

気候変動適応戦略イニシアチブ (ISACC) 気候変動適応研究推進プログラム (RECCA)
「気候変動下における四国の水資源政策決定支援システムの開発」

■ 「気候変動適応研究推進プログラム」について

文部科学省における本プログラムは、気候変動予測の成果を都道府県、あるいは市区町村などの地域規模で行われる気候変動適応策立案に科学的知見として提供するために必要となる研究開発を推進するものです。

気候変動の影響は、都市部や山間部など地域毎に固有な形で現れることが予想され、将来の気候変動の影響を考慮した適応策の立案には、科学的根拠となる気候変動予測情報が不可欠となります。しかしながら、その予測の空間解像度は、地域規模の検討に使用するには粗いなどの課題も指摘されており、気候変動予測の時間的、空間的分解能を向上させることや、予測に含まれる不確実性を低減することが必要となっています。また、本プログラムにおける全球規模の気候変動予測成果を利用する気候変動適応シミュレーションは、対象地域の社会的な実情を十分考慮することにより、政策決定者や利害関係者に効果的な適応策立案への科学的知見を提供できるものと期待されます。

■ 「気候変動下における四国の水資源政策決定支援システムの開発」について

気候変動適応研究推進プログラムには3つの研究領域があり（水領域4課題、都市領域5課題、農林漁業領域3課題）、全12課題のプロジェクトの下で、それぞれの研究開発が実施されています。そのうちの1つが「気候変動下における四国の水資源政策決定支援システムの開発」であり、都市領域課題に属し、地域規模で行われる気候変動影響評価・適応策立案を可能とする気候変動適応シミュレーション技術の研究開発を行っています。本研究課題は、四国・吉野川流域における気候変動による水資源の変化や洪水・干ばつなどの自然現象と、その社会経済への影響に対する適応策立案に貢献することが期待され、研究代表機関である高知工科大学と本学との共同研究により、相互の活動を協力して実施しています。

気候変動下における四国の水資源政策決定支援システムの開発	
実施体制	研究代表機関： 公立大学法人 高知工科大学 共同研究機関： 国立大学法人 東京大学 協力連携機関： 四国水問題研究会（香川県、徳島県、愛媛県、高知県、国土交通省、中央省庁出先機関、民間団体、NPO、大学、マスコミ等）
対象地域	四国、及び吉野川流域

■ はじめに

<背景 ～四国の水問題～>

四国地方は、その気象特性から、降雨現象が南北で異なり、降雨の多い南四国は洪水被害に、そして降雨の少ない北四国は渇水被害に悩まされてきた経緯があります。この偏在

する水を有効利用しようとする試みが進められる中、近年では、気候変動によって、降水量の変動幅が拡大し、洪水、渇水の頻発、その長期化により、今後は一層厳しい環境におかれるとも予想されています。こうした四国における治水、利水、環境に対する問題解決に向けて、2006（平成 18）年に「四国水問題研究会」が、産・官・学の枠組みにて発足されました。当該研究会は、本プロジェクトを構成する重要な協力連携機関であり、四国の水問題について総合的に考え、議論する場を提供します。

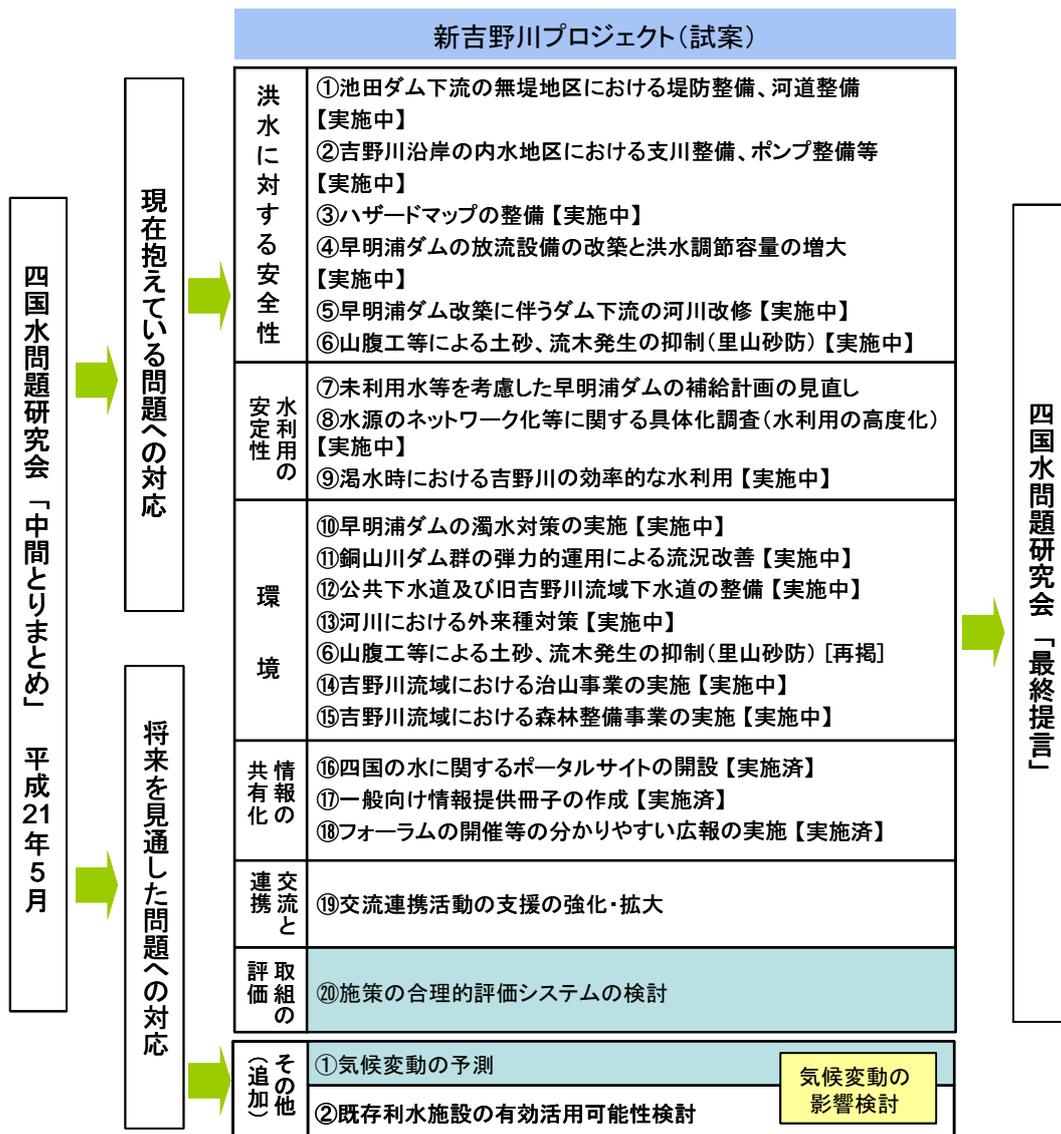
<四国水問題研究会>

四国水問題研究会の設立は、2004（平成 16）年～2005（平成 17）年に頻発した洪水、渇水が契機となりましたが、吉野川水系の早明浦ダムでは、1994（平成 6）年や 2005（平成 17）年に利水確保量が 0（ゼロ）となる状況に陥るなど、大きな渇水に見舞われました。吉野川水系の水資源は徳島県をはじめ、香川県（全域）、愛媛県（四国中央市）、高知県（高知市等）にも分水して利用されており、四国地方の経済を支える基盤と言えます。本研究会は、特に渇水の頻発する吉野川水系を中心として、その水資源の広域的、有効利用等について検討しています。主な活動事項、及び取り組みの内容を以下に示します。

四国水問題研究会	
洪水による浸水被害や渇水による水不足等、度々深刻な水の問題に悩まされている四国地方の、水問題の課題解決に向けた方向性を議論し、提言を行うために 2006（平成 18）年に発足した、各分野の有識者からなる研究会	
目的	新たな国土形成を展望しつつ、四国 4 県が共有する吉野川水系及びその関連地域の水問題（治水・利水・環境）について総合的に把握するとともに、水資源の有効利用と治水・利水・環境の合理的な恒久的対策並びに必要な実施方策について研究及び提言を行うことを目的とする。
活動事項	(1) 水問題（治水・利水・環境）の現状と課題に関すること。 (2) 水系の治水・利水・環境に関すること。 (3) 水資源の広域的利用、合理的な利用に関すること。 (4) その他研究会の目的を達成するために必要な事項に関すること。
取り組み	<p>◆ 今までの取り組み（中間とりまとめまで）</p> <p>2006（平成 18）年 6 月より 2011（平成 23）年 2 月までに合計 14 回の研究会が開催され、第 1 回から第 7 回までは、委員による研究発表や事務局からの情報提供により、委員相互の共通認識を深めた。第 8 回から第 14 回（2011 年 2 月 16 日）においては、意見交換により活発な議論が行われた。2009（平成 21）年 5 月には、「中間とりまとめ」報告書が発行された。</p> <p>◆ 今後の取り組み</p> <p>「中間とりまとめ」を踏まえて、関係者、関係機関と連携しながら、様々な取り組みについて試行し、最終報告をまとめる。</p> <p>◆ 四国地方整備局の取り組み</p>

「中間とりまとめ」を受け（第12回研究会にて）、実現性が高く、即時対応可能な施策を抽出し、「新吉野川プロジェクト（試案）」として公表するとともに、個別プロジェクトにおいて、具体的な取り組みや検証を実施中（下図参照）。

四国地方整備局が取り組む「新吉野川プロジェクト（試案）」は、水問題研究会より提出された「中間とりまとめ」に基づき、現在（従来）、四国が抱えている問題を抽出し、それぞれへの対応を6項目に分類して対策を講じています。さらに、将来を見通した問題（気候変動）への対応が追加された形式で整理され、最終提言として纏められる予定です。ここで、「新吉野川プロジェクト（試案）」を合理的に評価する役割を担うのが、気候変動適応研究推進プログラム（RECCA）の「気候変動下における四国の水資源政策決定支援システム」です。この水資源政策決定支援システムは、四国地域における気候変動適応策立案に対し、気候変動予測の成果を効果的に反映させるための科学的知見と、これを実施するための技術を提供し、理学、工学、そして社会経済学の立場から総合的に支援します。



2011（平成23）年2月16日に開催された「第14回 四国水問題研究会」では、高知工科大学より那須教授（本プロジェクトの代表、四国水問題研究会委員）より、「気候変動下における四国の水資源政策決定支援システムの開発」についての紹介、進捗について報告されました。また、本研究室の小池教授より「気候変動下の河川水資源管理」と題して講演が行われ、その後の意見交換では、多分野横断的な質疑、議論が交わされました。



本プロジェクトを説明する那須教授



質問に答える小池教授

■「気候変動下における四国の水資源政策決定支援システムの開発」

＜プロジェクトの概要＞

先にも述べているように、四国は国内でも水不足が多発する地域である一方、洪水の危険度の高い地域でもあります。四国最大の河川である吉野川は、長期にわたって頻繁に渇水に見舞われており、上流での森林荒廃による水資源への影響や、下流での水環境問題も発生しています。四国、及び吉野川流域の気候変動を考慮した水資源政策の難しさは、このような水資源に関わる自然現象のみならず、水利用の権利関係や社会経済に対する影響の複雑性等も加わり、地域、流域内での水資源管理における合意形成が極めて困難であることにも起因しています。

IPCC 第4次評価報告によれば、大雨の頻度が増え、渇水の影響を受ける地域が拡大すると予測されており、こうした気候変動による降雨量や降雨パターンの変化は、四国、吉野川の水資源量を変化させ、経済活動や生活用水としての利水だけでなく、水環境や洪水調節機能にも一層、大きな影響を与えることが懸念されています。こうした中、気候変動が、治水、利水、環境にどのような影響を与えるか、これを評価し、水資源政策によってどのように気候変動に適応できるかを定量的に把握することが喫緊の課題となっています。

本プロジェクト「気候変動下における四国の水資源政策決定支援システムの開発」は、これらの課題を克服するため、気候変動の影響を考慮した水利用、水環境の自然現象から社会現象に至る統合シミュレーションモデルを開発し、四国、及び吉野川における水資源管理に向けた気候変動適応策の合意形成に資する、定量的な情報の提供を目指します。

＜プロジェクトの目的＞

四国・吉野川流域において、気候変動による水資源の変化や洪水・干ばつなどの自然現象と、その社会経済への影響に対して適切な適応策を選択し、地域が納得する方法で水資源政策を決定するため、「気候変動予測モデル」、「水資源量および変動量を予測する水文モデル」、「社会科学的なインパクトの評価モデル」、「適応策オプションの評価および選択システム」の統合シミュレーションモデルを構築します。さらに、この統合シミュレーショ

