

# 北東アジアの人間活動が北太平洋の生物生産に与える影響評価

原 登志彦（北海道大学・低温科学研究所／総合地球環境学研究所・客員教授）

## 背景

オホーツク海の位置する北部北太平洋海域は、冬季の鉛直対流によって深層から大量の窒素やリンなどの栄養塩が表層にもたらされる豊かな海ですが、最近の研究では、鉄がその生物生産を制限していることが分かってきました。植物に必須の元素である鉄は水に溶けにくく海洋表層では不足しがちであるため、植物プランクトンは大気や河川を通して陸から運ばれて来る鉄に依存しています。陸から遠い北部北太平洋の中央部では夏季には鉄が不足し大量の栄養塩が利用できずに表層に残りますが、オホーツク海では栄養塩が完全に無くなるまで生産が続きます。これは、アムール川から供給される大量の鉄のおかげであると考えられます。鉄は森や湿地から生み出される腐植物質と結合しなければ水に溶けることができません。アムール川流域の変遷、即ち、森林の伐採・火災、農地・都市化、湿地の縮小などは、それ故、水産資源の宝庫であるオホーツク海～北西部北太平洋の生産力の命運を握っている可能性があるのです。

## 目標

本研究では、次の4つの課題を明らかにすることを目指します。

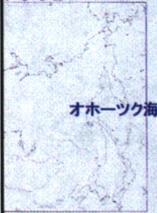
- 1) アムール川から海洋にもたらされる鉄などの陸起源物質の量と、その空間的広がり、生物生産力との関係
- 2) アムール流域の自然及び人為的に改変された陸面の状態と、そこから河川に負荷される物質の量と種類
- 3) ロシア極東域、中国東北部における過去・現在・未来の政治・経済の変遷と、それがもたらす陸面状態の変化
- 4) これら課題の理解の前提となる当地域・海域の水・物質循環の長期的変動の実態

今回のプロジェクトでは、陸面～河川～海洋の物質循環を1つの系として考え、それに対する人間の関わりを総合的に理解することで、海洋生態系の変化を未然に予測し、予防するための指針作りを目指します。



**低温科学研究所 研究プロジェクト**

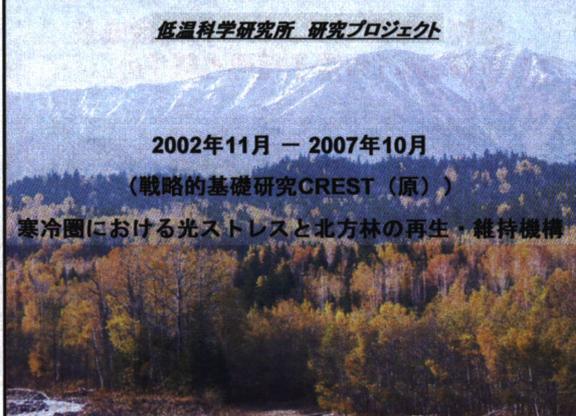
1997年11月 - 2002年10月  
 (低温研COE, 戦略的基礎研究CREST (若土))  
 オホーツク海における大気-海洋相互作用の解明



オホーツク海 最も低緯度に位置する季節海水域

**低温科学研究所 研究プロジェクト**

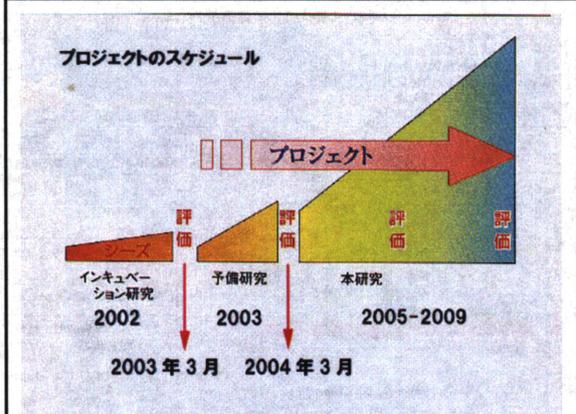
2002年11月 - 2007年10月  
 (戦略的基礎研究CREST (原))  
 寒冷圏における光ストレスと北方林の再生・維持機構



