

[プロジェクト中間報告概要]

プロジェクトタイトル： 流域環境の質と環境意識の関係解明

-土地・水資源利用に伴う環境変化を契機として-

5-2IDEA プロジェクトでは、流域環境への仮想的人為インパクトに対する環境の応答を予測し、その環境変化に対する人びとの価値判断の変化を解析することによって、環境意識に影響を及ぼしている環境の質を推定する手段の開発を目指している。プロジェクトの前期2年間では、森林-河川-湖沼-農地からなる流域環境の生態系・物質循環のシミュレーションモデルの構築と、意識調査としての流域環境への関心事調査の実施を主な項目として取り上げた。

応答予測モデルについては、森林から湖沼にいたる集水域の物質循環・生態系の変化をシミュレートするモデル群として、以下を選定した。

森林生態系：PnET-CN モデル

河川：分布型降雨流出モデル、栄養塩負荷原単位モデル

湖沼：湖水流動モデル、生物地球化学モデル

これらのモデルに、既存およびプロジェクトで新たに取得したデータを入力し、シミュレーション結果と観測値との比較を行った。PnET-CN モデルでは、水文過程に関する調整が必要であることが分かったが、環境変化をシミュレートできることが分かった。森林伐採などの直接的な人為インパクトだけではなく、酸性雨や温暖化といった環境変化への応答も予測できることが示唆された。本プロジェクトにおけるシミュレーションモデル開発によって、森林-河川-湖沼生態系に対する汎用的なモデル群を提案できるであろう。

以上のことは、プロジェクトの前期2年間で応答予測モデルの基本形を確立するという研究計画に沿った進捗状況であり、生態系の物質循環研究の分野にも貢献できるという点で期待以上の成果といえる。

意識調査に関しては、プロジェクトの後半で予定しているシナリオアンケートで採用する環境への仮想的インパクトの種類と強度の範囲を決めるための関心事調査を実施した。調査票の設計に当たって、追試可能な手順を考案し、汎用性・応用性のある手法となるように努めた。環境の利用や機能への関心度の回答結果から、環境の直・間接利用や機能といったカテゴリーごとに、人びとの関心の度合いが類似して変動することが示された。このことは、環境の価値判断を環境意識の表れととらえているプロジェクトの概念的枠組みが調査結果によって支持されたものといえる。シナリオアンケートにおける仮想的インパクトの設定に向けて、詳細な解析を進めている。

プロジェクトタイトル： 流域環境の質と環境意識の関係解明
-土地・水資源利用に伴う環境変化を契機として-

略称： 5-2IDEA プロジェクト

プロジェクトリーダー： 吉岡 崇仁

ホームページ： <http://www.chikyu.ac.jp/idea/>

キーワード： 環境意識、集水域、応答予測モデル、環境質、環境の価値

研究期間：平成13年度 インキュベーション研究 (IS)

平成14-15年度 フィージビリティ研究 (FS)

平成16-20年度 フル・リサーチ (FR)

[1] 研究目的

地球環境を総体として保全しつつ利用することが、今後の持続的社會、未来可能性のある社會を構築するために必須である。このとき、現在の地球環境問題の根源が、人間と自然環境との間の相互作用にあるととらえるならば、その相互作用の結果として形成される人間の環境に対する価値観について、その中身と形成の過程を解明する必要がある。すなわち、環境に対する価値観、あるいは環境意識が、どのような環境条件（環境質）の影響のもとに形成され、それが経済価値とどのような関係を持つものなのかを明らかにすることが重要な課題になるものと考えられる。この課題解明によって、環境を利用する場合に、all or nothing 的な回答ではなく、よりよく利用しかつ保全する方法を探し出すための環境評価が可能となるであろう。しかしながら、この課題に関連して、環境社會学や環境経済学での取り組みがあるものの、環境に関する自然科学的知見の活用はきわめて不十分な段階にとどまっている。プロジェクトでは、環境の質と人々の環境意識との関係を明らかにするために必要となる項目について概念レベルの検討を行うことから含め、自然科学・人文社會学的手法を取り入れた方法（IDEA）の開発を目的としている。

5-2IDEA プロジェクトでは、土地・水資源利用という流域環境への人為インパクトによって変化する環境の質と人々の環境意識の変化（具体的には、環境変化に対する価値判断）との関係を明らかにすることを目的としている。この目的達成のため、プロジェクトでは、自然科学的調査に基づく環境の応答予測モデルを構築するとともに、自然科学的環境情報と人文・社會学的情報の間での交流を円滑化するための一種のツール「Interactive Device between Environments and Artifacts (IDEA)」を開発する。これは、環境経済学・環境社會学的調査（インタビュー、フォーカスグループセッション、アンケート調査など）の実施や結果の解析において重要な役割を果たすことが期待できるツールである。これら一連

の手法を用いて、環境質と環境意識の関係を統計科学的に解明することができる。本研究プロジェクトでは、開発されるツールと解析手続き全体が、人々が環境に対して主体性を持って活動するための方法論として提示されることを目的としている。

[2] 研究の背景・理念

環境に対して、ある人は利用して利益を得ようと考え、ある人は貴重な生き物がいるので保護しようとし、またある人は無関心であったりする。このような環境への人間の態度や意思の違いはどこから生まれるのであろうか。このことを理解することは、すなわち、人と自然（環境）の間の連関を理解することに他ならない。

人間は、環境から様々な形で恩恵を受けるとともに、環境に対して様々な価値を見出して、その環境に対する行動の判断基準としている。したがって、人間の「環境意識」の表現形（あるいは、側面）の一つとして、「環境に対する価値判断」があると考えられる（図1）。