ンモデルによって提案される適応策（政策）により、行政、市民、及び利害関係者の相互理解と政策調整に基づいて実現する地域経営システムのプロトタイプを構築します。

＜気候変動適応研究の内容と方法＞

本研究は、予測、評価とマネージメントの観点から、気候変動に対する次の4項目の基本的課題を解決し、四国地域が抱える既往の水問題（根本的課題）を克服できるよう、設計されています。

- ① 気候変動の「予測の科学」に係る基本的課題
- ② 気候変動の「影響評価」に係る基本的課題
- ③ 気候変動への適応策の「策定」に係る基本的課題
- ④ 気候変動への適応策の「実施」に係る基本的課題
- ⑤ 吉野川流域、及び四国での気候変動を含めた適応策、地域経営システム

四国地域の既往の水問題（根本的課題）

- ・ 洪水に対する安全性、水利用の安定性、環境の工学的、及び便益上の相互作用が十分に確認される制度上の基盤が無かったこと
- ・ 水源地域の負担、及び受益地域の便益の関係が明らかでなく、相互理解を踏まえた負担、便益の配分にも困難が伴うこと
- ・ 河川の工学的機能面から見た治水・利水・環境の相互作用モデル、地域社会面から見た負担と受益の関係、及び水資源配分と社会的便益量、帰着先の関係モデルが存在しなかったこと

以上のような課題への取り組みとして、本プロジェクトでは、次のような4つの主要研究項目を設定しています。

(1) 地域・流域スケール水循環に関する気候変動予測の不確定性の定量的評価と改善

吉野川流域の地域スケールにおける気候変動による水循環の変化を、不確定性の定量的評価を含めてシミュレーション出来る「気候変動予測モデル」、及び「水資源量および変動量を予測する水文モデル」を構築します。

(2) 気候変動が地域・流域スケールの干ばつ・水害・水質汚染に与える影響評価

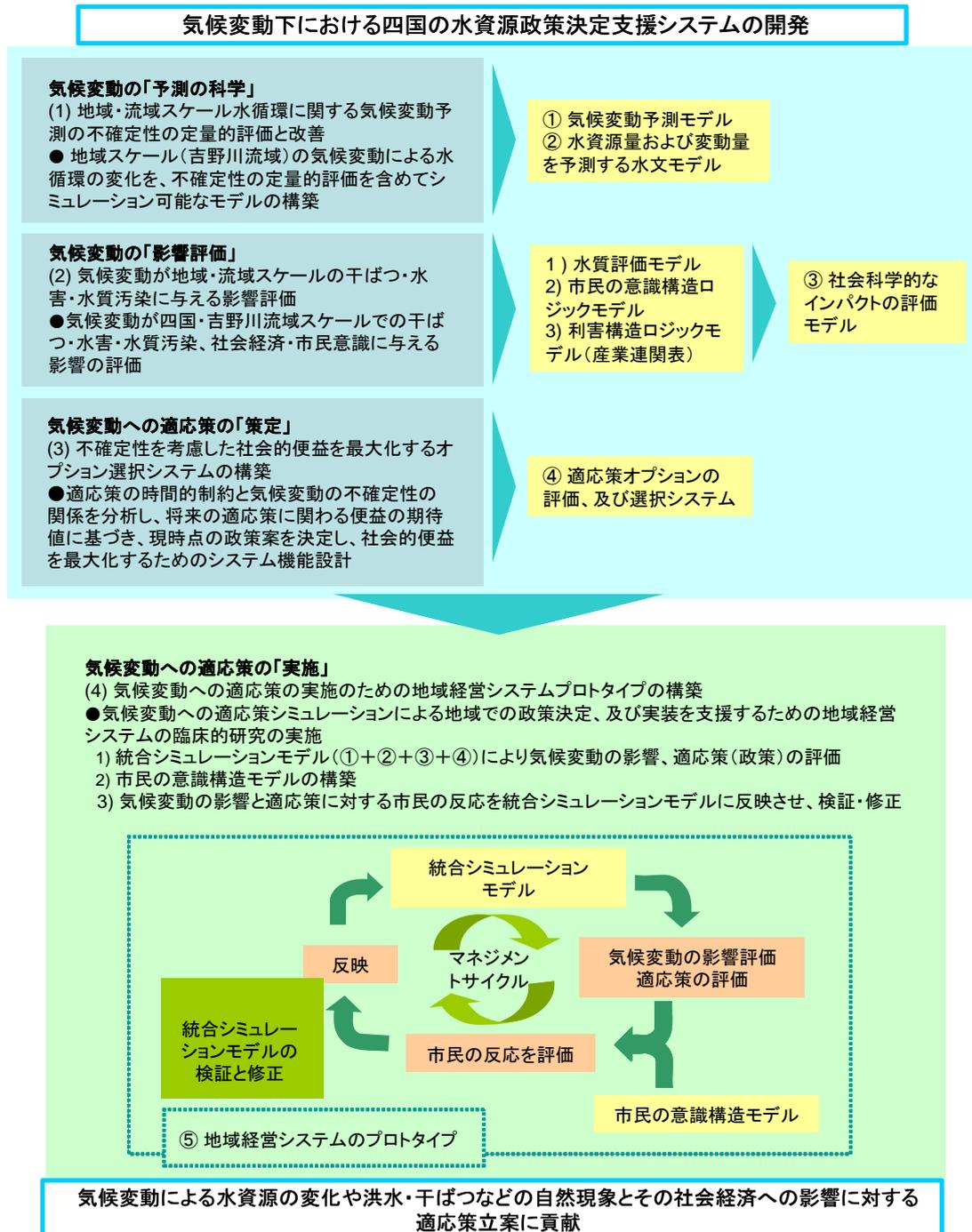
気候変動が四国・吉野川流域スケールでの干ばつ・水害・水質汚染に与える影響、社会経済や市民意識に与える影響を評価するため、水質評価モデル、市民の意識構造ロジックモデル、及び産業連関表などで定量的な評価が可能な利害構造ロジックモデル、これらを統合したアウトカム指標を提案し、これらに基づく気候変動の社会経済的影響を総合的に評価する「社会科学的なインパクトの評価モデル」を構築します。

(3) 不確定性を考慮した社会的便益を最大化するオプション選択システムの構築

気候変動の影響予測の不確定性の定量化情報を考慮した社会的便益を最大化する「適応策オプションの評価、及び選択システム」の研究を実施します。適応策の時間的制約と気候変動の不確定性の関係を分析し、将来の適応策に関わる便益の期待値に基づき、現時点の政策を決定し、社会的便益を最大化する為の機能設計を行います。

(4) 気候変動への適応策の実施のための地域経営システムプロトタイプ構築

気候変動への適応策シミュレーションによる地域での政策決定、及び実装を支援するための地域経営システムの臨床的研究を実施します。上記(1)～(3)の成果である「気候変動予測モデル」、「水資源量および変動量を予測する水文モデル」、「社会科学的なインパクトの評価モデル」、「適応策オプションの評価および選択システム」の統合シミュレーションモデルによる、気候変動の影響および適応策(政策)の評価情報に対して、市民の意識構造モデルを構築することでその反応を評価し、統合シミュレーションモデルにフィードバックします。このマネジメントサイクルにより、臨床的に気候変動の統合シミュレーションモデルを検証し、修正する地域経営システムのプロトタイプを構築します。



<これまでの成果>

本プロジェクトは、2010（平成 22）年 10 月より実質的な活動が開始されました。ここでは、これまでの成果を上記の主要研究項目に沿って、ご紹介します。

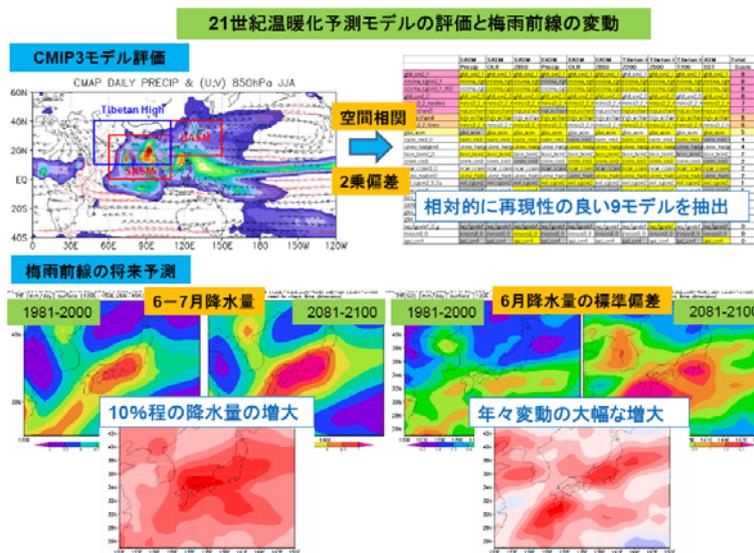
(1) 地域・流域スケール水循環に関する気候変動予測の不確定性の定量的評価と改善

吉野川流域における気候変動に伴う面的で定性的な偏りや歪み（バイアス）のパターン及びその定量的情報を導出することで、次のステップである「気候変動予測モデル」構築に必要な情報が得られた。また、「水資源量および変動量を予測する水文モデル」の基本構造を検討した。

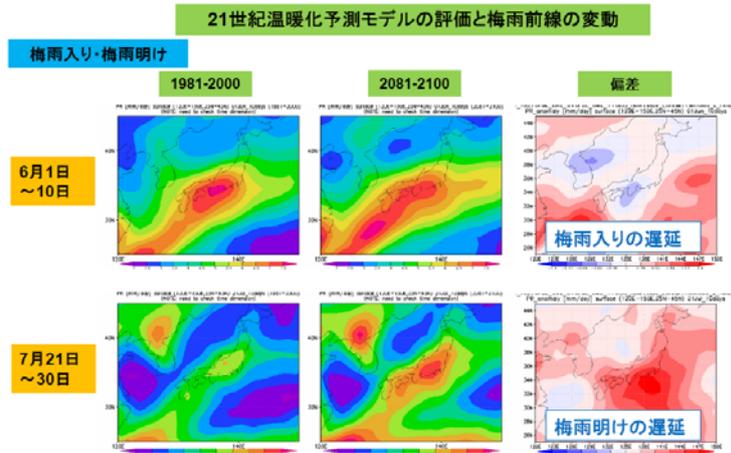
<結果/考察-1.1>

四国・吉野川流域において、面的、定性的なバイアスのパターン化をして将来の気候変動を予測するために、IPCC の第 4 次報告書に使用された世界各国の最先端の 23 の大気・海洋結合モデル、CMIP3 を使用した。しかしながら、CMIP3 モデルの中でも、降水スキームの手法等の違いにより、20 世紀気候の再現実験におけるその再現性にもばらつきがある。夏季において重要な水資源供給源である梅雨前線の起源は、よりグローバルなアジアモンスーンに由来しており、本研究ではそのアジアモンスーンを 3 つの領域に区切り、降水量や気圧場の観測値との比較から、相対的に再現性の良い 9 つのモデルを抽出した。この 9 つのモデル平均を 20 世紀後半と 21 世紀後半の間で比べることにより、梅雨前線の将来的な変動について解析することができる。図(1)-1（左下方）での予測では、日本付近における降水の絶対値は、1 割程度、増大することが確認できる。一方、6 月における年々変動を示した図(1)-1（右下方）から、5 割に及ぶような、大幅な年々変動の増大が予測されている。

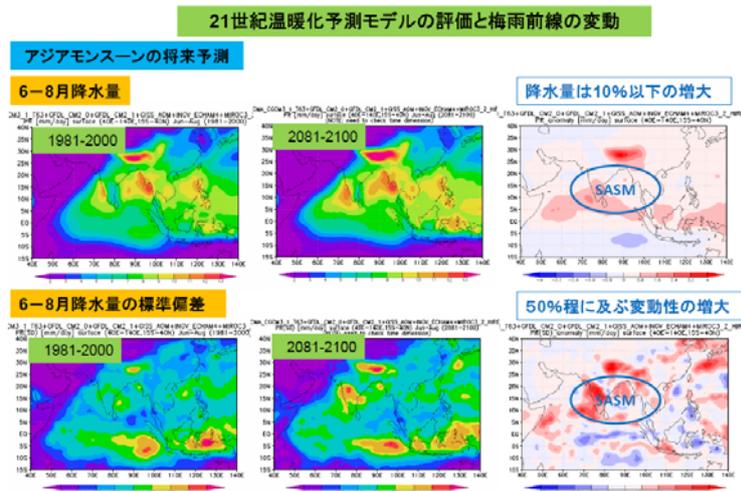
温暖化条件下における今後 100 年で、年々変動の急激な増大を伴いながら、梅雨前線の絶対的降水量の増加が予測される（図(1)-2、図(1)-3）。