**研究プロジェクトの枠組み**

研究軸	研究プログラム
自然変動影響評価	地球温暖化に伴う気候の急激な変化と生態系・人間社会への影響の解明と将来予測
人間活動評価	政治システムの改革に代表される価値観の変化や産業・経済活動が及ぼす地球環境への影響評価
空間スケール	流域における人間-自然系の相互作用の解明と未来可能性のある社会の構築
歴史時間	地球環境変化と人間活動の相互作用による「持続性」と「発展性」の歴史的検証
統合基盤	地球環境情報の多次元間化と包括的モデルの開発による統合解析と未来可能性の探求

**プロジェクトのスケジュール**



プロジェクト

インキュベーション研究 2002  
 予備研究 2003  
 本研究 2005-2009

評価 2003年3月 2004年3月

**本プロジェクトの狙い**

北東アジア・極東シベリアにおいて生じている陸域生態系のかく乱が、  
 世界で最も生物生産(バイオマス)の高いオホーツク海・北太平洋  
 にどのような影響を与えているのか?(過去・現在・未来)

そのかく乱の背景にはどのような自然、政治、経済、社会学的な要因があるのか?

100年前までほとんど手つかずの自然が残っていた地域  
 その後、現在まで100年間で急激な変化が起こった地域

人類の壮大な実験の影響を見届ける

**キーワード: 鉄(Fe)**

**鉄(Fe)とは**

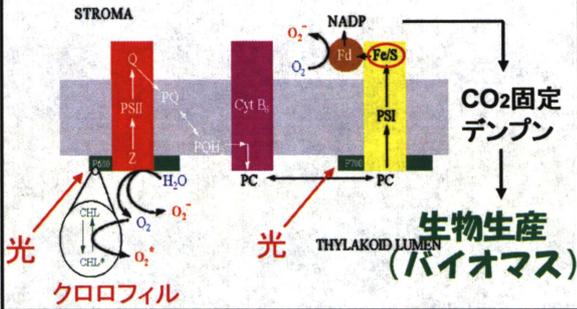
すべての生物にとって必須の元素

多くのタンパク質や酵素の補欠分子族  
 (酸素の運搬と貯蔵、電子伝達、酵素毒の防御、酸素添加反応など、その機能は広範で重要)