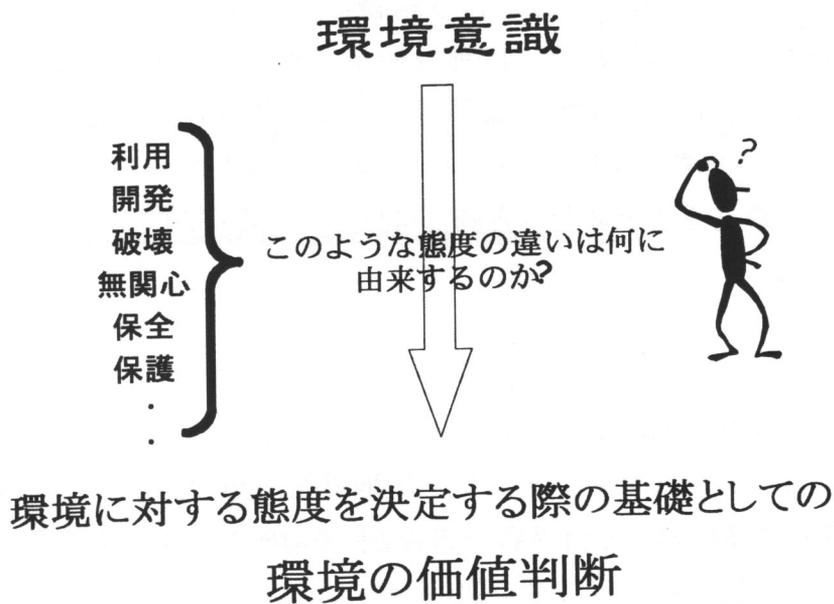


図1 環境意識と環境の価値判断

この関係から、環境意識と環境の質との関係において、以下のように仮定する（作業仮説をたてる）ことが可能である。

- 1) 環境意識は、環境に対する価値判断として表現される。
- 2) 環境に対する人間の行為・態度（開発、保全、放棄など）は、環境に対する価値判断に左右される。
- 3) 環境質の変化の中には、環境意識、環境に対する価値判断に変化を及ぼすものがある。

4) 環境質の変化の情報が与えられた場合、その人の環境意識に変化が起こり、環境に対する態度や行動が変化する。

したがって、

5) 環境質と環境意識の関係は、現在の環境問題を解くための鍵となる課題である。

近年、環境政策決定において、エコシステムマネジメントの観点から、当事者の積極的な参画 (Public Involvements) や共同学習 (Collaborative learning) の重要性が指摘されており (大野 2000、柿澤 2000)、アップルゲートパートナーシップなどの例がアメリカを中心に報告されている。本研究プロジェクトでは、環境施策立案と合意形成にとって重要なファクター考えられる「環境意識と環境質の関係」を明らかとする方法論の構築が、エコシステムマネジメントに向けた取組としても重要であると考えている。

日本では、1997年の河川法改正に基づき、事前の環境影響評価 (いわゆる環境アセスメント) が義務づけられているが、その評価過程での住民参加の形態や、社会合意に至る過程での自然環境に関する情報の扱いは、まだ一方向的・手続き遂行的である。人間・社会が抱く環境に対する価値観・環境意識が、長年にわたる自然環境と人間社会との相互作用の結果として醸成されたものであるという認識に立てば、環境影響評価と事業の経済性・公共性とを比較することは、非常に困難な作業であることが分かる。自然科学的環境評価と、個人あるいは社会による環境の価値評価の間を仲立ちする方法論や概念が求められる。平成13年度 (2001) のインキュベーション研究の成果の一つとして、自然科学と環境評価の関係に関する論文をまとめた (吉岡 2002)。5-2IDEA プロジェクトは、この成果をもとに立案された。

【引用文献】

大野栄治、2000、環境経済評価の実務、勁草書房、pp.182.

柿澤宏昭、2000、エコシステムマネジメント、築地書館、pp.206.

吉岡崇仁、2002、環境評価における自然科学の役割-環境研究における自然科学と人文・社会学の融合への提言、岩波「科学」72(9):940-948.

[3] 研究の内容・方法

(1) 研究方法

プロジェクトが開発を目指す方法論には、

- 1) 仮想的なインパクトに対する対象環境の変化を予測する、
- 2) 環境の変化を人々に伝える、

3) 人々の価値判断の変化と各環境要素の変化との対応関係を解析する、これらの機能が要求される。

従来、自然科学的情報と人文社会学的情報には、表現方法や精度に大きな違いがあり、分野間の垣根を越えて、これらの違いを柔軟に吸収するような仕組みは皆無であった。本研究プロジェクトでは、(1) から (3) の機能を果たす「Interactive Device between Environments and Artifacts (IDEA)」を開発する。IDEA は、(1)の機能を実現する応答予測モデルと流域環境に関する自然科学的情報・人文社会学的情報のデータベース、(2)、(3)の機能に対応する意識調査の実施と解析をするために必要な各種要素で構成する(図2)。