図(1)-1 21 世紀温暖化予測モデルの評価と梅雨前線の変動



図(1)-2 21世紀温暖化予測モデルの評価と梅雨前線の変動（梅雨入り、梅雨明け）



図(1)-3 21世紀温暖化予測モデルの評価と梅雨前線の変動（アジアモンスーンの将来予測）

<結果/考察-1.2>

20世紀気候再現実験のモデルアンサンブルの出力と四国の過去の気象観測データとの差異から、観測点における降雨量や干ばつなどの現象のバイアスを算出し、面的情報とともにバイアスの定量化を行った。

(a) バイアス補正手法

将来予測される流量を求めるには、高解像度の気象データが必要となり、GCMの選別、バイアス補正、及びダウンスケーリングが必要となる。特に降水量に関しては、その誤差の大きいことが知られており、バイアス補正は不可欠で、水資源の将来予測を考察するためには、時間的に連続した補正データを得る必要がある。ここでは、通常は無降雨日、非豪雨、豪雨の3つの現象に分け、それぞれ異なる補正を行った。これにより、極端現象が補正され、長期の水文モデル駆動に堪えうるインプットデータを得ることができる(図(1)-4)。また、実際には、GCM

から得られるデータが、最も高解像度の出力値（数 100km スケール）で、時間解像度が 1 日単位であるのに対し、水文モデルの入力値として必要な空間解像度は数 10km スケール、時間解像度は時間単位であるため、ここで補正されたデータはダウンスケーリングが必要となる。

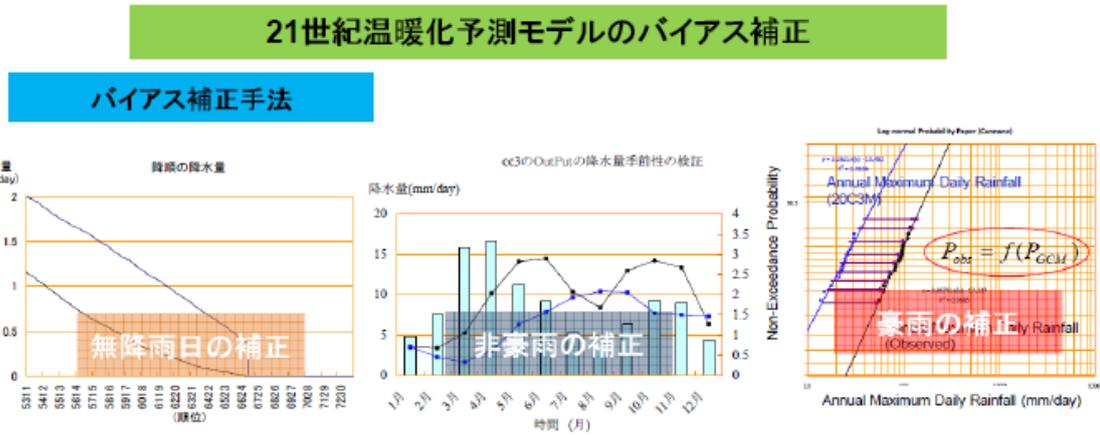


図 1-(4) 21 世紀温暖化予測モデルのバイアス補正

(b) 補正手法の妥当性の検証

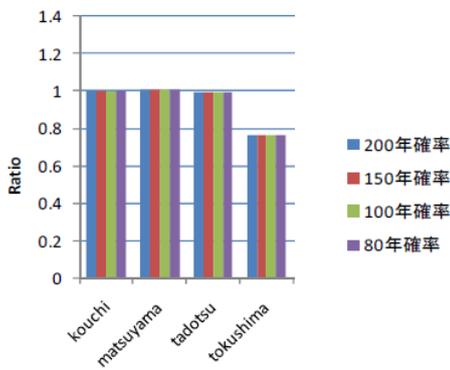
本検証では洪水、渇水、季節性の予測に対する妥当性の観点から、確率降水、月平均降水量、年最長連続無降雨日数、及び年平均降水量の 4 つに注目した。1980 年から 1999 年の観測値と GCM の 20 世紀数値再現実験から得られた補正関数を 1901 年から 1999 年までの出力値に適用し、補正結果と同年代の観測結果の比較により、補正結果の妥当性を検証した。

使用するデータは、四国、吉野川流域にある 4 地点（高知、徳島、多度津、松山）の観測値と GCM では、1901 年以降の 20 世紀実験の結果が必要であり、1900 年以降の出力値が入手可能であることに加え、アジアンモンスーンを比較的上手く表現できている iroc3_2_hires を用いた。対象地点の位置情報を表(1)-1 に示す。

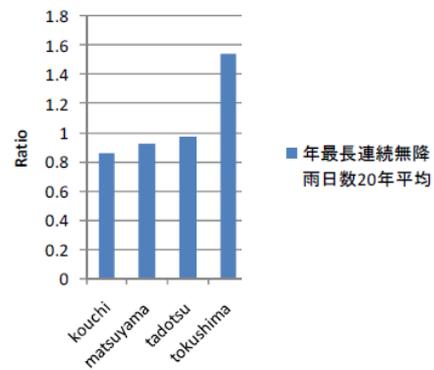
表(1)-1 使用観測点の位置情報

No.	対象地点	緯度/経度
1	高知	北緯 33 度 34.0 分 東経 133 度 32.9 分
2	徳島	北緯 33 度 0.0 分 東経 134 度 34.4 分
3	多度津	北緯 33 度 16.5 分 東経 133 度 45.1 分
4	松山	北緯 33 度 50.6 分 東経 132 度 46.6 分

補正関数のキャリブレーションは、1980年から1999年の期間の観測値とGCMの出力値から得られた補正関数を基に、GCM出力値を補正した結果を確認して行った。その結果、上記のバイアス補正手法による20年間の月平均降水量、平均降水量、及び無降雨日数については、完全に一致、一方、確率降水量、及び年最長連続無降雨日数については、一致の程度を確認しなければならない。確率降水量については、上記、表(1)-1の各地点において補正後の降水量から、200年、150年、100年、80年それぞれの確率降水量を算出し、それに対応する観測値から求めた確率降水量で除した値を確認した(図(1)-5)。徳島で過少評価されている他は、1に近い値となっており、結果が良好(妥当)であることが言える。年最長連続無降雨日数については、観測値と補正されたGCMの値の比率を示し、徳島では過大評価となっている(図(1)-6)。

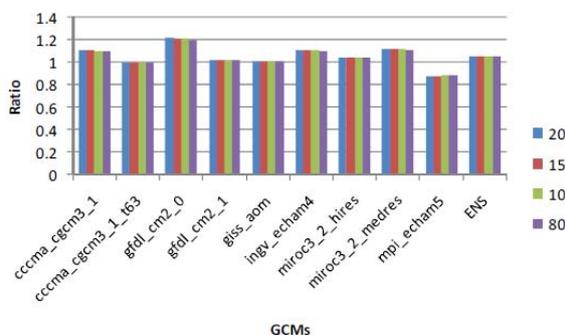


図(1)-5 確率降水量のバリデーション結果

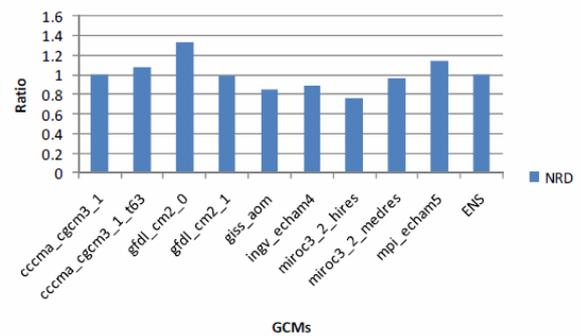


図(1)-6 年最長連続無降雨日数のバリデーション結果

補正結果の検証は、確率降水量と年最長連続無降雨日数の補正結果について確認した。図(1)-7は、吉野川流域において補正したGCMの出力値から確率降水量を計算し、観測値との比をとったもので、多くのケースが1に近い値を示し、結果は良好であると言える。連続無降雨日数については、各地点において補正したGCMの出力値から、年最長無降雨日数の20年間平均を求め、観測値との比で示した(図(1)-8)。この結果より、1を中心に値のバラつきが目立つ。



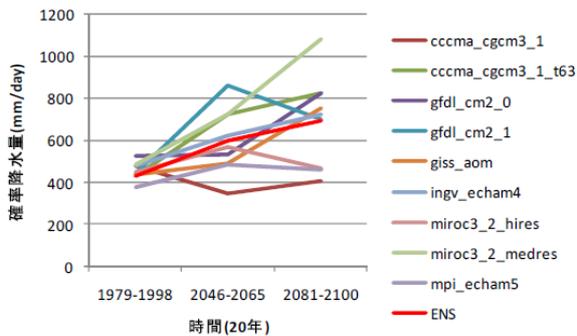
図(1)-7 吉野川流域確率降水量の補正結果



図(1)-8 吉野川年最長無降雨日数の補正結果

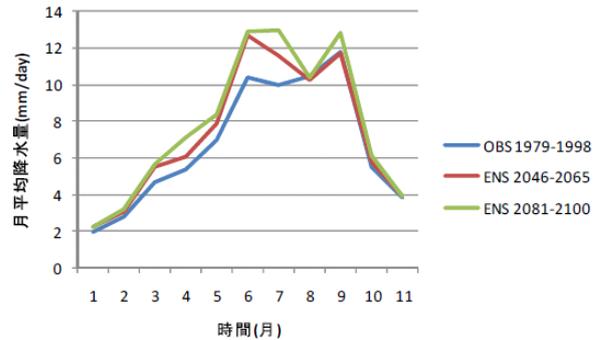
(c) 予測結果とまとめ

確率降水量、月平均降水量、年平均降水量、及び年最長無降雨日数の結果をそれぞれ、図(1)-9から図(1)-12に示す。結果として、年平均降水量と確率降水量に関しては、全ての地域で明らかな増加傾向が見られた。また、年最長連続無降雨日数については、その妥当性と同様に、予測結果でも各地点でばらつきの幅が大きく、信頼性は低いと考えられる。



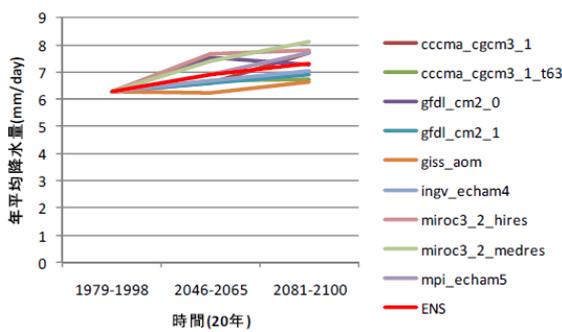
赤色(ENS)：各 GCM の予測結果のアンサンブル値

図(1)-9 吉野川流域 200 年確率降水量の予測結果



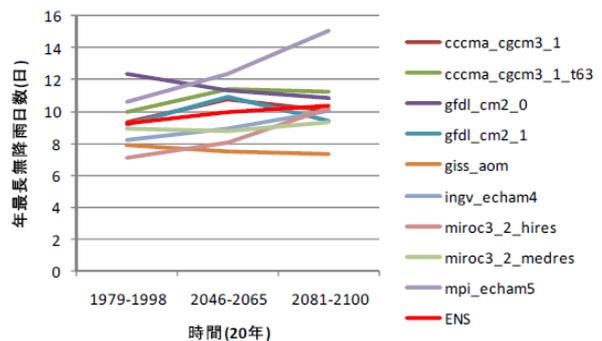
赤色(ENS)：各年代の予測結果のアンサンブル平均値

図(1)-10 吉野川流域月降水量の予測結果



赤色(ENS)：各 GCM の予測結果のアンサンブル値

図(1)-11 年平均降水量の予測結果



赤色(ENS)：各 GCM の予測結果のアンサンブル値

図(1)-12 吉野川流域年最長無降雨日数

<結果/考察-1.3>

四国・吉野川流域の水資源・水文観測データベースから、四国・吉野川流域の水文モデルを構築する為の基礎データを確認し、精度および実務性のバランスの在り方について検証し、「水資源量および変動量を予測する水文モデル」の基本構造を決定した。