植物: 光合成系における電子伝達  
 クロロフィルの合成

→ 生物生産の根本

**植物（フランクton）の光合成系  
における電子伝達と鉄(Fe)**

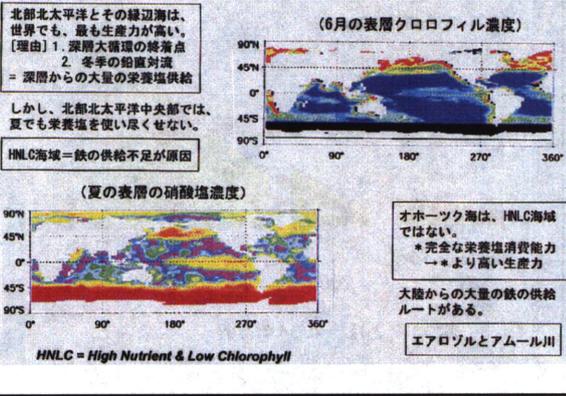


**このように、鉄(Fe)は、**

**生物生産（バイオマス）にとって  
重要な元素**

**特に、海洋の生物生産にとって  
（鉄は水に溶けにくく、海底に沈んでしまう）**

**北部北太平洋の生物生産の規定因子とオホーツク海**



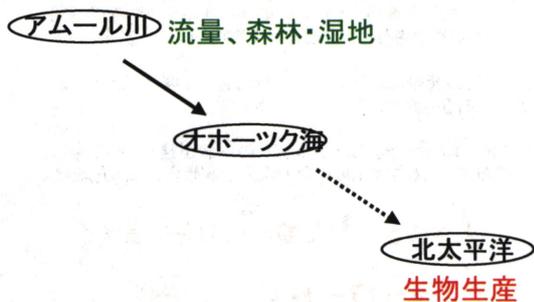
**本プロジェクトの地理的設定とわらい**

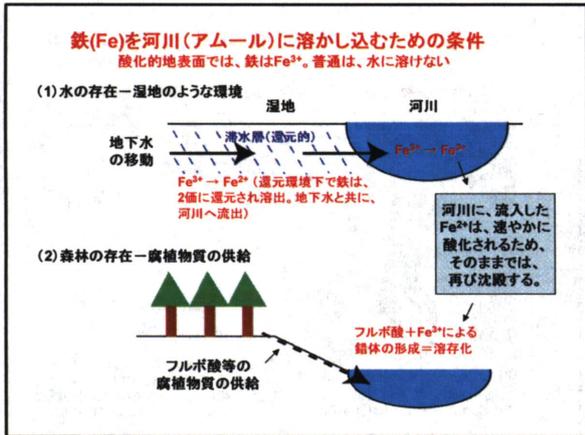


**オホーツク海・北太平洋への  
鉄(Fe)の輸送経路**

- ➡ 1. アムール川による輸送  
（本プロジェクト独自で新たに展開）**
- 2. 風成塵による輸送  
（オアシス・プロジェクトとの連携で  
新たに展開）**

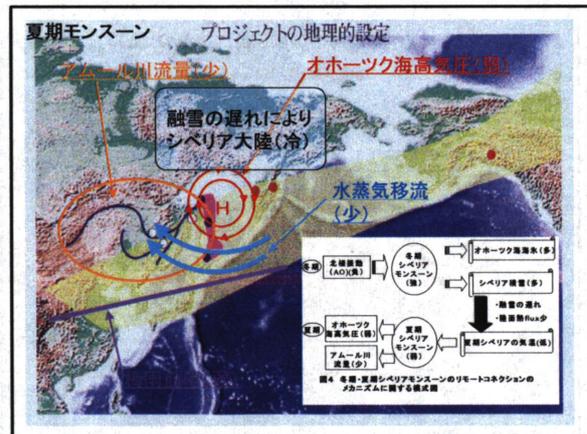
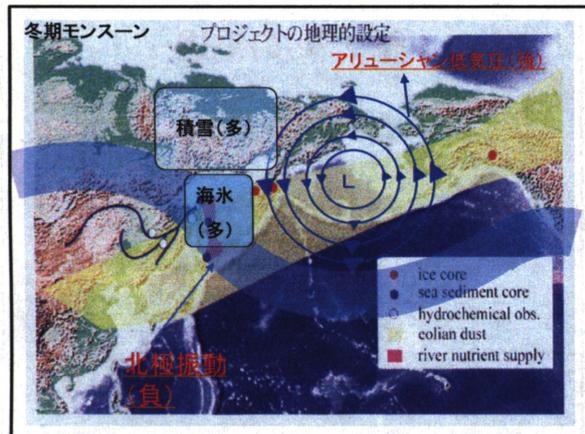
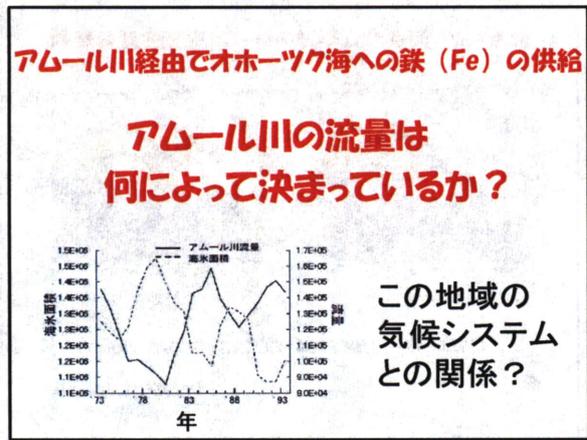
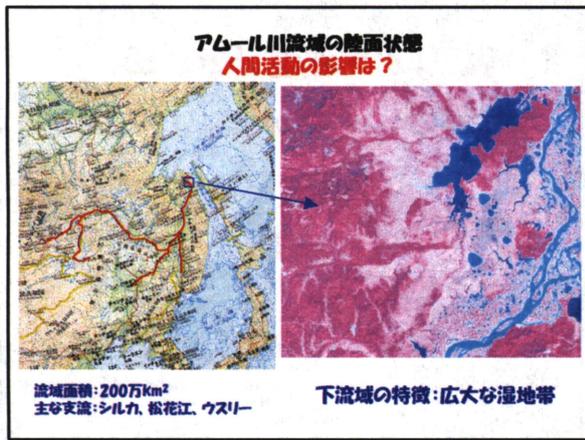
**鉄 (Fe)の輸送**