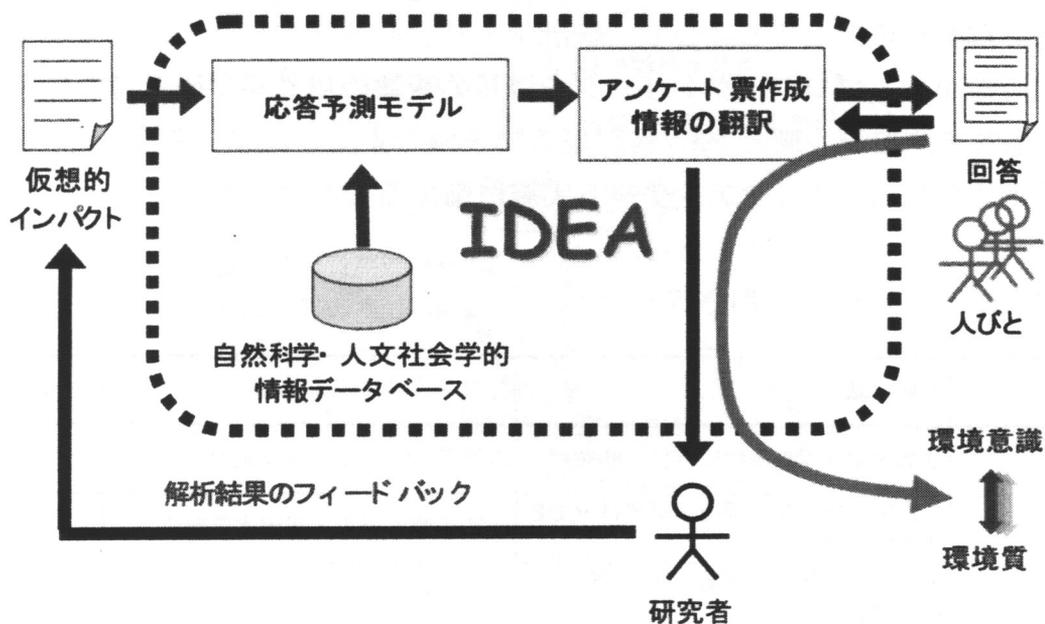


図2 プロジェクトが開発を目指す方法の概略。

(2) 対象地域

プロジェクトが対象とする地域は、北海道北部にある朱鞠内湖集水域である。上流域の大半は、北海道大学の雨龍研究林で占められており、シミュレーションモデルで使用するデータが豊富に蓄積されている。また、施設も整っており、野外調査が実施しやすいことから、対象地域として選定した。また、和歌山・奈良県境に位置する森林集水域も調査対象とした。ここでは、小集水域単位で伐採と植林が約90年のサイクルで実施されている林分と、これに隣接する京都大学フィールド科学教育研究センター和歌山試験地を利用して、森林伐採後数十年にわたる時間経過を解析することにより、応答予測モデルの検証を行うことにした。

社会調査は、この朱鞠内湖集水域環境に関する質問票を用いて実施するが、調査対象者は、集水域周辺に限定せず、広く日本全国レベルで取り組むことにした。これにより、人

びとの対象環境への空間的、社会・心理的距離と環境意識の関係についても解析することを試みる。

(3) 研究体制

プロジェクトの体制は、次の二つのテーマに取り組むグループに分かれている。

1) 「土地・水資源利用の変化に対する流域環境の応答予測モデル構築」(応答予測モデル班：RPM WG)

2) 「環境の価値評価意識と環境質との相互作用の解明」(IDEA 検討班：IDEA WG)

テーマ 1) は、森林集水域に関する応答予測モデルの構築を目指し、森林生態学・森林水文学・環境工学・陸水学・生物地球化学などの科学分野の研究者が参画している。テーマ 2) は、IDEA 方法論全体の構築に関わるとともに、社会調査を実施する。アンケート調査やその統計解析を専門とする社会学・統計学・社会心理学の分野の研究者が中心となるが、初期の段階から、プロジェクトリーダーをはじめ複数の自然科学研究者を加えて構成する。また、応答予測モデル班と IDEA 検討班の間を仲介するリエゾンを設けて、2 グループ間の疎通が求められるシナリオアンケート実施に備えることにした。

・研究組織 (コアメンバー、平成 17 年度)

氏名	所属・職	分担	Working group
大手 信人	京都大学大学院農学研究科・助教授	応答予測モデル：水文過程	RPM
木平 英一	名古屋大学大学院環境学研究科・COE 連携助教授	応答予測モデル：溪流水質形成	RPM
木庭 啓介	東京工業大学大学院総合理工学研究科・講師	応答予測モデル、社会調査	RPM & IDEA
柴田 英昭	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・助教授	応答予測モデル PnET	RPM
杉万 俊夫	京都大学大学院人間・環境学研究科・教授	社会心理学、環境心理学	IDEA
関野 樹	総合地球環境学研究所・助教授	変換モジュール、情報処理学	IDEA & RPM
高原 光	京都府立大学大学院農学研究科・教授	古環境復元：花粉分析	RPM
鄭 躍軍	総合地球環境学研究所・助教授	意識・価値観調査、環境経済学	IDEA
徳地 直子	京都大学フィールド科学教育研究センター・助教授	応答予測モデル PnET	RPM
中田喜三郎	東海大学海洋学部・教授	応答予想モデル：流動モデル、生態モデル	RPM
永田素彦	三重大学人文学部・助教授	社会心理学、環境社会学	IDEA
日野 修次	山形大学理学部・助教授	応答予測モデル：湖沼物質循環	RPM
藤平 和俊	環境学研究所	価値観、合意形成	IDEA
安江 恒	信州大学農学部・助教授	古環境復元：年輪解析	RPM

(4) 研究内容

1) 「土地・水資源利用の変化に対する流域環境の応答予測モデル構築」

応答予測モデルは、環境に仮想的インパクトを与えたときに生じる環境変化をシミュレートするもので、環境の物理・化学・生物的要素の定量的変化を予測できるものとして構築する。仮想的インパクトとして、流域環境における土地・水資源利用の変化を与え、環境変化を予測してシナリオを作成するためにこのモデルが利用される。

応答予測モデルは、いくつかのサブモデル（PnET-CN モデル、河道モデル、湖水流動モデル、湖沼循環モデルなど）で構成される（図3）。

応答予測モデルの構成

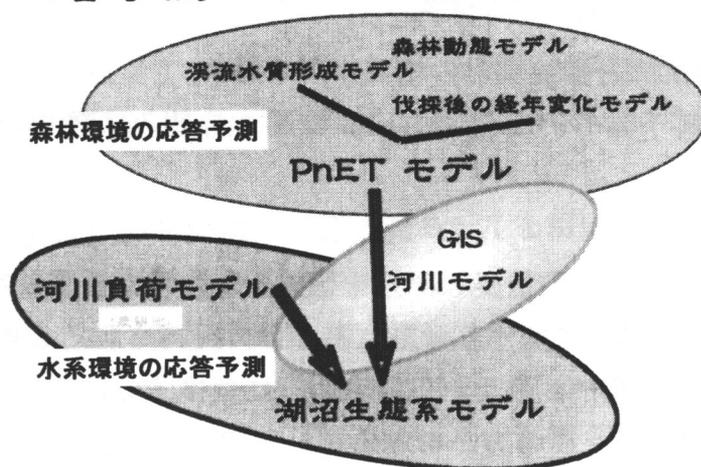


図3 応答予測モデル

1. 森林の炭素・窒素循環モデル

PnETモデルを森林・土壌系における物質循環のシミュレーションモデルとして採用する。森林伐採や酸性雨などの影響をシミュレートできるモデルである。ただし、北米の森林を対象として作成されたモデルであるので、改良が必要である。

