルマティ市における地震観測ネットワークの機材更新)</p> <p>短期専門家1名(2ヶ月、アルマティ市における強振動観測ネットワーク創設)</p> <p>短期専門家1名(2ヶ月、緊急地震レポートのためのデータ収集送付処理用電算システムの創設)</p> <p>短期専門家1名(2ヶ月、GPSによる地動プロセスコントロールネットワークの創設)</p>
希望するカウンター 研修の人数・分野	<p>2名(デジタル地震データ処理、99年に6ヶ月)</p> <p>1名(強振動観測及びデータ処理技術、99年に3ヶ月)</p> <p>1名(データ収集送付処理用電算システムの創設、2000年に3ヶ月)</p> <p>1名(GPS計測及びデータ処理、2000年に6ヶ月)</p>
機材供与(主要品 目、金額等詳細に)	<p>地震観測ネットワーク用広帯域デジタル地震観測所及び補助機材(10セット、38万ドル)</p> <p>強振動観測用デジタル観測所及び補助機材(15セット、31万5千ドル)</p> <p>データ収集送付処理用電算用機材(10セット、39万5千ドル)</p> <p>GPS計測データ処理用機材(6セット、31万ドル)</p>
無償資金協力要請の有無 無償不採択の場合	<p>(有・無) (有)の場合 (総額 : 機材 : 建物)</p> <p>[(建物、機材) 手当て可、一部可 () は手当て可)、不可]</p>

拠点となる施設の状況	<p>(イ、既存施設の利用 又は ロ、新規施設の建設)</p> <p>地震研究所は市内に観測所を有しているが、中の機材は老朽化している。</p>
カウンターパート、 予算確保状況 (要すれば先方に要確認)	現在照会中
我が方の協力との関係 (無償、有償も含む) その他我が国との関係 で特記すべき事項	98年に短期専門家「地震予知及び地震災害予測」を派遣。
第三国・国際機関からの 協力の有無及びその 内容	特になし
優先順位	1 件中 1 位

<p>大使館コメント (協力実施上及び治安上の留意点を含む)</p>	<p>アルマティ市は天山山脈の北部に位置する関係上、これまで地震の被害を度々被 つてきており、地震研究も盛んに行われきている。地震分野の研究は我が国が得意 としており、協力を進めるには有意義な分野である。同分野では98年度に短期専 門家を派遣し、今後とも協力を続けたいと考えていることから、本件実施 につき前向きに御検討頂くようお願い申しあげる。</p> <p>アルマティ市は治安情勢も落ち着いていることからプロジェクト実施には問題な いものと思料する。</p>
--	---

Application for the
Technical Cooperation (Mini-Project-type Cooperation)
By the Government of Japan

1. Project title.

CONTINUATION AND IMPROVEMENT OF SEISMOMONITORING FOR SEISMIC PROTECTION AND SEISMIC RISK ASSESSMENT IN THE REGION OF ALMATY CITY, REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.

2. Justification (Background)

The Almaty seismoactive region is located in a southeast part of the territory of the Republic of Kazakhstan. Two earthquakes of planetary scale - Chilik (1889; M=8.4) and Kemin (1911; M = 8.2) have occurred here. There were more than 10 earthquakes with $M \approx 7$ in the northern Tien-Shan region for the last century. For seismic protection, seismic danger assessment and development of preventive and organizational measures of damage mitigation in the case of such strong earthquake recurrence in Kazakhstan, State seismomonitoring system has been formed and is working now on the base of the Institute of Seismology, Ministry of Science - Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan (IS MS-AS RK.). It consists of: 1. -Seismic observations network (21 stations have been working since 1970); 2. - Strong-motion observations network in the Almaty city (10 stations have been working since 1985); 3. -System of geodynamical processes control by space geodesy methods (70 GPS-technology observation points have been formed in 1992)

All stations are equipped with instruments of Soviet manufacture. The registration of records is carried out on photomaterials. These equipment is completely obsolete morally and physically nowadays. We have not own instruments for GPS-technology measurements in Kazakhstan.

Thus, a situation has formed when Almaty region seismomonitoring system can stop the existence.