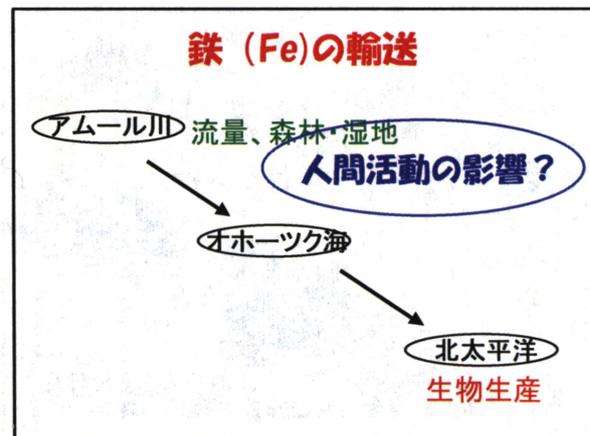
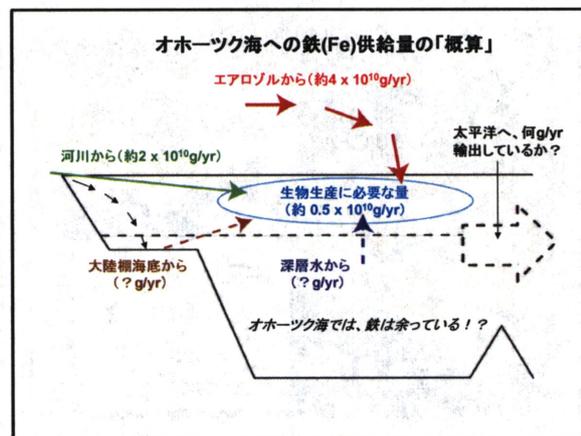
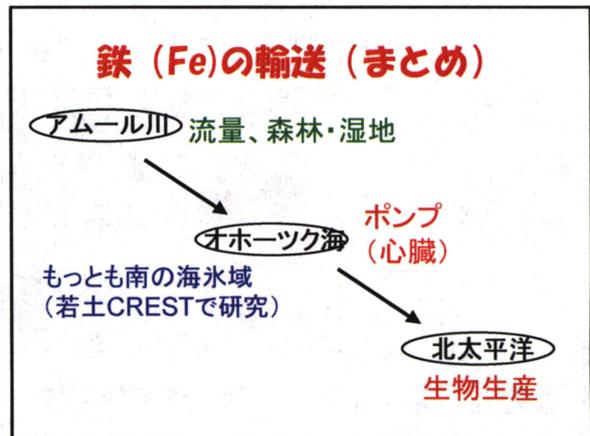
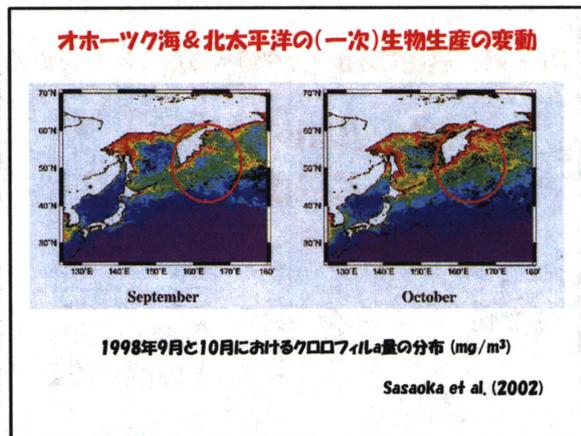
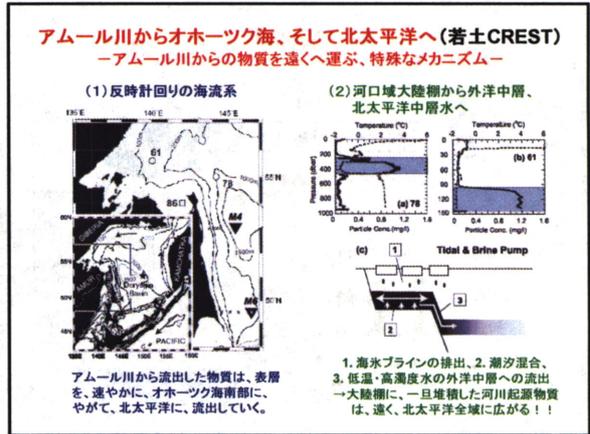
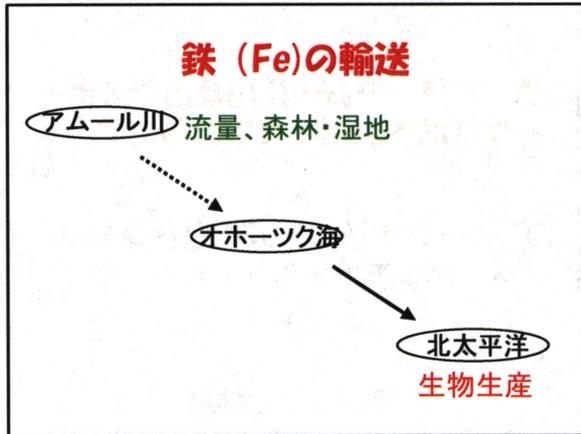