2. 降雨流出モデル

森林から供給される溪流・河川水の量と質をシミュレートするには、各小集水域からの流出をモデル化する必要がある。河川の任意の地点、任意の時刻における流速・水位をシミュレートできる分布型の降雨流出モデルを構築する。

3. 農地からの負荷モデル

集水域内にある農耕・酪農地からは、肥料や畜産廃棄物由来の養分が水系に供給される。その量に関しては、原単位法と現場観測によって求め、流入負荷をモデル化する。

4. 湖水流動モデル

湖沼の物質循環をシミュレートするためには、まず湖水の動きをモデル化する必要がある

る。三次元レベルの流体力学的モデルによって、湖水の流動モデルを構築する。このモデルには、熱収支も関係しており、水温変化も表現できる。

5. 湖沼循環モデル

生態系内での物質循環プロセスを扱える生物地球化学的物質循環モデルを構築する。これに、森林・河川のモデルから、流入水量と水質のデータを、流動モデルからは水温と成層に関する情報をインプットすることで、物質循環をシミュレートする。

以上のモデル開発に加えて、プロジェクトでは、応答予測モデルの適合性を検証するために、湿原および湖沼堆積物・樹木年輪などの代替記憶媒体や文献資料による古環境変遷の復元や全国渓流水質調査などを実施する。

2) 「環境の価値評価意識と環境質との相互作用の解明」

IDEA 検討班は、応答予測モデルを除く IDEA 全体の枠組み (図 2) を検討し、意識調査を実施する。

1. 変換モジュール

変換モジュールは、IDEA の重要な部分を構成しており、質問票を作成するために使用される。これは、人々の環境に関する意識に基づいて発言された表現 (たとえば、「澄んだ水」) を、環境質に対する専門的表現 (「透明度」) に変換する。変換モジュールの中核的機能は、変換規則と同義語データの表からなるデータベースによって実現される (図 4)。シナリオアンケートの設計に当たっては、仮想的インパクトによって引き起こされる環境変化を人々が理解できるように、応答予測モデルの結果を翻訳する機能を果たす。

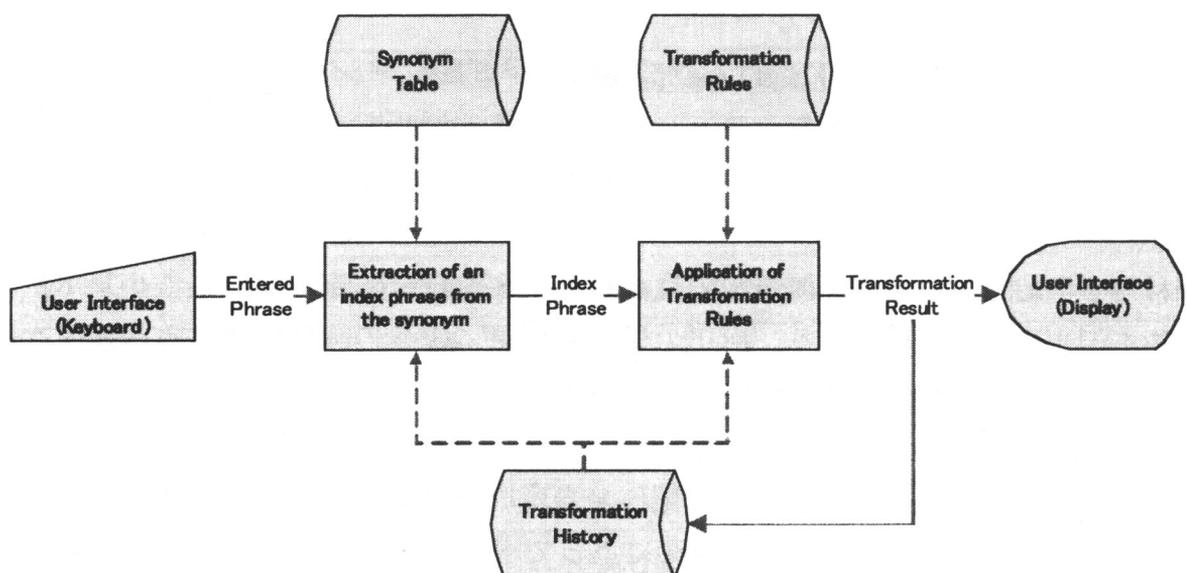


図 4 変換モジュールの構造

2. 意識調査

意識調査は、アンケートと面接インタビュー調査によって行う。

2-1. 朱鞠内湖周辺住民へのインタビュー調査

住民からみた社会的・環境的状况を把握するために、朱鞠内湖集水域周辺でインタビュー調査を実施する。住民から得られた会話の内容は、評価グリッド法等の手法によって解析する。解析結果は、シナリオアンケートの設計に有益であるばかりでなく、IDEAの概念的枠組みの適否を検証する上でも有効であると考えられる。

2-2. 森林・農地・水域に関する関心事調査

集水域環境に対する人々の関心事は、面接調査やアンケート調査によって抽出する。調査票の設計には十分な検討を加え、流域以外の環境や当事者を相手にした調査を実施する際にも応用できるように、一般性のある設計手法を考案する。関心事調査の解析結果をもとに、シナリオアンケートで採用する仮想インパクトの種類と規模を設定する。また、環境への関心や行動に、環境の価値や機能が影響をおよぼしているというモデルの検証も行う。