Taking into account high degree of seismic risk for the Almaty city and adjacent territories, we consider expedient and urgent to address to Government of Japan for help and attraction of best Japanese experts and high Japanese technology for continuation and improvement of seismic monitoring system. Only joint efforts of our countries will enable to solve problems of seismic safety in the region of Kazakhstan with the most population density.

3. Objective

Training of experts from Kazakhstan, seismic stations improvement by the modern seismometric equipment with digital registrations. Proceeding of seismological measurements. Creation of digital seismic measurements databases for proceeding of seismological researches in sphere of seismic hazard assessment and mitigation of damage from strong earthquakes in the most seismoactive and seismodangerous region in Kazakhstan. Project Activities

- Training/study of seismologists-experts for up-to-day seismological technologies;
- Re-equipment of seismic observations network in Almaty city region;
- Creation of up-to-date strong-motion observations network in the Almaty city;
- Creation of telemetric system of seismic data transfer, collection and processing for Service of Urgent Earthquakes Reports;
- Creation of the geodynamical processes control network on the base of the space geodesy GPS-technology.

4. Cooperation from JICA

(1) Experts from Japan

(1). Long-term (more then one year)

Head expert (manager) of the Project – three years.

(2). Short-term (2-6 months)

- Two persons for two months for subproject: 1. Re-equipment of seismic observations network in the Almaty city region;
- One person for two months for subproject: 2. Creation of the up-to-date strong-motion observation network in the Almaty city;
- One person for two months for subproject: 3. Creation of telemetric system of seismic data transfer, collection and processing for Service of the Urgent Earthquakes Reports;
- One person for two months for subproject: 4. Creation of the geodynamical processes control network on the base of the space geodesy GPS-technology.

(2). Training/study of scientists in Japan.

- Two experts to study digital seismogram processing technology in 1999 – 6 months;
- One expert to study strong-motion observations and data processing technologies in 1999 – 3 months;
- One expert to study telemetric system of seismic data transfer, collection and processing in 2000 – 3 months;
- One expert for the study of the GPS-technology measurements and data processing in 2000 – 6 months.

(3). Equipment.

- Broadband digital seismic stations and auxiliary equipment for the seismic observations network;
- Digital station for the strong-motion observations network;
- Equipment for the telemetric system of seismic data transfer, collection and processing;
- Instruments and auxiliary equipment for GPS measurements and data processing.

The list of equipment and its primary cost is given in the Appendix 1.

Total sum of the Project is USD 1 400 000 (primary)

Period

Three years: 1999-2001.

5. Expected Results.

(1) Short-term:

- Establishing of contacts between Japanese and Kazakhstan's seismologists;
- Study/training of experts from Kazakhstan for up-to-date seismological technologies;
- Elaboration of joint seismological projects.

(2) Long-term:

- Continuation of works on creation of the system of seismic protection and seismic risk assessment for the population of Kazakhstan.

6. Future cooperation after this project.

Grants for seismic equipment and joint projects in seismological researches.

Signed



A.K. Kurskeev

Director of the Institute of Seismology, Ministry of Science – Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

On behalf of the Government of the Republic of Kazakhstan

Date 20 October 1998

Equipment for

CONTINUATION AND IMPROVEMENT OF SEISMOMONITORING FOR SEISMIC PROTECTION AND SEISMIC RISK ASSESSMENT IN THE REGION OF ALMATY CITY, REPUBLIC OF KAZAKHSTAN/

No	Name	Quantity	Amount USD
1	Broadband digital seismic stations and auxiliary equipment for the seismic observations network;	10	380 000
2	Digital station for the strong-motion observations network and auxiliary equipment;	15	315 000
3	Equipment for the telemetric system of seismic data transfer, collection and processing;	10	395 000
4	Instruments and auxiliary equipment for GPS measurements and data processing.	6	310 000
Total			1 400 000

2. ミニッツ (写)

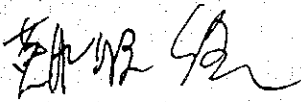
MINUTES OF DISCUSSIONS
CONCERNING MINI-PROJECT-TYPE TECHNICAL COOPERATION
FOR CONTINUATION AND IMPROVEMENT
OF THE SEISMOLOGICAL MONITORING SYSTEM
FOR EARTHQUAKE PREPAREDNESS AND RISK ASSESSMENT
IN THE REGION OF ALMATY CITY IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