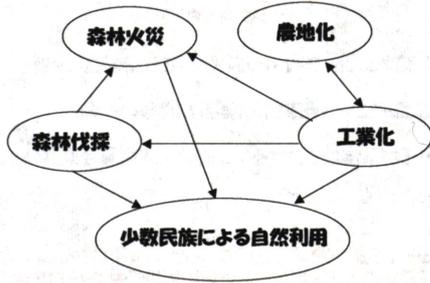
**鉄(Fe)が、アムール川経由でオホーツク海へ供給されるためには、**

**アムール川周辺の湿地と森林の存在が重要である**

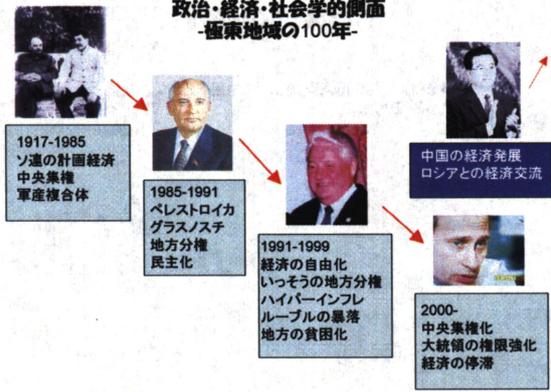




**北太平洋への鉄の供給量に影響を与える人間活動**  
**-アムール川流域の人為的な地表面かく乱-**

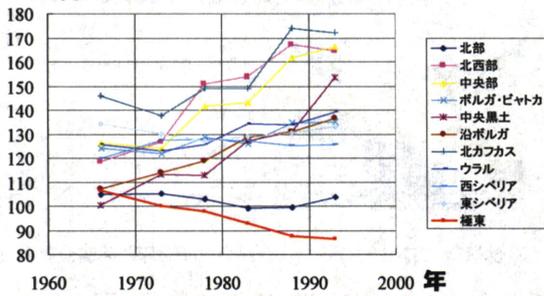


**政治・経済・社会的側面**  
**-極東地域の100年-**



**ロシアの森林の地域別haあたりの蓄積量の変化**

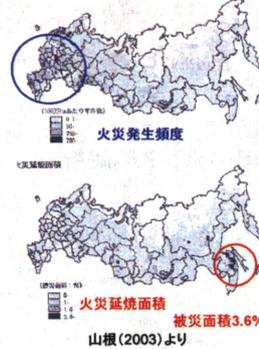
(単位:m<sup>3</sup>/ha)



極東地域のみ一貫した減少傾向がみられる(柿澤(2003)より)