2-3. シナリオアンケート調査

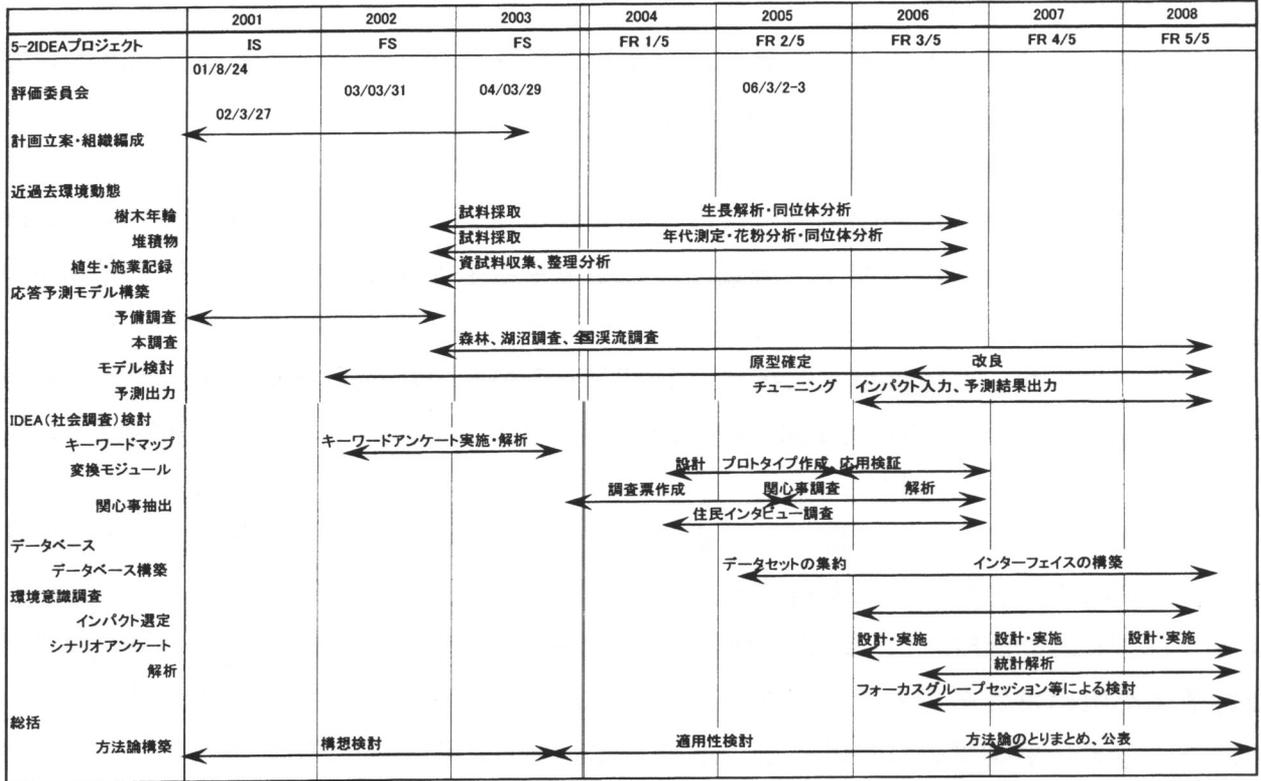
人々の環境意識と環境変化の関係は、応答予測モデルを用いた環境改変シナリオに関するアンケートへの回答をもとに解析する。

プロジェクトの計画時には、仮想評価法（CVM）やコンジョイント法といった環境経済学の調査手法を用いることを考えていた。しかしながら、フィージビリティ研究（FS）の段階で、必ずしも環境の経済的評価は必要がないことが明らかとなった。そこで、本研究では、環境の経済評価も含めたより広い範囲の方法に基づくシナリオアンケートを実施することにした。

シナリオアンケートの結果から推定された人々の環境意識と環境質との関係は、両者の間の関係が直接的なものなのかどうかを確かめるために、新たなアンケートにフィードバックする（図2）。アンケートは、調査対象の集水域周辺の住民だけではなく、集水域に関係を持たない住民にも実施し、環境意識と環境質の関係についてより一般的な特徴を解明したい。

[4] 年次計画・予算

インキュベーション研究から現在までに行った研究内容と今後の計画、予算を下表にまとめた。



年 度	所要研究 経費 (千円)	内 訳 (千円)						備 考
		設備備品費	消耗品費	人件費	旅 費 (上段：国内 下段：外国)	謝金等	その他	
15年度 P R	19,704	8,869	3,547	2,254	4,253 333	33	415	
16年度 F R	108,938	56,610	19,923	20,310	8,884 2,122	40	1,049	
17年度 F R	107,850	4,533	32,510	22,640	8,800 1,815	60	37,492	
18年度 F R	80,000	0	18,225	22,515	7,200 2,000	60	30,000	
19年度 F R	70,000	0	12,225	22,515	7,200 2,000	60	26,000	
20年度 F R	50,000	0	9,425	22,515	4,000 2,000	60	12,000	
総 計	436,492	70,012	95,855	112,749	50,607	313	106,956	

設備備品明細 (100万円以上のもの)

単位:千円

年度	備品名	金額	保管場所
15	ブレハブ冷蔵庫	2,714	北大森林園ステーション北管理部
15	河川観測システム	4,568	北大雨龍研究林
16	自動採水器	1,767	京大和歌山研究林
16	冷却高速円心分離器	1,606	京大フィールド教育研究センター
16	クロロフィル分析計	2,646	山形大理学部
16	雪上車	10,419	北大雨龍研究林
16	オートアナライザー	15,975	北大森林園ステーション北管理部
16	気象観測装置	1,003	北大雨龍研究林
16	全有機炭素計	2,866	山形大理学部
16	小型メモリー流速計	2,679	山形大理学部
17	小型メモリー流速計	1,377	山形大理学部