(a) 吉野川流域における水資源・水文観測データベース

WEB-DHM(水文水収支分布型流出モデル：Water and Energy Budget-based Distributed Hydrological Model)を実行・検証するために必要な観測要素を調査し、国土交通省四国地方整備局とアーカイブに係る協議をしつつ、外的強制力データ (Forcing Data：風向・風速・気温・湿度・日照時間・降水) として AMeDAS データを入手した。降水量は四国地方整備局を通して、吉野川ダム統合管理事務所、及び徳島事務所が所有する地点観測データが整備され、同時に2次元(面的)降水量データとして、国土交通省の全国レーダ雨量、及びレーダアメダス解析雨

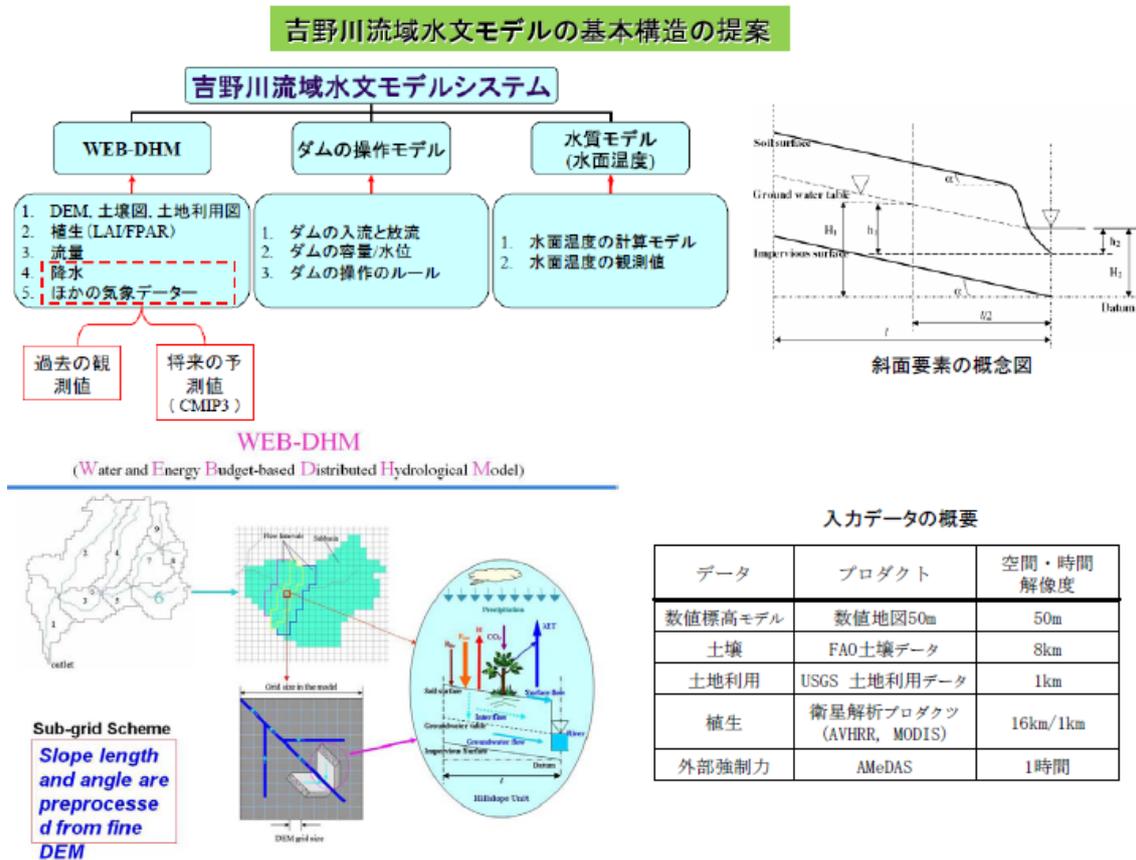
量データがアーカイブされた。また、WEB-DHM の検証用データとしては、四国地方整備局より水文観測データとダムにおける貯水位・貯水量・流入流出量等、管理諸量データが提供された。流出モデルを構築するうえで基礎となる地形データは、日本地図センターが販売している数値地図 (50m メッシュ) を入手し、土壌や土地利用のデータについては、それぞれ FAO (国際連合食糧農業機関)、USGS (米国地質調査所) が提供するデータを入手した。以上のデータ一覧を表 (1)-2 に示す。

表 (1)-2 吉野川流域における水資源・水文観測データリスト

目的	分類	データ要素	時間(空間)解像度	期間	状況
WEB-DHM (入力・検証)	気象観測	降水量(Point観測)	Hourly	1975-2009	吉野川ダム統管(58観測ステーション) 徳島事務所(67観測ステーション)
		降水2D (全国レーダ雨量:MLIT)	5km/10 min	2010/08 - 現在	2010/08/28から東大にてリアルタイムでアーカイブ
		降水2D (レーダAMeDAS:JMA)	5km/Hourly	1988-2009	東大にて入手済
		降水量・風向・風速・気温・日照時間・積雪(アメダスデータ)	Hourly	1976-2009	東大にて入手済
	水文観測	水位	Hourly	1975-2009	吉野川ダム統管(25観測ステーション) 徳島事務所(30観測ステーション)
		流量	Hourly	1968-2008	徳島事務所(25観測ステーション)
		地下水位	2times/day	1974-2010	徳島事務所(45観測ステーション)
		底質	Yearly	2006-2009	柳瀬ダム
		水質	Monthly	1982-2009	池田ダム, 早明浦ダム, 新宮ダム, 富郷ダム, 柳瀬ダム, 旧吉野川・今切川河口堰(紙媒体)
	ダム堰等の 管理諸量	貯水位	Hourly	1975-2008	池田ダム, 早明浦ダム, 新宮ダム, 富郷ダム, 柳瀬ダム
		貯水量	Hourly	1975-2008	〃
		全流入量	Hourly	1975-2008	〃
		貯水率	Hourly	1975-2008	〃
	管理諸量	全放流量	Hourly	1975-2008	〃
		空容量	Hourly	1975-2008	〃
		ゲート放流量	Hourly	1975-2008	〃
		取水量	Hourly	1975-2008	〃
		利水管放流量	Hourly	1975-2008	〃
	GIS	発電放流量	Hourly	1975-2008	〃
		DEM	50m	---	数値地図50mメッシュ(標高)を入手済
		土壌図	8km	---	FAO データを入手済
		土地利用	1km/Yearly	---	USGSデータを入手済
	CMIP3 (検証)	気象観測	降水量	Daily	1900年以降で20年間連続して記録されている期間 1900-1974は、データを問い合わせ中
気温			Daily	1900年以降で20年間連続して記録されている期間	1976-2005について入手済み, 1900-1975は、データを問い合わせ中

(b) 吉野川流域における水文モデルの構築

上記のデータベースを基に、当該流域の水文モデルを構築するための基礎データを確認するとともに、システムの精度、及び実務性のバランスの在り方について検証し、「水資源量および変動量を予測する水文モデル」の基本構造を決定した (図(1)-13)。



図(1)-13 吉野川流域水文モデルの基本構造

(2) 気候変動が地域・流域スケールの干ばつ・水害・水質汚染に与える影響評価

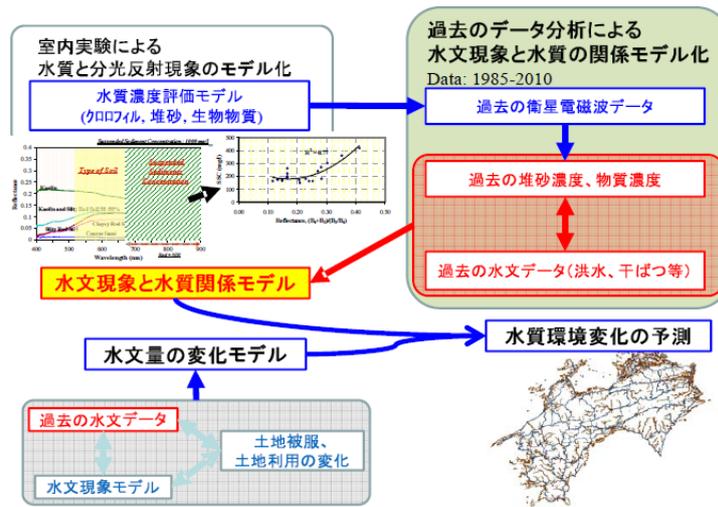
吉野川流域における衛星データを用いた水質評価モデルに適用する河川流量と水質の関係モデルを構築するため、過去の洪水時、渇水時、及び平水時における衛星データ等、必要な基礎的情報について検討した。

<結果/考察-2.1>

吉野川で現地採取した河川水の分光放射計による吸光周波数特性により、物質ごとのモードを確認し、衛星データと比較することで物質毎の濃度特性モデルを作成した。この結果と過去の洪水時、渇水時、平水時の吉野川流域の衛星データ等、必要な基礎的情報について検討し、河川流量と水質の関係モデル式構築に必要な基礎的情報を入手した。

(a) 水質環境変化の予測モデル構築の検討

吉野川流域で分光放射計を用いて河川水の吸光周波数特性を計測し、同時に実施した水質測定結果との関係性を分析した。また、過去の定点観測の水質監視データと衛星画像との比較により、物質濃度をモデル化するアルゴリズムの導出について検討した (図(2)-1)。なお、水文モデル上での水面の熱収支については、日射による輻射熱、水面からの熱損失を考慮して算出することとした。

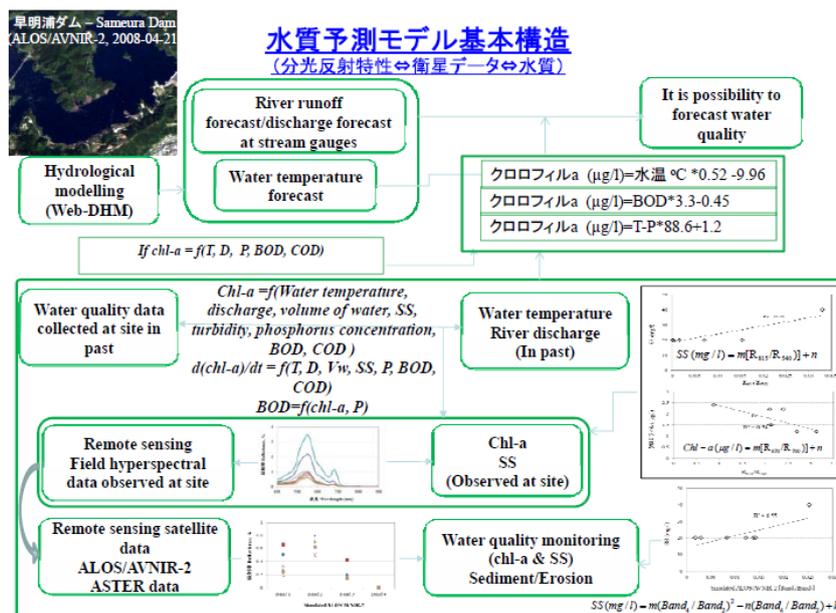


図(2)-1 河川の流量・温度と水質の関係モデル検討のプロセス

(b) 分析結果と水質予測システムの基本構造

クロロフィル a、BOD、COD などの代表的な水質と分光反射特性、流量、温度との関係について分析し、それぞれに一定の関係が存在すること、ただし、個々の関係性における相関は必ずしも大きくないことが確認された。また、水質と温度の関係性は確認出来たが、低温域においては関係性が変化している可能性も認められる。このように複数の指標の関係性について再確認する必要性はあるが、現状では以下の2つの観点より水質システムを提案する (図(2)-2)。

- 過去の水質データと衛星画像データ (分光反射特性) の関係モデルにより、将来の水質状況を衛星画像で確認する。
- 気候変動による河川水の温度変化、及び流量変化が得られた場合、水質、温度、流量の関係モデルにより、気候変動の影響による水質変化を予測する。