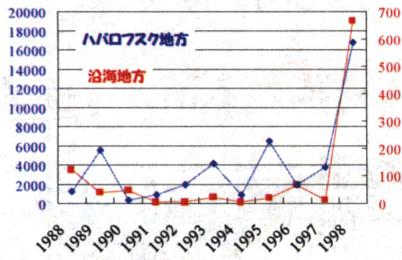
**森林火災**

**1976-2000年の森林火災状況**



**森林火災の増減**

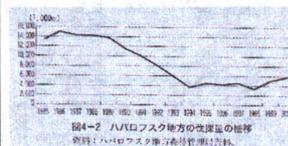
**アムール川下流域における最近10年間の森林火災面積の年々変動(Km<sup>2</sup>)**



柿澤(2003)に基づき作成

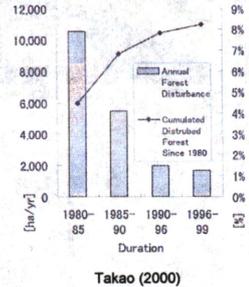
**森林伐採の動向**

**ハバロフスク地方の森林伐採量の推移 (1985-2000)**



柿澤(2003)

**ハバロフスクのJ流域における森林のかく乱面積の推移**



Takao(2000)

## 林産業の動向

日本におけるロシア材の輸入動向  
(1950-2000)

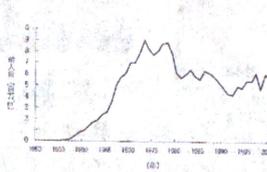


図7-2 日本におけるロシア材の輸入動向

柿澤・山根(2003)

中国のロシア材の輸入量の推移  
(1992-2000)

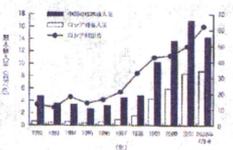


図7-3 中国のロシア材の輸入量の推移 (1992-2000年7月)

資料: 中国統計年報(中国統計局)、Singapore & Indonesia (1996, Vietnam 14 (2001))及び Chikuzawa (2002) を参照。

柿澤・山根(2003)

## 農地の拡大・工業化

現在、調査中

松花江流域における農地の拡大(松花江の断流の問題)

松花江流域における工業化(重金属汚染の問題)

アムール川下流域におけるソ連時代の軍産複合産業のインパクト

アムール川流域全域において、過去100年の間にどの程度の地表面かく乱が生じたか? その原因は? 将来の動向は?