[5] 進捗状況

(1) 今年度までに明らかになったこと

応答予測モデル班および IDEA 検討班で得られた結果については、以下のリストに挙げた各報告で述べられている。

◎ 応答予測モデル：RPM WG

- ・北海道北部の森林流域における生物地球化学プロセスモデルの摘要（柴田）
- ・森林生態系の攪乱影響とその長期影響評価に向けた PnET モデル摘要の検討（徳地・福島・館野）
- ・流域生態系モデルを構築する際に考慮すべき水文過程の影響について（大手）
- ・河川水文シミュレーションモデルの現状と新しい提案（山下・市川・佐藤・柴田）
- ・朱鞠内湖への流入河川の水質環境と負荷量（日野・佐藤・岡村・菊池・石川・三上・五十嵐・高野 [a]）
- ・湖沼における生物地球化学的循環モデルの開発（中田・日野・植田）
- ・ササ掻き起こし地における植生回復初期過程に影響を与える要因（吉田・伊賀・小澤・野口・柴田）
- ・年輪情報を用いた朱鞠内湖集水域の環境変遷の復元（安江・岡田）
- ・雨龍研究林における過去1万年間の植生変遷（高原・河野・野村・佐々木）
- ・全国渓流水質調査（木平・板谷・若松・新藤・吉岡）
- ・朱鞠内湖のプランクトン群集の動態（日野・佐藤・岡村・菊池・石川・三上・五十嵐・高野 [b]）

◎ 環境の質と環境意識の関係を解明する方法の検討および社会調査：IDEA WG

- ・変換モジュール（関野）
- ・朱鞠内湖集水域の流域環境に対する住民の関心事（永田）
- ・流域における関心事調査に関する方法論の考察（鄭）
- ・森林、農地、水域に対する関心事調査（松川）
- ・制御理論の応用から捉える 5-2 プロジェクトの意義（藤平）

ここでは、それらについて概要をまとめた。

1) 応答予測モデル：RPM WG

1. 森林の炭素・窒素循環モデル（柴田；徳地ほか）

森林における物質循環および植生の動態を推定するために、北米の森林に対して開発された PnET モデルを応用することにした。PnET-CN モデルに観測データ、気象データ等を入力し、物質動態をシミュレートした。計算値と実測値に若干の乖離があり、詳細なチューニングに加え水文過程の考慮などが必要であるが、応用予測モデルに適用できることが示された。伐採強度の違いと水質変化の強度と回復時間との関係などについてシミュレーションを実施したところ、伐採率 25%程度では渓流水中の NO_3^- 濃度への影響は小さいことが示された（柴田：Figure 3）。また、大気窒素沈着量の増加と CO_2 濃度上昇が相殺効果を持っているというシミュレーション結果も得られた（柴田：Figure 5）。和歌山・奈良県の森林におけるシミュレーションの結果では、森林バイオマスが増大後、定常状態になること、葉内窒素含量が林齢に伴って減少することなどがよく表現されていた（徳地ほか：Figure 2, 3）。

2. 降雨流出モデル（大手；山下ほか）

PnET-CN モデルに含まれる水文過程のサブモデルの能力をアジアモンスーン気候の影響を受けている日本の温帯林にある集水域のデータを用いて検証した。シミュレーション結果として、渓流水の月平均流量はよく再現されたが、渓流水の NO_3^- 濃度の季節変化の再現は不十分であることが分かった（大手：Figure 3）。生態系スケールでの水と栄養塩の循環をモデル化するためには、より現実にあった水文過程のサブモデルを組み込む必要がある。日本の森林集水域を対象として構築された Hydrologic Cycle (HYCY) モデルを応用したシミュレーションによって、月平均の渓流水中 NO_3^- 濃度の季節変化のパターンが再現されることが分かった（大手：Figure 3c, 5b）。

森林小流域を対象とする降雨流出モデルの要件は、連続的な降雨流出の記述と測定可能な土壌の状態に基づくモデル係数の同定である。これらの要件を満たす、土壌層での貯留と排水過程で流出を記述するモデルを開発した。朱鞠内湖集水域内の二つの小流域に適用したシミュレーション結果は、観測データとよく一致した（山下ほか：Fig. 2）。

3. 農地からの負荷モデル（日野ほか）。

朱鞠内湖への流入河川からの栄養塩の負荷については、生物地球化学モデルにデータを導入する目的で、プロジェクトの開始直後から調査を継続している（日野ほか[a]：Fig. 3）。

4. 湖水流動モデル および 生物地球化学的物質循環モデル（中田ほか）

湖沼モデルについては、湖水の流動を表現するモデルがほぼ完成し、各水深における水

温と流速のシミュレーションを行った（中田ほか：図 4、5）。湖沼観測データを用いる生物地球化学モデルとの統合を開始した。

5. 応答予測モデルに関連したその他の結果

・ 土壌表層の掻き取り施業が初期植生に及ぼす影響（吉田ほか）

土壌表層を掻き取った地点での高木種（カンバ類、トドマツ、イタヤカエデ、キハダ）の動態には、光環境が負の効果を及ぼすことがわかった（吉田：Table 1）。

・ 年輪解析による気候復元（安江・岡田）

年輪解析により、西暦 1651 年以降の北部北海道における夏の気温と降水量の復元を行った。雨龍ダムの建設（すなわち朱鞠内湖の出現）は、集水域の微気象的条件にほとんど影響しなかったことが示唆された（安江・岡田：Fig. 1）。しかしながら、泥川湿原において、気候変化とは異なる環境変化があったことが推測される結果が得られた。

・ 花粉・植物ケイ酸体解析による古環境解析（高原ほか）

朱鞠内湖集水域周辺における地域的・局所的な気候と植生の変化を 7000 年以上にわたって明らかにした（高原ほか：Fig. 4）。森林および周辺の環境変遷は、応答予測モデルの検証に有効であるとともに、社会調査において、被験者に提供する環境情報として利用する予定である。

・ 全国渓流水調査（木平ほか）

本プロジェクトの一環として行った自然渓流水の水質調査は、包括的なものとしてはおそらく初めてのものである。日本全国の自然渓流水中のイオン組成について、空間的分布が得られた（木平ほか：Table 1、2）。NO₃⁻濃度について重回帰分析を行った結果、流域の傾斜、流域の方位、年降水量、年平均気温、大気からの窒素負荷量の 5 つが有意な要因として抽出された。中でも、大気からの窒素負荷量（標準化係数：0.501）の寄与がもっとも大きかった。一方、溶存無機態リン濃度については、集水域の地質の影響が最も大きいことが示唆された。