図(2)-2 河川の流量・温度と水質の関係モデル

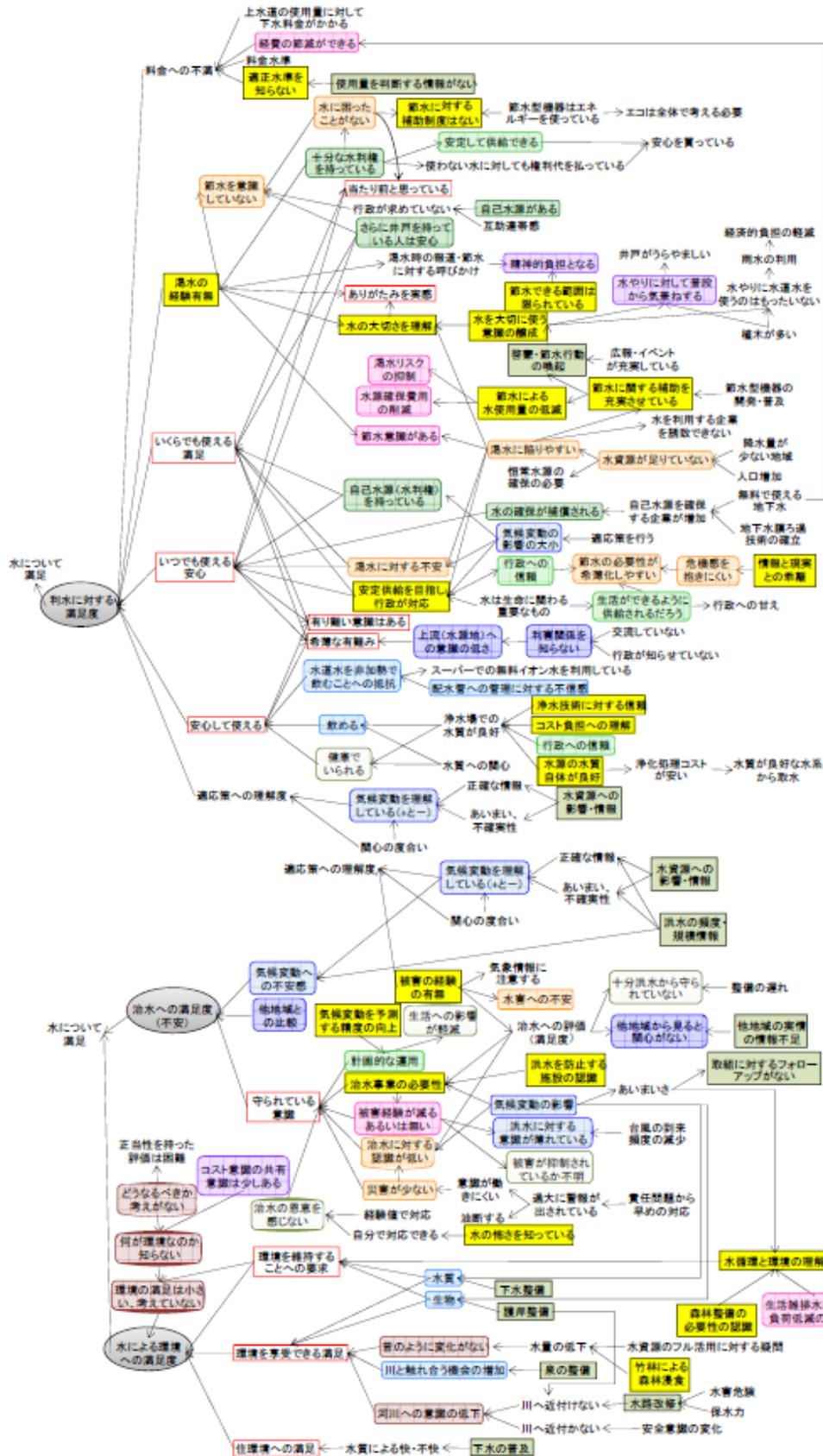
<結果/考察-2.2>

市民の意識構造ロジックモデルを構築するため、その問題意識の構造化（問題認知マップの作成）には、四国4県の市民、利害関係者に対するインタビューを実施した結果と、過去4年間の四国水問題研究会での議論を踏まえ、ソフトオペレーションズリサーチの手法を用いた。

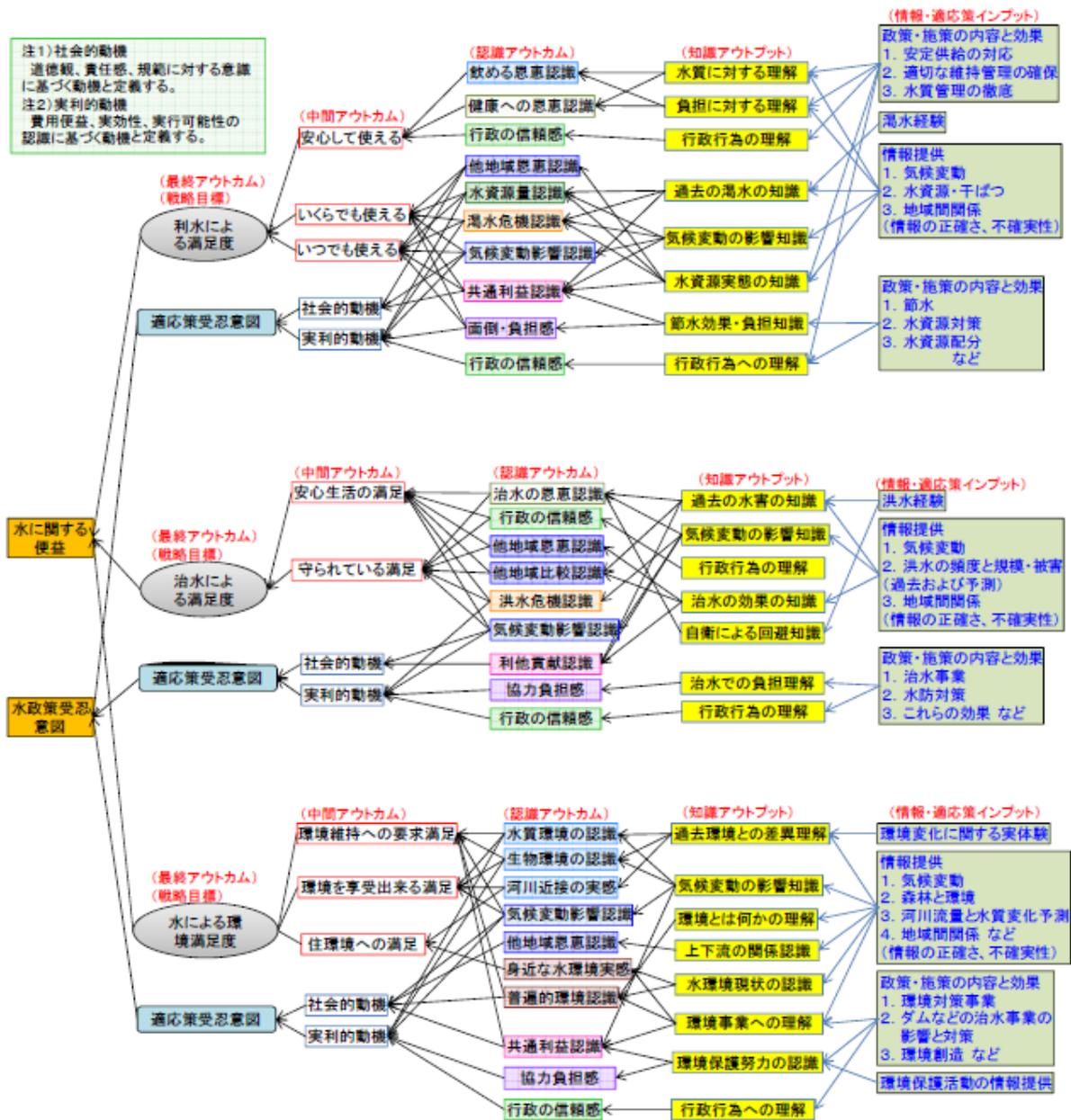
四国4県に対しては、気候変動と水に関する意識調査が実施された。各県では、水に関わる事情が異なり、市民はその現状を踏まえた認識や満足を持っている。しかし、満足している事柄はインタビューでも、その意識構造は明らかにならない。これを踏まえ、治水・利水・環境・気候変動等の各分野に係る問題意識の有無の違いもあることを考慮し、意識の無い分野について、本来は意識が存在した場合を想定した情報提供を行うことにより、意識構造を確認した（例えば、気候変動に係る知識や情報、その精度、環境や生活に与える影響等の情報がこれに当たる）。また、必ずしも吉野川等の河川を意識して生活している市民が調査対象ではないことから、水問題一般についても必要に応じて意識構造の中を含めた。以上のような手法にて、四国4県の問題認知マップから、四国全体の統合された問題の認知マップを作成した（図(2)-3）。

意識構造ロジックモデルは、四国全体の統合された認知マップから類似する意識要素を統合する方法にて、図(2)-4に示されるように構造化された（ここでの市民の満足度には、別途モデル化する経済的利益を含まない）。

このように構造化された市民の意識構造ロジックモデルは、市民の水に対する満足度が治水、利水、環境で構成されるものと仮定し、これらに対する満足度を最終アウトカムとした。満足度とともに、適応策受忍意図をモデル化した。これは、社会的動機および実利的動機で構成されると仮定した（社会的動機とは道徳観、責任感、規範に対する意識で構成され、実利的動機とは費用便益、実効性、実行可能性の認識で構成されると定義）。市民の意識構造ロジックモデルで想定した階層構造、要素間の関係性については、市民シンポジウムやWebアンケートなどにより、その妥当性を検証する。



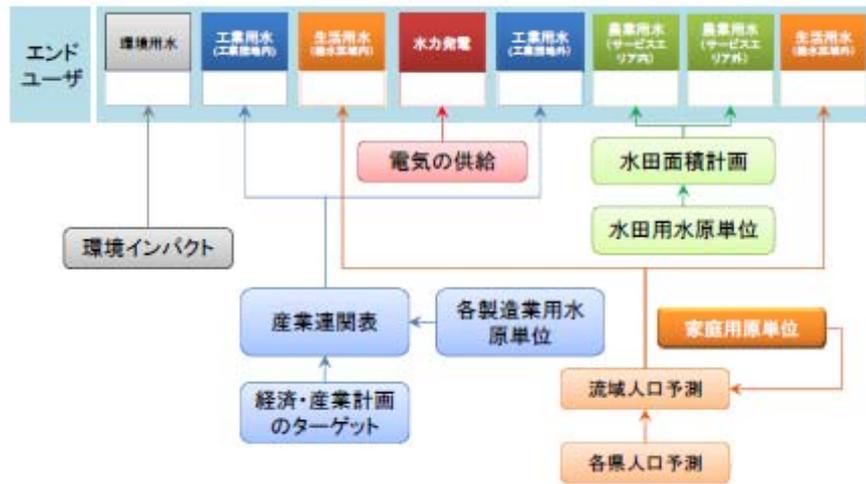
図(2)-3 四国全体の市民の問題の認知マップ



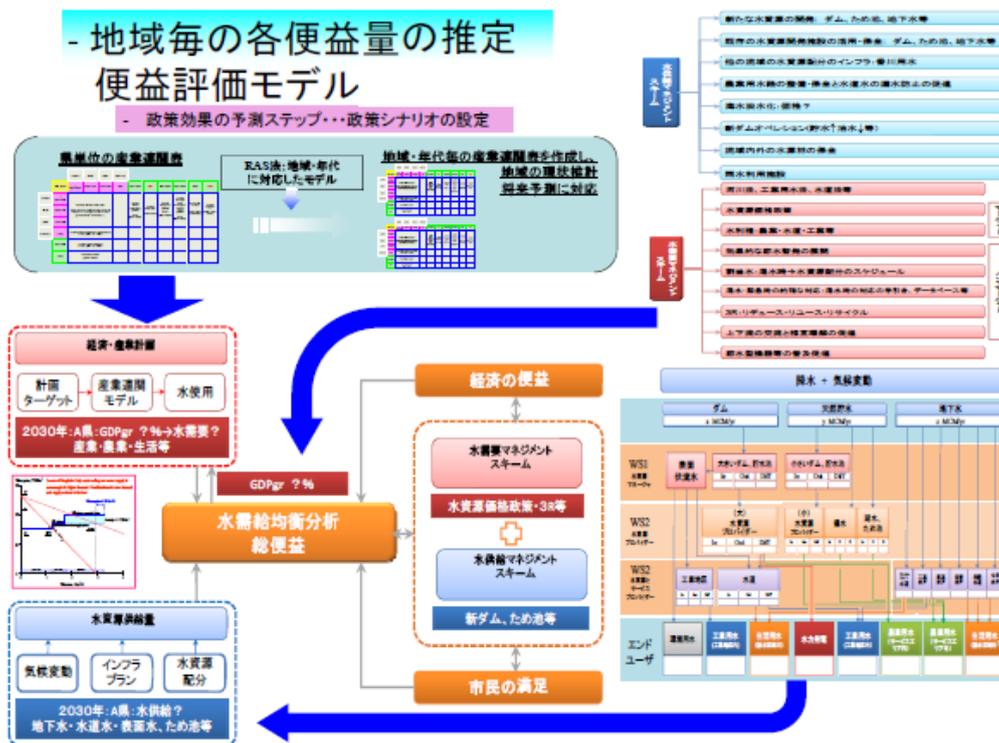
図(2)-4 意識構造ロジックモデル (市民の水に対する満足度)