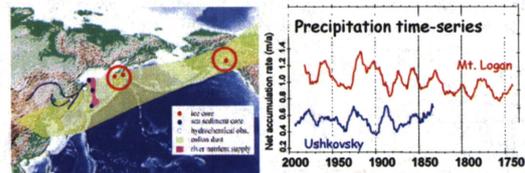
## 過去の自然環境変動と人間活動の影響を探る

氷河の氷コアの解析

樹木の年輪コアの解析

## 水河コアによる環オホーツク環境変動記録

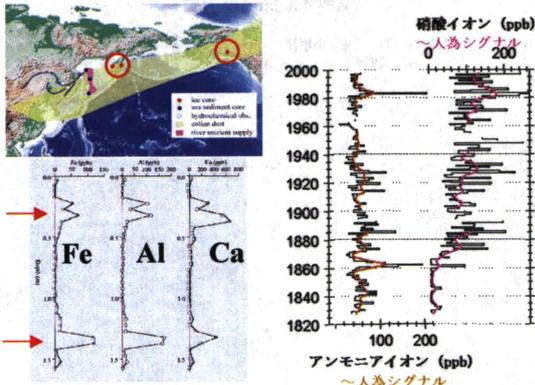
過去の北極振動(AO)と人間活動シグナルを捉える



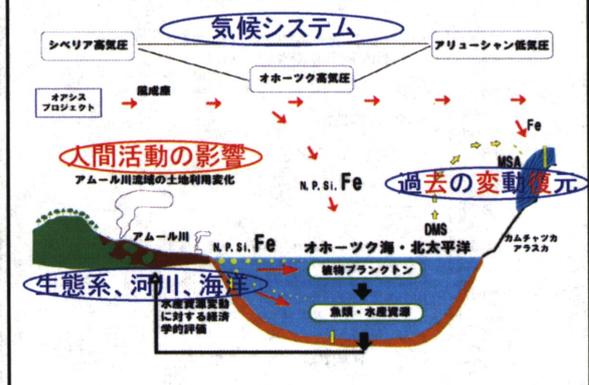
北米ローガン山・コアとカムチャッカ・コアの年間涵養量変化

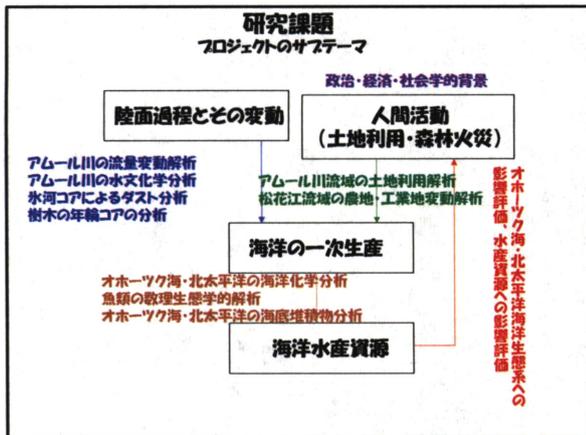
北極振動による降水量変化を示している

## 北東アジアからのシグナルを風下側で検出



## 本プロジェクトにおける自然科学と社会科学の関係





- コアメンバー**
- 研究代表者: 原 登志彦(北大・低温研/地球研客員教授)  
シベリアの森林動態解析
- コアメンバー:
- |   |  |
|---|--|
| 成田 英器(北大・低温研/地球研)<br>若土 正暁(北大・低温研)<br>中塚 武(北大・低温研)<br>松永 勝彦(北大・水産)<br>久万 健志(北大・水産)<br>齊藤 誠一(北大・水産)<br>白岩 孝行(北大・低温)<br>立花 義裕(東海大学)<br>柴田 英昭(北大・北方圏セ)<br>香山 成子(東大・新領域創成)<br>植松 光夫(東大・海洋研)<br>荒井 信雄(札幌国際大学)<br>柿澤 宏昭(北大・農学部)<br>岩下 明裕(北大・スラ研)<br>松田 裕之(東大・海洋研) | 水河コア中の風成塵分析<br>オホーツク海の海洋物理解析<br>オホーツク海の海洋化学分析<br>アムール川の鉄分析<br>オホーツク海の鉄分析<br>オホーツク海の一次生産モニタリング<br>水河コアの水同位体・無機イオン分析<br>アムール川の流量解析<br>アムール川流域の化学分析<br>アムール川流域の土地分類<br>大気化学組成分析<br>ロシア極東の水産資源管理<br>ロシア極東の林業政策<br>中露国境問題とアムール川<br>オホーツク海の生態系変動解析 |
|---|--|
- その他のメンバー: 中尾正義・竹内望・大西秀之・幸島司郎・本堂武夫・大畑哲夫  
石井吉之ほか

- 今後の予定**
- 2003年2月24日  
プロジェクトの概要説明(京都)
  - 2003年2月25日  
第4回会議:プロジェクトの紹介(京都)
  - 2003年4月~:フーズビリティ-FS研究の開始  
当該研究のレビュー  
ロシア側共同研究者の決定  
現地査察  
メンバーによる研究会開催
  - 2004年3月:研究プロジェクトFSの評価(外部評価委員による)
  - 2004年4月~:プレ・リサーチ
  - 2005年4月-2010年3月:本研究

- フーズビリティ研究の内容**
1. ロシア側共同研究者の探索  
政治・経済・人文社会および陸面過程:7月に1週間ハバロフスク訪問  
担当:岩下、白岩、立花、中塚  
  
海洋化学・陸面過程および観測地点の下見:10月に2週間ハバロフスク近郊  
担当:中塚、立花、柴田、荒井
  2. 中国側(黒竜江省)共同研究者の探索  
農地化・工業化関係:10月に1週間ハルビン訪問  
担当:成田、香山、白岩、柿澤
  3. ロシア・中国側共同研究者を招聘したワークショップ開催:12月に1週間  
招聘人数:ロシアから3名、中国から2名
  4. その他  
国内における共同研究者を中心とした研究会:4回程度  
衛星データを用いた地表面状態の解析  
現地における既存データの収集・購入  
各分野の講師を招いた勉強会:4回程度