・ 朱鞠内湖の微生物群集の特徴（日野ほか [b]）

朱鞠内湖水中の細菌密度は、 6.83×10^7 cells ml⁻¹であった。細胞サイズは小さいものの、富栄養湖よりも密度が高かった。ピコ植物プランクトンの密度も 3.8×10^4 cells ml⁻¹ と高いという特徴があった。得られたデータセットは、湖沼の生物地球化学モデルに入力される。

2) 環境の質と環境意識の関係を解明する方法の検討および社会調査：IDEA WG

1. 変換モジュール（関野）

プロジェクトの初期段階では、人々の環境に関するイメージと環境の質との関係を推定

するための装置（キーワード・マップ）の開発を構想していた。しかしながら、IDEA WG の議論の結果として、キーワード・マップの考え方は、変換モジュールに発展的に吸収されることとなった。

変換モジュールの変換規則と同義語データは、2002年に実施したキーワードアンケートの結果を用いて作成した。実装に先立って、モジュールの機能の詳細を特定した。実験モジュールは試験運用の結果により頻繁に作り変えられることから、今回の実装では、容易にデータベースの構造やユーザインターフェースが変更できるMicrosoft社製のAccess 2003がデータベース管理ソフトウェアとして用いた。

2. 意識調査

2-1. 朱鞠内湖集水域周辺の住民に対する面接調査（木村卒業論文：本報告書には含まれていない）

朱鞠内湖集水域周辺の市町での聞き取り調査の結果を、評価グリッド法に従って解析したところ、人びとの環境変化に関する認識は、「原因→環境質変化→環境意識→価値判断」というスキームで表すことができ、プロジェクトが扱う人間モデルと合致していることが示唆された。

2-2. 森林-農地-水域に関する関心事調査（鄭；松川；永田ほか）

シナリオアンケートにおいて取り上げる仮想的環境改変インパクトの種類と強度を決めるための関心事調査を実施した。調査票作成のための手順を検討し、汎用性、応用性の高い、調査票作成の統一的手順を決定した。日本全国から、120地点、1800名を対象として関心事調査を実施した（集計表を添付した。<http://www.chikyu.ac.jp/idea/QS/interestQS.htm>も参照のこと）。回収率は49.2%であった。

環境の利用や機能への関心度の回答を因子分析した結果、環境の直・間接利用や機能といったカテゴリーごとに、人びとの関心の度合いが類似して変動することが示された。また、直接利用価値、間接利用価値や環境の機能が、人々の環境への関心や行動とどのような関係にあるのかを解析することが可能となった（松川：Table 1, Figure 1、2）。ほぼ同じ調査票を用いて、朱鞠内湖集水域周辺の住民に対しても調査をしたところ、おもな関心事が全国調査と若干異なっていることなどが示唆された。しかしながら、両調査結果ともに、人びとが環境に対する関心の高さによって3つのクラスターに分けられることを示唆した（鄭：Figure 3、永田：Figure 2）

3. IDEAに関連したその他の結果

・プロジェクトの概念的枠組みについて（藤平）

プロジェクトで開発をめざしている方法論について、システム制御理論の観点から考察

を加えた。システム制御工学を応用した環境教育・学習理論の開発の観点からも、本プロジェクトの概念的枠組みを明確にすることをめざしている。

(2) 当初計画から変更された点

森林の物質循環モデルに関して、PnET-BGC モデルを適用する予定であったが、インターフェイスがより完成している PnET-CN モデルを先行して利用して適合度を判定する作業を始めることとした。PnET-CN モデルは、今後もチューニング作業を続けるとともに、PnET-BGC の適用も考慮する。PC 駆動の変換モジュールについては、開発に時間がかかり、社会調査とは切り離して進めることになろう。社会調査で使用する調査票の設計に必要な情報は PC によらない作業で用意することになる。

(3) 論文等の主要な出版物

- 斉藤友則・木庭啓介・酒井徹朗・亀田佳代子・吉岡崇仁 2002. コンジョイント分析を用いた野生動物問題に対する仮想的対策事前評価—滋賀県琵琶湖におけるカワウ問題を事例として—. 日本評価学会誌, 2:79-90.
- 吉岡崇仁 2002. 環境評価における自然科学の役割—環境研究における自然科学と人文・社会学の融合への提言. 岩波「科学」, 72:940-948.
- Guo Z., X. Xiao, Y. Gan and Y. Zheng. 2003. Landscape Planning for A Rural Ecosystem: Case Study of A Resettlement Area for Residents from Land Submerged by the Three Gorges Reservoir, China. *Landscape Ecology*, Vol.18: 503-512.
- 久保山裕史・鄭躍軍・岡裕泰 2003. 主要な森林気象災害の林齢別被害率の推定と考察. 日本林学会誌, 85:191-198.
- Koba, K., M. Hirobe, L. Koyama, A. Kohzu, N. Tokuchi, K. J. Nadelhoffer, E. Wada and H. Takeda. 2003. Natural abundance of ^{15}N in plants and soils of a temperate coniferous forest. *Ecosystems* 6 (5): 457-469
- 鄭躍軍 2003. 環境意識調査の計測方法による非標本誤差—仮想評価法 (CVM) の支払手段を例として—. 日本行動計量学, 30(1), 135-148.
- Zheng Y. and R. Yoshino. 2003. Diversity patterns of attitudes toward nature and environment in Japan, USA, and European nations. *Behaviormetrika* Vol. 30(1): 21-37.
- 楊宗興, 吉岡崇仁ほか 2003. 集水域の生物地球化学: その意義と展望. 陸水学雑誌,

64:49-79.

吉岡崇仁 2003. 地球環境変化のもとでの流域研究. 陸水学雑誌, 64:203-207.

Osada, N., R. Tateno, A. Mori and H. Takeda 2004. Changes in crown development patterns and current-year shoot structure with light environment and tree height in *Fagus crenata* (Fagaceae). *American Journal of Botany* 91:1981-1989

小澤 恵・柴田英昭 2004. 北海道北部における掻き起し施業が土壌養分環境に及ぼす影響. 北方林業 56(9): 209-212.