<結果/考察-2.3>

将来の産業連関表、及び水需要原単位の設定方法を決定するため、四国4県の産業連関表、各県の産業振興計画、及び各県の産業毎の水需要原単位の基本情報を収集した。さらに、水需要に関わる3R(節水、再利用、再処理)や政策的な水需要量制限や価格政策についてヒアリングや既存資料を収集、分析してデータベース化した。水需要と水資源のデータベースの構造を図(2)-5に、産業連関分析に関連する政策、水資源データベースの関連性の概要を図(2)-6に示す。



図(2)-5 水需要と水資源のデータベース構造



図(2)-6 産業連関分析に関する政策、水資源データベースの関連性の概要

<結果/考察-2.4>

気候変動の産業、生活、環境に対する「社会科学的なインパクトの評価モデル」の基本構造第一次案として、図(2)-6に示した概要に基づき構築した。

産業連関分析により得られる経済的便益を含めた満足度(便益)を図(2)-7の構造で表現できると仮定した。このうち、利水、治水、環境に対する満足度の構造は、市民に対するインタ

ビュー等に基づき作成した認知マップから、意識構造ロジックモデルとして導出した。

経済的便益については、産業連関分析による評価を予定し、産業連関表の延長表を構築する方法 (RAS 法) により将来の産業連関表の作成を試行した (図 (2)-8)。将来の経済成長率の設定や特定産業育成などの経済政策が立案された場合、これを前提として投入量、算出量に収束するように中間投入量を算出し、水利用原単位による総需要量を算出することが出来る。

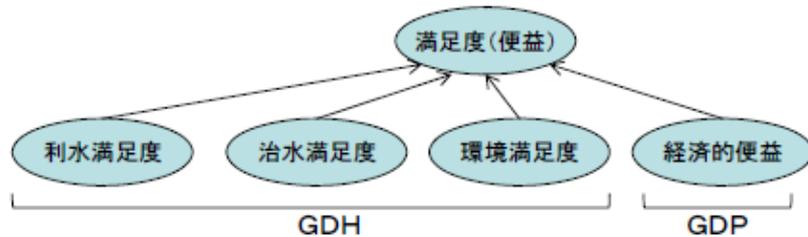


図 (2)-7 満足度 (便益) の基本構造

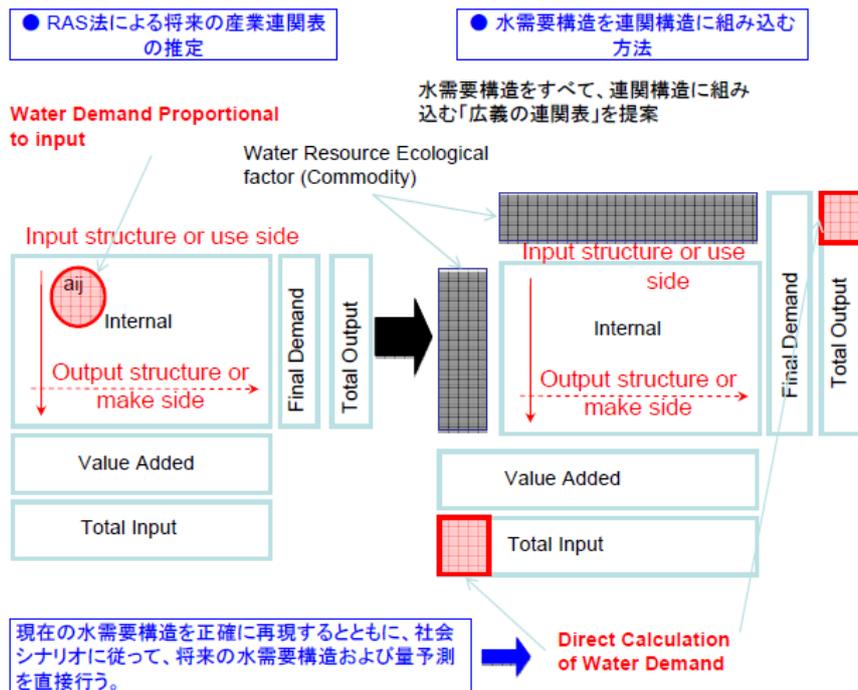


図 (2)-8 産業連関分析の提案

将来の都市構造や地域構造、水需要の基本構造について議論したい場合、この方法のみでは不十分となることも考えられる。そこで、従来の産業連関表の枠組みを広げて、水資源に関わる需要、及び供給を産業連関表の投入・算出に組み入れる方法を提案する。今後、代表的な都市を選定し、そこでの水需要・供給構造を調査するとともに、将来の構造改革などの社会シナリオについて提案、評価することも考慮する。

(3) 不確定性を考慮した社会的便益を最大化するオプション選択システムの構築

<結果/考察-3>

四国地域の各地方自治体の適応策に関わる実態について、文献、その他の公開資料に基づき基礎的な調査を実施した。また、四国水問題研究会の場を通じてヒアリングを実施することで、実現可能な適応策の検討に必要な基礎的データベースを整備した(図(2)-9)。



図(2)-9 適応策の基礎的データベースの概要

(4) 気候変動への適応策の実施のための地域経営システムプロトタイプ構築

<結果/考察-4.1>

地域経営システムのプロトタイプ第一次案としての基本構造を構築するため、市民や利害関係者の気候変動に関わる意識分析を行うとともに、気候変動に関わる情報提供により意識構造がどのように変化するかを、気候変動に関わる情報提供前後の意思変化情報に基づき分析した(地域経営システムの臨床的研究)。

(a) シンポジウム、及びアンケート調査の実施

当該シンポジウム(気候変動に係る講演が含まれる)の開催中に行われる2回のアンケート調査(シンポジウム開始前、シンポジウム終了後)は、地域経営システムの機能設計、基本構造等を決定するため、主に以下の2つの観点から実施された。

- ・ 気候変動に係る情報提供前後の意思変化の情報を得る(気候変動に係る情報提供をしたことによる意識構造の変化)。
- ・ 水に対する意識(満足)について情報提供前後の変化を把握する(意識構造ロジックモデル(図(2)-4の各要素に対応した質問)。

ここでは、定量的な分析、信頼性の観点から各県約300人程度の参加者を想定していたが、それに満たなかったため、以下の方法も用いた。

- ・ 追加アンケート：シンポジウムでの講演内容を資料にまとめ、これを情報媒体として提供。シンポジウム同様に事前アンケートへの回答、その後、資料の確認、再度、事後アンケートに回答(可能な限りシンポジウムに近い形でのアンケート調査を目指し、四国地方整備局、各県の協力により配布、回収)

- ・ Web アンケート： 四国在住者を対象に実施（資料による情報提供、インターネットアンケート会社を利用）

以上のアンケート回収状況を表(4)-1 に示す。ほぼ目標としていた約 300 サンプルを収集できたが、愛媛県については 300 サンプルを確保できなかったため、引き続き配布による追加アンケートが実施された。

表(4)-1 アンケート回収数

	徳島県	香川県	愛媛県	高知県	備考
シンポジウム	71	40	32	70	開催概要は表(5)-1 参照
配布アンケート	132	222	81	138	
Web アンケート	183	178	181	171	
計	386	440	294	379	愛媛県はサンプル追加

(b) アンケートの分析（シンポジウムとその他（資料配布及び Web）との比較）

a) 意識構造のロジックモデルの要素間の多変量解析

アンケート調査は、講演前後で同様の質問をすることにより、意識構造ロジックモデルにおける各要素間の関数の変化を確認することができる。ここでは、重回帰分析を用いて、ヒアリングによって仮定した水に対する満足度の意識構造ロジックモデルの上下の階層における要素間の関係を確認した。情報提供前後の偏回帰係数（各説明変数が 1 変化した時の目的変数の変化を表す値）を比較することにより、目的変数に与える影響の強さの変化が読み取れる。このとき、要素間の関係は回答者の属性の影響を受けることから、その関係に関連しそうな属性を適宜、説明変数とすること、あるいは、属性区分したサンプルごとに分析することが必要となる。ここでは、講演を聴講した場合と資料を配布した場合との違いを把握するため、「シンポジウム参加者（シンポジウム）」と「Web+資料配布（その他）」によるアンケートの結果を「利水による満足度【R】」、及びこの説明変数である「いくらでも使える満足度【M】」について分析、比較することとした。

◆ 利水による満足度

「利水による満足度【R】」は、水が安心して必要なとき（欲しいとき）に欲しいだけ使えるという「安心して使える【S】」「いくらでも使える【M】」「いつでも使える【A】」に加え、利用料金「値段【C】」（利用による負担）で構成されている。この場合の重回帰分析の結果を図(4)-10 に示す。

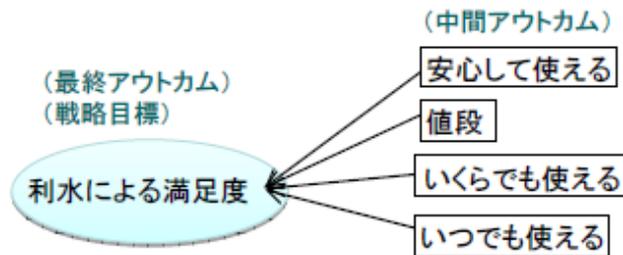
(シンポジウム) 情報提供前： $R=0.562xS+0.167xM+0.0xA+0.078xC+0.120$

(シンポジウム) 情報提供後： $R=0.148xS+0.052xM+0.34xA+0.156xC+0.155$

(Web+資料配布) 情報提供前： $R=0.434xS+0.032xM+0.0282xA+0.027xC+0.218$

(Web+資料配布) 情報提供後： $R=0.333xS-0.017xM+0.463xA+0.047xC+0.153$

4県全体の分析結果: シンポジウム参加者とその他(Web+資料配布)との比較



◆ 利水による満足度の重回帰分析の結果

(情報前)				(情報後)			
回帰統計				回帰統計			
重相関 R	0.817			重相関 R	0.781		
重決定 R2	0.667			重決定 R2	0.610		
補正 R2	0.660			補正 R2	0.603		
標準誤差	0.441			標準誤差	0.417		
観測数	208			観測数	208		
	係数	標準誤差	t		係数	標準誤差	t
切片	0.121	0.084	1.442	切片	0.155	0.072	2.155
(問2) 安心	0.562	0.063	8.963	(問7) 安心	0.148	0.048	3.060
(問3) いくらでも	0.167	0.052	3.195	(問15) いくらでも	0.052	0.054	0.971
(問4) いつでも	0.000	0.065	-0.006	(問16) いつでも	0.340	0.063	5.414
(問5) 値段	0.078	0.027	2.875	(問17) 値段	0.156	0.027	5.683

- 使いたい時に好きなだけ利用できるという利便性より、水を安心して使える安全性で説明できることを示している。
- 情報提供後、使いたい時に、水をいつでも使える満足が高まっている。
いつでも使えるという「当たり前」と認識していたことに変化が生じたものと考えられる。

(情報前)				(情報後)			
回帰統計				回帰統計			
重相関 R	0.768			重相関 R	0.752		
重決定 R2	0.589			重決定 R2	0.566		
補正 R2	0.588			補正 R2	0.564		
標準誤差	0.389			標準誤差	0.446		
観測数	1150			観測数	1150		
	係数	標準誤差	t		係数	標準誤差	t
切片	0.218	0.036	6.066	切片	0.153	0.043	3.511
(問2) 安心	0.434	0.023	19.200	(問7) 安心	0.333	0.023	14.207
(問3) いくらでも	0.032	0.022	1.444	(問15) いくらでも	-0.017	0.027	-0.632
(問4) いつでも	0.282	0.028	10.240	(問16) いつでも	0.463	0.033	14.048
(問5) 値段	0.027	0.012	2.260	(問17) 値段	0.047	0.014	3.289

- 安心して使えることに加え、いつでも使えることも、利水による満足度にとって重要であることを示している。
- 情報提供後も、安心して使えることの重要度には変わりはないが、いつでも使える満足に対する重要度がより高まっている。
いつでも安心して使えることが、利水の満足度を規定している。