In response to the request of the Government of the Republic of Kazakhstan, concerning the mini project-type technical cooperation for the Project on Continuation and Improvement of the Seismological Monitoring System for Earthquake Preparedness and Risk Assessment in the Region of Almaty City in the Republic of Kazakhstan (hereinafter referred to as "the Project"), the Preliminary Study Team of the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), headed by Ms. Midori Namba, had a series of discussions on the Project with the officials concerned of the Government of the Republic of Kazakhstan for the purpose of working out the details of the technical cooperation program.

As a result of the discussions, both parties agreed to recommend to their respective Governments the matters referred to in the document attached hereto.

Almaty, August 27, 1999

Ms. Midori Namba
Leader
the Preliminary Study Team
for the Project
Japan International Cooperation Agency
Japan



Mr. Abdrakhman Kozlovich Kirskeev
Director of the Institute of Seismology
Ministry of Science and Higher
Education, RK



Mr. Victor Ivanovich Drobgev
Director of the Department of
State Scientific - Technical
Examination and Information
Infrastructure
Ministry of Science and Higher
Education, RK



ATTACHMENT

1. **PROJECT TITLE:**
Mini-Project-Type Technical Cooperation for Continuation and Improvement of the Seismological Monitoring System for Earthquake Preparedness and Risk Assessment in the Region of Almaty City in the Republic of Kazakhstan
2. **PERIOD OF COOPERATION:** 3 years
from March 1st, 2000 to February 28th, 2003
3. **PROJECT SITE:**
the Institute of Seismology, Ministry of Science-Academy of Science (hereinafter referred to as "IS MS-AS RK"), the Republic of Kazakhstan
4. **OBJECTIVES OF THE PROJECT:**
Seismic and GPS data collection and analysis with the improved seismological monitoring system in order to urge IS MS-AS RK to perform voluntary research for earthquake preparedness and risk assessment.
5. **BACKGROUND AND JUSTIFICATION OF THE PROJECT:**
The Almaty seismically active region is located in the southeast part of the Republic of Kazakhstan. Two great earthquakes - Chilik (1889;M=8.4) and Kemin (1991;M=8.2) - have occurred there. There were more than 10 earthquakes with M=7 in the northern Tien-Shan region in the last century.
For earthquake preparedness, seismic risk assessment and development of preventive and organizational measures for damage mitigation in case of a recurrence of such strong ground motion in Kazakhstan, a State seismological monitoring system has been formed and is working now on the base of the Institute of Seismology, Ministry of Science-Academy of Science, the Republic of Kazakhstan (IS MS-AS RK). It consists of : 1. Seismic observation network (21 stations have been working since 1970); 2. Strong motion observation network in the Almaty city (10 stations have been working since 1985); and 3. System of GPS observation network by space geodesy methods (70 GPS-technology observation points were formed in 1992)
However, because these techniques are based on old Soviet systems, they are not efficient in handling up-to-date seismological data.
Taking into account the high degree of seismic risk for Almaty city and adjacent territories, the Government of the Republic of Kazakhstan made a request to the Government of Japan for dispatch of Japanese experts and transfer of Japanese technology for continuation and improvement of the seismological monitoring system. Joint efforts by the two countries are expected to solve problems in seismic safety in the region of Almaty, the area with the highest population density.
6. **SCOPE OF TECHNICAL COOPERATION:**
 - (1) Improvement of the seismological monitoring network
 - strong motion observation
 - seismic observation
 - GPS observation
 - (2) Design training programs/plans/schedule for IS MS-AS RK staff to
 - manage the improved seismological monitoring system
 - analyze and use collected seismic and GPS data

- (3) Training for seismologists-experts to
 - manage the improved seismological monitoring system
 - draft/complete draft of the user's manual for the improved seismological monitoring system
 - collect seismic and GPS data by/with the improved seismological monitoring system
 - analyze and utilize collected seismic and GPS data
- (4) Collection and accumulation of seismic and GPS data by/with the improved seismological monitoring system for research

7. MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF JAPAN:

In accordance with the laws and regulations in force in Japan and through the normal procedures under its Technical Cooperation Scheme, the Government of Japan will take the following measures through JICA:

- (1) Dispatch of Japanese experts
To provide at its own expense the services of Japanese experts for the purpose of technical cooperation in the fields referred to in Paragraph 9.
- (2) Provision of machinery, equipment, and other materials
To provide at its own expense such machinery, equipment, and other materials necessary for implementation of the Project as listed in ANNEX III.
Machinery, equipment, and other materials referred to above will become the property of the Government of the Republic of Kazakhstan upon being delivered to the Kazakhstan authorities concerned at the port(s) and/or airport(s) of disembarkation, and will be utilized exclusively for implementation of the Project in consultation with the Japanese experts referred in Paragraph 9.
- (3) Training of counterpart staff in Japan
To receive at its own expense Kazakhstan personnel of the Project for technical training in Japan.

8. MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN:

In accordance with the laws and regulations in force in the Republic of Kazakhstan, the Government of the Republic of Kazakhstan will take the following measures at its own expense.

- (1) Provision of land and facilities
To provide land and facilities as indicated in ANNEX II.
- (2) Provision of equipment
To supply or replace machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts, and other materials necessary for implementation of the Project other than those provided through JICA under Paragraph 7(2) above.
- (3) Exemption from tax and other charges concerning machinery, equipment, and other materials supplied by the Government of Japan
To meet customs duties, internal taxes and any other charges, imposed in the Republic of Kazakhstan on the machinery, equipment and other material referred to in Paragraph 7(2) above,
To meet expenses necessary for the transportation within the Republic of Kazakhstan of machinery, equipment and other material as well as for the installation, operation and maintenance thereof,
To provide facilities necessary for the maintenance and protection of the articles referred to in Paragraph 7(2) above.
- (4) Operating expenses
To meet operating expenses necessary for the implementation of the Project.

- (5) Assignment of counterparts
To assign at least one counterpart to each Japanese expert.
- (6) Provision of urban transportation facilities
To provide urban transportation facilities for the Japanese experts.
- (7) Privileges and exemptions
To grant the Japanese experts and their families privileges, exemptions and benefits no less favorable than those granted to the experts of third countries or of international organizations performing similar missions in the Republic of Kazakhstan.

9. THE FIELDS TO WHICH JAPANESE EXPERTS ARE TO BE ASSIGNED:

(Long-term Experts)

Team leader, Management of training plans and equipment one or two (1 or 2)

(Short-term Experts)

(1) Strong motion observation network one or two (1 or 2)

(2) Seismic observation network one or two (1 or 2)

(3) GPS observation network one or two (1 or 2)

Note:

The number of experts will be decided according to budgetary allocation.

10. ASSIGNMENT OF KAZAKHSTAN COUNTERPART STAFF:

(1) Project Manager

(2) Strong motion observation network (researcher/engineer)

(3) Seismic observation network (researcher/engineer)

(4) GPS observation network (researcher/engineer)

Note:

Administrative and supporting staff will be additionally assigned by the Kazakhstan side.

11. ADMINISTRATION OF THE PROJECT:

The Director of IS MS-AS RK, the Republic of Kazakhstan, will bear overall responsibility for the implementation of the Project.

The Project Manager of the Project on Continuation and Improvement of the Seismological Monitoring System for Earthquake Preparedness and Risk Assessment in the Region of Almaty City in the Republic of Kazakhstan will be responsible for the administrative and managerial matters of the Project.

The Japanese experts will give necessary technical guidance and advice to the Kazakhstan counterpart staff on matters relating to the Project.

The Head Office of JICA will undertake the role of advisor and coordinator for successful implementation of the Project.

12. CLAIMS AGAINST JAPANESE EXPERTS:

The government of the Republic of Kazakhstan will undertake to bear claims, if any, which may arise against the Japanese experts in the Project resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their official functions in the Republic of Kazakhstan except for those which may arise from the willful misconduct or gross negligence of the Japanese experts.

13. MUTUAL CONSULTATION:

There will be mutual consultation between both sides on any major issues arising from or in connection with this document.