Shibata, H., O. Sugawara, H. Toyoshima, S. M. Wondzell, F. Nakamura, T. Kasahara, F. J. Swanson and K. Sasa. 2004. Nitrogen dynamics in the hyporheic zone of a forested stream during a small storm, Hokkaido, Japan. *Biogeochemistry*, 69:83-104.

Tateno, R, Hishi, T. and Takeda, H. 2004. Above- and belowground biomass and net primary production in a cool-temperate deciduous forest in relation to topographical changes in soil nitrogen. *Forest Ecology and Management* 193:297-306.

Zheng Y. 2004. A Vision for International Comparative Survey Research. In Kwansai Gakuin University (ed.) *Proceedings of the Use of Cross-National Comparative Surveys*, pp.123-138.

Hishi, T., M. Hirobe, R. Tateno and H. Takeda. 2004. Spatial and temporal patterns of water-extractable organic carbon (WEOC) of surface mineral soil in a cool temperate forest ecosystem. *Soil Biology and Biochemistry*, 36:1731-1737.

藤平和俊 (2004) システム制御理論を応用した環境教育の体系化. 環境教育, 13 (2), pp. 63-70.

藤平和俊 (2004) システム制御理論にもとづく企業内環境教育の体系化. 環境経営とコミュニケーションのかたち, pp. 130-144, 日本広報学会.

Fujimaki, R., R. Tateno, M. Hirobe, N. Tokuchi and H. Takeda. 2004. Fine root mass in relation to soil N supply in a cool temperate forest. *Ecological Research* 19:559-562.

吉岡崇仁 2004. 森林集水域の機能. 水環境学会誌, 27: 567.

岡崎昭彦 2005. 海外調査報告. 社会経営学研究, 4:45-57.

木村瑛美 2005. 自然環境の改変をめぐる専門家と一般市民の対話システム構築に関する基礎研究. 京都大学総合人間学部卒業論文, pp. 79.

Konohira E., J. Shindo and T. Yoshioka. 2005. Stream water chemistry in Japan. In: Nagoya University the 21st century COE program "Dynamics of the Sun-Earth-Life interactive system" editorial board (ed.), Nagoya University the 21st century

COE program "Dynamics of the Sun-Earth-Life interactive system" Annual report 2004, pp.281-290.

Sekino, T. and T. Yoshioka. 2005. Diagrammatic representation of environmental monitoring data. Korean Journal of Limnology, 38:76-83.

Yoshida, T., Y. Iga, M. Ozawa, M. Noguchi and H. Shibata. 2005. Factors influencing early vegetation establishment following a soil-scarification in a mixed forest of northern Japan. Canadian Journal of Forest Research, 35:175-188.

Ogawa, A., H. Shibata, K. Suzuki, M. J. Mitchell and Y. Ikegami. (in press) Relationship of topography to surface water chemistry with particular focus on nitrogen and organic carbon solutes within a forested watershed in Hokkaido, Japan. Hydrological Processes.

大川智船 2006. 環境変化に関する専門家と一般住民の新たな対話システムの開発を目指して. 三重大学人文学部卒業論文, pp.77.

坂本泰彦 2006. 環境変化の自然科学的評価と社会心理的評価の相互作用を取り入れた環境価値評価手法に関する基礎研究—朱鞠内湖周辺地域での関心事と調査を通して—. 京都大学総合人間学部卒業論文, pp.36.

[6] 今後の活動

(1) 今後取り組むこと

1) 森林流域環境の環境影響評価につながるモデル群の提案

応答予測モデルを深化させることにより、流域の環境影響評価のためのひな形となる生態・物質循環シミュレーションモデルとして提案したい。

2) 環境の質と環境意識の関係を明らかにする方法論の提案

環境と人間の関係を研究する諸分野に対して、方法論をとりまとめたマニュアル的な出版物を公表したい。

3) 流域環境に関する人々の関心事と環境の質に関するケーススタディ

おもに一般市民を対象として、セミナーなどの講演会や一般書籍としての出版などを通して、環境と人との関係の将来像構築に向けた議論を高めたい。

(2) 今後の活動内容

1) 当初計画どおり進められる活動

本研究2年目で予定していた、応答予測モデルの原型作成がほぼ終了したので、今後、さまざまなインパクトに対する環境変化の程度を把握し、シナリオアンケートに応用でき

るシナリオ群を用意する。関心事調査については、今年度末までにおおよその解析が終了する予定であり、抽出された主な関心事をもとに、インパクトの種類と規模を考案する予定である。3-4年次は、シナリオアンケートに主眼を置くことになっているが、応答予測モデルの精緻化を目指し、モデルの改良とインプットデータセットの蓄積を継続する。

2) 当初計画から変更される活動

前述の通り、応答予測モデルおよび変換モジュールの開発において変更・遅れがあるが、全体的な研究活動自体には変更はない。

(3) 研究遂行上の問題点と解決策

1) 予算について

アンケートなどの社会調査には、従来以上の経費がかかる可能性がある。4-5年次では、予算の減額が見込まれているが、できる限り確保していただきたい。

2) 意識調査対象の抽出について

選挙人名簿は閲覧が不可能となり、住民基本台帳の閲覧に関しても、学術調査であることを示すための事前準備には、今まで以上の時間と労力が必要になるであろう。個人情報の保護に関する法律（平成17年4月1日施行）に沿った意識調査のあり方について議論しておく必要があるとともに、今後に備えて住民基本台帳に基づかない標本抽出手法の検討も必要と考える。ライフスタイルや価値観の変化に伴い、アンケート調査の回収率は年々低下する傾向にある。

(4) プロジェクト終了に向けた準備

後半3年間に予定しているシナリオアンケート調査を十分に行えるように、応答予測班とIDEA検討班の連携をより密にしていかなければならない。また、フォーカスグループセッションや面接調査など、解析結果のバリデーションのための作業を柔軟にこなせる体制を整えたい。プロジェクトの背景にある概念について検討する。とくに、環境の価値や環境の認識について、環境経済学・環境倫理学・環境哲学等の概念をわかりやすく整理することに取り組む。