図(4)-10 利水による満足度の重回帰分析の結果
(4県全体: シンポジウム参加者と Web+資料配布)

(結果 –シンポジウムについて–)

情報提供前後の偏回帰係数を比較すると、情報提供前は、水が利用できる満足は「安心して使える(問2)」の重要度が高かった。これに対し、講演聴講後には、安心さは半減しており、「いつでも使える(問16)」ことに重要度がシフトしている。これは情報を得ることによって、当り前と認識していた「いつでも使える」ということに変化が生じたものと考えられる。これに伴い、いつでも利用できることに対して料金の妥当性への認識が生じ、水道料金に対する満足度が高まったと考えられる。以上のことより、安心して水を使える安全性を重視していたのに対し、情報提供によって、水がいつでも使える利便性に対して利水満足が説明されるようになっている(「いつでも使える」を「当り前」と認識していたことを意識)。

(結果 –Web+資料配布について–)

安心して使えることに加え、いつでも使えるということも、利水による満足度にとって重要であることを示している。情報提供後も安心して使える重要度に変わりはなく、いつでも使える満足においては、より重要度が増している。いつでも安心して使えることが利水の満足度を規定している(情報提供前後で、安心して使えることの重要さを維持)。

◆ いくらでも使える満足

利水の満足度の説明変数の一つである「いくらでも使える満足【M】」は、上流に対する「他地域恩恵」と「水資源量に対する認識」、水が不足するかもしれないという「渇水危機認識」、「気候変動の影響認識」に加え、節水など協力する面倒臭さ「面倒・負担感」で構成されると仮定している。この重回帰分析の結果を図(4)-11に示す。

(結果 –シンポジウムについて–)

情報提供前は、水資源が十分あると感じている場合、いくらでも使えるという安心感に繋がると考えられるため、水資源量への認識に依存する形となっている。しかし、情報提供後は、気候変動による水資源への危機感から、共通資源として認識されたことにより、節水などの協力の必要性を認識し、「共通利益認識(問22)」の重要性が高まっている。水資源が十分あるという安心感より、気候変動に対する危機感や共通利益を重視する傾向となり、シンポジウムでの聴講は、気候変動による影響の認識を高める効果があったことを示している(情報提供前後における偏回帰係数は約6倍: -0.049から0.29)。

(結果 –Web+資料配布について–)

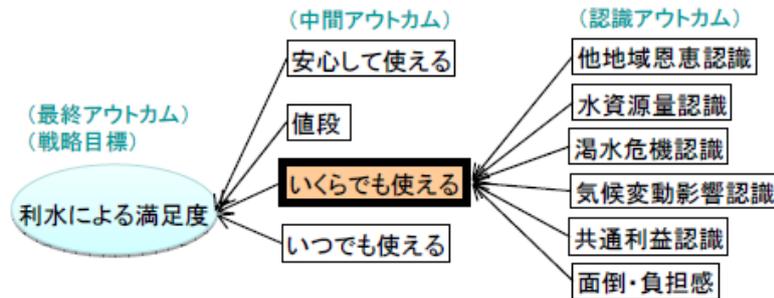
水が使えることに対する他地域への恩恵、また共通の利益のために節水などに協力する意識がもともと高い傾向にある。情報提供前後における気候変動による影響認識の偏回帰係数は約2.5倍(0.059から0.148)となっており、認識は高まっているものの、シンポジウムに参加し、講演を聴講した方が的確に情報が伝わっていることが確認できる。

以上、シンポジウム参加者与其他(資料配布、及びWeb)とのアンケート結果の比較より、次のような傾向があると言える。

- ・ 情報提供後の「気候変動による影響認識」の高まりについては、シンポジウム参加者の方で、より顕著に現れている。

- 説明変数の重み付けを比較すると、共通利益認識やいつでも使えるなど恩恵に対する認識は、その他（資料配布、及びWeb）の方で高い傾向がある。

4県全体の分析結果: シンポジウム参加者とその他(Web+資料配布)との比較



◆ いくらでも使える満足度の重回帰分析の結果

(情報前)				(情報後)			
回帰統計				回帰統計			
重相関 R	0.438			重相関 R	0.512		
重決定 R2	0.192			重決定 R2	0.262		
補正 R2	0.168			補正 R2	0.240		
標準誤差	0.948			標準誤差	0.786		
観測数	208			観測数	208		
	係数	標準誤差	t		係数	標準誤差	t
切片	0.459	0.296	1.548	切片	0.281	0.166	1.696
(問12) 他地域	0.043	0.068	0.635	(問9) 他地域	-0.009	0.080	-0.117
(問13) 水資源	0.359	0.060	5.979	(問10) 水資源	0.180	0.052	3.458
(問15) 渇水	-0.097	0.086	-1.128	(問12) 渇水	-0.029	0.079	-0.374
(問16) 気候変動	-0.049	0.092	-0.526	(問14) 気候変動	0.290	0.107	2.711
(問23) 共通	0.048	0.121	0.393	(問21) 共通	0.184	0.113	1.635
(問24) 面倒	0.034	0.056	0.608	(問22) 面倒	0.053	0.047	1.121

- 水資源が十分あると感じていることに依存していることを示している。
- 情報提供によって、水資源が十分あるという安心感だけでは不十分となっており、気候変動による危機感や共通利益を重視するようになっている。
- 共通資源として認識されることによって、節水などの協力の必要性が認識されるようになっている。

(情報前)				(情報後)			
回帰統計				回帰統計			
重相関 R	0.320			重相関 R	0.395		
重決定 R2	0.102			重決定 R2	0.156		
補正 R2	0.098			補正 R2	0.151		
標準誤差	0.761			標準誤差	0.752		
観測数	1150			観測数	1150		
	係数	標準誤差	t		係数	標準誤差	t
切片	0.481	0.120	3.996	切片	0.337	0.116	2.895
(問12) 他地域	0.027	0.021	1.290	(問9) 他地域	0.113	0.027	4.254
(問13) 水資源	0.190	0.022	8.532	(問10) 水資源	0.127	0.022	5.853
(問15) 渇水	0.003	0.026	0.118	(問12) 渇水	0.036	0.030	1.209
(問16) 気候変動	0.059	0.027	2.178	(問14) 気候変動	0.148	0.035	4.232
(問23) 共通	0.148	0.035	4.250	(問21) 共通	0.172	0.035	4.908
(問24) 面倒	0.004	0.023	0.157	(問22) 面倒	0.005	0.023	0.225

- 水が使えることに対する他地域への恩恵また、共通の利益のために節水など協力する意識が高い。

図(4)-11 いくらでも使える満足度の重回帰分析の結果
(4県全体：シンポジウム参加者とWeb+資料配布)

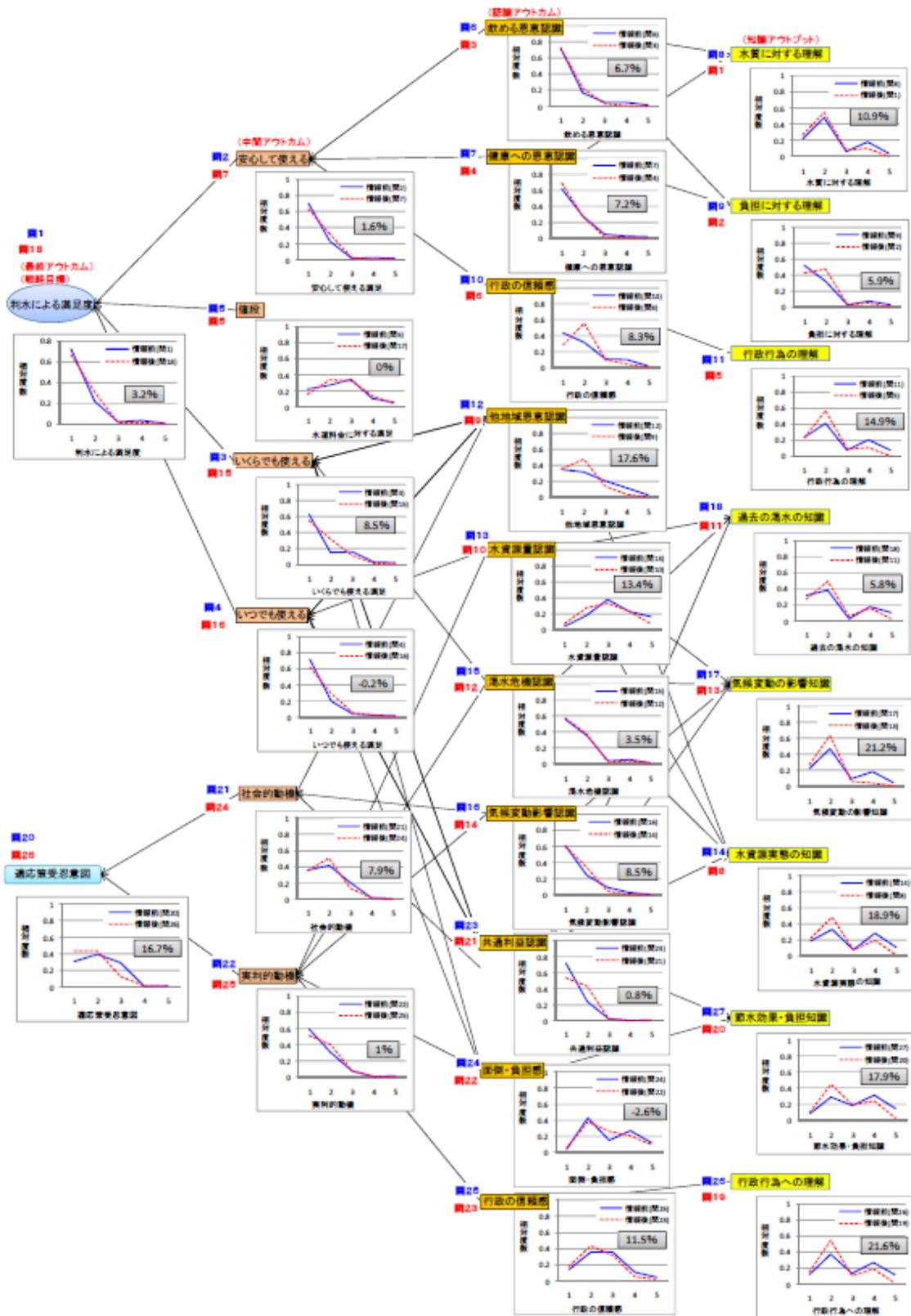
b) 度数分布による情報提供前後での意識変化

上記では、重回帰分析を行うことによって、意識構造ロジックモデルの各要素間の変化を要因間の関係の強さの変化として偏回帰係数により把握した。ここでは、情報提供前後による各要素の変化を5段階の選択肢（階級）とし、この選択肢に含まれるデータの個数を度数として把握することとした（度数分布）。階級とした選択肢は、5段階の選択肢を1～5と置換している。例えば、「かなり満足」を1、「やや満足」を2のようにし、好意的な回答ほど左に分布する相対度数として、要素ごとに情報提供前と後でどのように変化したかを整理した。図(4)-12（シンポジウム）、及び図(4)-13（Web+資料配布）に「利水による満足度」を構成するアンケート結果を示す。情報提供前である事前アンケートの結果を実線（青）とし、情報提供後に相当する事後アンケートを点線（赤）で表している。また、各要素の度数分布の図中に記載している四角枠のパーセンテージは、「かなり満足」「やや満足」を選択した割合の情報前後の変化量である。

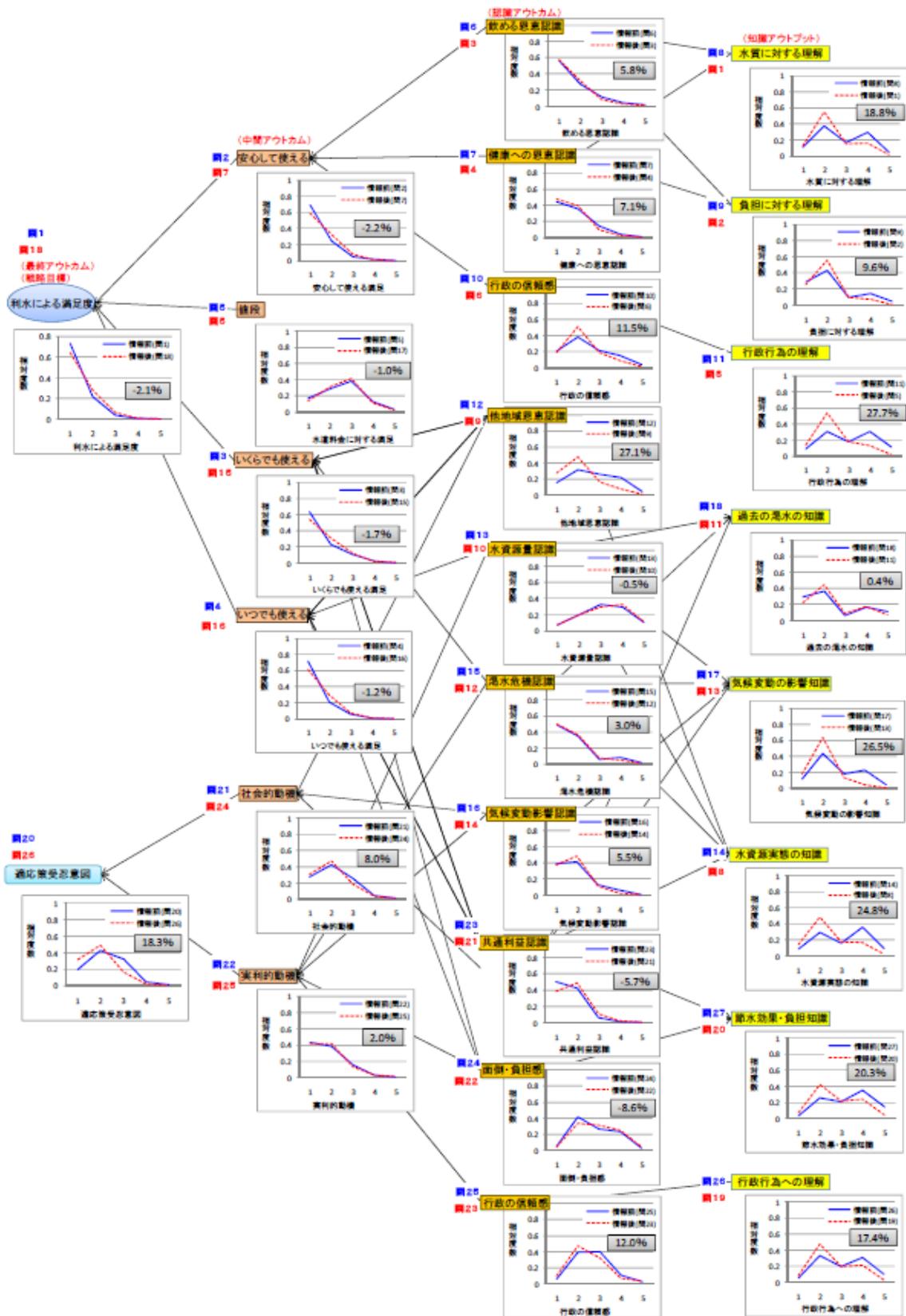
情報提供前後での各要素の意識変化の傾向として次のことが言える。

- ・ 情報提供前後で知識アウトプット（下位要素）が大きく変化していることが分かる。これは、事後アンケートにおいて、知識を得たことによって認識がどのように変化し、最終アウトカムに及ぼす影響を把握する形式で設問設計したことによる。また、上位要素である最終アウトカムほど情報提供前後で差異が見られないのは、情報提供前の段階ですでに満足度が高いこともあり、知識の増加がそのまま満足度に影響を及ぼすものではないとも言える。
- ・ 水に対する利水、治水、環境に対する満足度に対して、情報提供後、行政への信頼感や他地域からの恩恵、利他貢献といった現在の状況に感謝する項目の認識が高まっている。しかし、気候変動による影響を認識することによって、危機感や不安感が生じたためか最終アウトカムである満足度向上にまで効果が及んでいない。
- ・ 一方で、適応策受忍意図に対しては、気候変動による水資源への影響知識を得ることによって、必要性が認識され、対策の受け入れ意思が高まっている。

このように、項目ごとに情報提供前後での意識変化を度数分布によって把握したが、意識構造ロジックモデルを階層構造として整理したように、効果の伝播について分析する必要がある。今後は、各要素のモードを詳細に分析するカーネル多変量解析を用いた分析を行いたい。



図(4)-12 情報提供前後の「利水による満足度」の各要素の度数分布 (シンポジウム参加者4県全体)

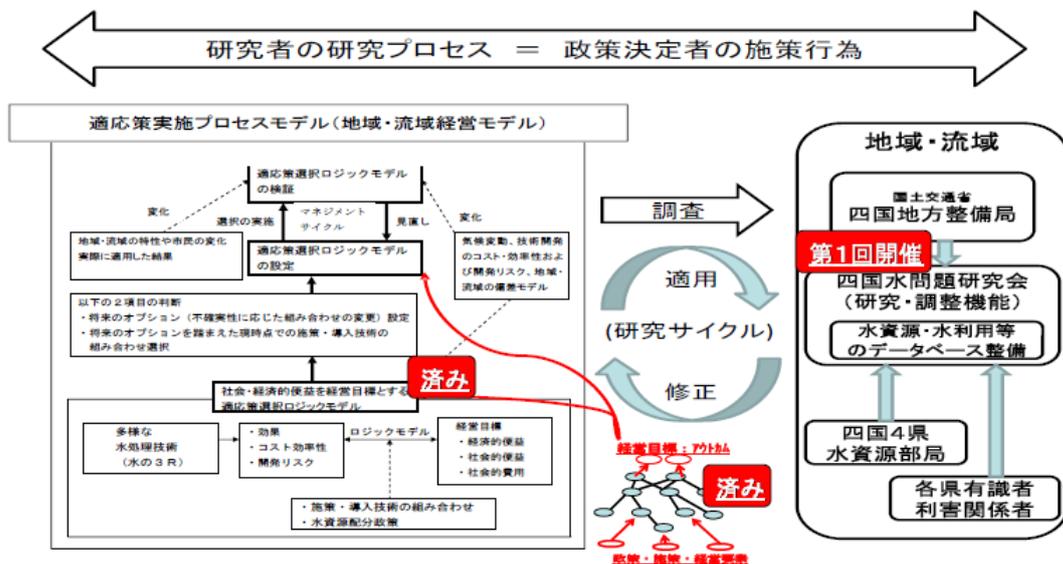


図(4)-13 情報提供前後の「利水による満足度」の各要素の度数分布 (Web+資料配布アンケート4県全体)

<結果/考察-4.2>

意識構造とその変化に関わる分析結果に基づき、地域経営システムの構成、設計に求められる機能や意識構造との関係性を特定した。また、地域経営システムのプロトタイプ第一次案としての基本構造を構築した(図(4)-14)。

当該システムでは、市民の意識構造ロジックモデルに従って、適切な情報、及び適応策を選択し、その影響のシミュレーション結果とともに市民に提供することで、市民の意識変化をモニタリングし、適応策の受忍の方向性について確認するマネジメントサイクルを走らせる。これにより、地域に受け入れられる政策を実施する。この中で、市民の意識構造の変化、情報の内容や精度の妥当性、社会環境の変化の影響等について検証されることが期待される。



- (A) 地域経営システムのプロトタイプ
 - 1) 経営目標のロジックモデル、政策評価ロジックモデルを設定し、市民や利害関係者の反応を予測。
 - 2) 相互理解と政策調整を実施するプロセスを設定し、反応を確認し、モデルへフィードバックを繰り返す。
- (B) 実際に地域経営システムのプロトタイプを試行し、仮説としてのプロトタイプを検証し、仮説修正を行う。
- (C) (A)(B)二つのプロセスの相互フィードバック(マネジメントサイクル)による研究プロセスから、地域経営システムのプロトタイプの有在り方を検証することで、地域経営における適用性を検証する。

図(4)-14 地域経営システム(提案)とシミュレーションモデルへのフィードバック

<結果/考察-4.3>

四国4県、国の出先機関、利害関係者の気候変動および水資源に関わる利害関係や意識に関わる情報から、水資源に関わる政策決定課題の構造化を実施した(行政・利害関係者・地域住民の反応調査)。

四国水問題研究会には、四国4県、国の出先機関、マスコミ、大学関係者、経済界など利害関係者が全て参加しているため、過去14回の研究会における議論内容は、市民の意識構造ロジックモデルを構築する際の市民へのインタビューに利用された。また、気候変動に関わる基礎情報の提供、市民意識構造ロジックモデルに関わる説明をしたところ、様々な意見、及び課題が提起された。

<結果/考察-4.4>

四国4県の市民の意識構造ロジックモデルに基づき、気候変動に関わる情報提供に対する反応を確認するとともに、政策決定に影響する要因を特定し、政策決定課題の構造化に反映した。

水資源に関わる政策決定課題の構造化(結果/考察-4.3)、及び市民意識構造ロジックモデルの検証は一体的に行われた(結果/考察-4.1参照)。

以上が、本プロジェクト「気候変動下における四国の水資源政策決定支援システムの開発」のこれまでの研究成果です。この他、プロジェクトの総合的推進、管理運営のための会合を開催しました。その概要を以下に示します(下表参照)。

- 1) 両大学(高知工科大学、東京大学)による「水資源政策決定支援研究開発推進委員会」
当該委員会を2010年度の中で3回開催し、研究の進捗状況確認、成果についての検証、研究工程や研究内容等、本プロジェクトの総合的推進、管理運営、課題研究全体の成果の取りまとめについて調整した。
- 2) 両大学、国土交通省四国地方整備局によるワーキンググループ(A)
国土交通省四国地方整備局と連携し、本研究における総合調整(水資源データベースの整備を含む)、第14回四国水問題研究会(2011年2月)に係る事前準備を実施した。
- 3) 両大学、国土交通省四国地方整備局、四国4県によるワーキンググループ(B)
本プロジェクトのキックオフ会合(2010年11月)を開催し、国土交通省四国地方整備局、及び地方自治体との連携研究について、総合的推進、管理運営面等における確認、及び調整を行った。
- 4) 両大学による調査の技術的調整に関わるワーキンググループ(C)
本プロジェクトの研究に関わる科学的、技術的事項について多方面より具体的に検討、協議、調整した。

表(5)-1 各種会合一覧

会合	1) 両大学による「水資源政策決定支援研究開発推進委員会」 4) 両大学による調査の技術的調整に関わるワーキンググループ(C)			
	開催日	場所	参加者	備考
1回目	2010年 10月21日(木)	東京 東京大学	高知工科大学メンバー 東京大学メンバー	
2回目	2010年 11月30日(火)	香川県 高松市	高知工科大学メンバー 東京大学メンバー	11月29日(月) 現地視察(吉野川流域、早明浦・池田ダム)
3回目	2011年 1月14日(金)	高知県 高知工科大学	高知工科大学メンバー 東京大学メンバー	

会合	2) 国土交通省四国地方整備局によるワーキンググループ (A)			
	3) 両大学、国土交通省四国地方整備局、四国4県によるワーキンググループ (B)			
	開催日	場所	参加者	備考
1回目	2010年 11月30日(火)	香川県 高松市	高知工科大学・東京大学メンバー、 国土交通省四国地方整備局、香川県、 高知県、徳島県、愛媛県	
2回目	2011年 1月14日(金)	高知県 高知工科大学	高知工科大学・東京大学メンバー、 国土交通省四国地方整備局	

会合	市民対象シンポジウム、及び、四国水問題研究会			
	実施日	場所	参加者数	備考
第14回 四国 水問題研究会	2011年 2月16日(水)	<時間：10:00～12:00> 香川県、サンポートホール高松 (サンポート合同庁舎)	—	
シンポジウム	2011年	<時間：13:30～16:00>		
高知県	2月19日(土)	高知市文化プラザかるぼーと	71名	
香川県	3月12日(土)	サンポートホール高松	40名	
愛媛県	3月13日(日)	愛媛県女性総合センター	32名	
徳島県	3月19日(土)	徳島ホール	70名	

■論文等

<論文>

Wang, L., C. T. Nyunt, T. Koike, O. Saavedra, L. C. Nguyen, T. V. Sap, Development of an integrated modeling system for improved multi-objective reservoir operation, *Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China*, 4(1), 47-55., 2010.

<学会等での口頭発表>

Wang, Lei, and T. Koike, *Hydrological Modeling*, Tokyo, Japan (The 7th International Coordination Group (ICG) Meeting of the GEOSS Asian Water Cycle Initiative (AWCI)), September, 2010

<学会等でのポスター発表>

Wang, Lei, and T. Koike, Development of an integrated hydrological modeling system for near-real-time multi-objective reservoir operation in large river basins., *AGU Fall Meeting*, San Francisco, US., December, 2010