

### プログラム3 温暖化将来予測・温暖化データベース研究

IPCC(気候変動に関する政府間パネル)による気候変動影響評価とそれに対する適応策の科学的な検討を進めるには、詳細で信頼性の高い予測技術が必要である。ここでは、今後25年程度、21世紀全般、今後数世紀程度といった様々な時間スケールでの予測が求められている。予測結果の利用促進には、観測データ、影響リスク評価データ、適応策データと統合されたデータベースの構築が必要である。このため次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

#### ⑥気候モデルを用いた21世紀の気候変動予測

気候モデルを構成する各要素の高度化を進め、21世紀における気候変化に関し、IPCC等の国際枠組による影響評価・適応策の検討にも適切に生かすことができるよう地域スケール程度までの詳細で信頼性の高い予測技術を開発する。熱波、寒波、台風、高潮、豪雨、寡雨等の極端現象の頻度や強度に注目し、今後25年程度の身近な未来における気象の変動についての予測も対象とする。このために、観測データの統合同化や、予測の高度化・高解像度化を可能にする計算機資源の有効活用を図る。

#### ⑦シナリオに基づく長期の気候変動予測

気候安定化のような様々なシナリオの下、高度化した気候モデルを適用し、100年を超え数世紀から千年程度にわたる長期予測実験を行う。これにより、地上気温や海面水位に加え、海洋循環、極域氷床、陸域植生、炭素循環等、地球環境の諸要素の長期的な変化を研究する。各シナリオの下での気候システムの変化を明らかにし、長期の温暖化抑制策に資する。

#### ⑧統合的な観測・予測・影響・適応策データベース

大気・陸域・海洋の総合的な気候変動モニタリング、高度化した気候モデルの予測、影響・リスク評価、適応策、温暖化抑制政策を密接に連携させて、地球観測データ、気候モデル予測データ、影響・リスク評価データ、適応策データを統合したデータベースを構築する。必要に応じて既存の枠組みの有効利用も含め、情報をより広く共有できるシステムとし、地球温暖化対策等への活用を図る。

#### <成果目標>

観測及びプロセス研究の成果を活用し、気候変動に対する大気・陸域・海洋の応答を反映した精緻な気候変動予測モデルを構築することにより、自然の生態系や人類に深刻な悪影響を及ぼさない水準で気候変動を抑制する温室効果ガス濃度安定化に向けた科学的根拠を明確にして、京都議定書第一約束期間以降(2013年以降)の削減目標の設定に貢献する。気候変動の状況、影響、適応策情報を提供すること、多様な将来社会シナリオ毎の気候変動を予測することで、将来社会のあり方に関する政策決定に資する。

### プログラム4 温暖化影響・リスク評価・適応策研究

雪氷域、高山域、半乾燥地域、沿岸など気候変動の影響が現れやすい地域や気候変

動に対して脆弱な地域のモニタリング観測により、影響の早期検出、脆弱性指標、影響の閾値などを明らかにする体制作りを行う必要がある。2030～2050年における我が国及びアジア・太平洋地域における地球温暖化の影響を予測し、それに基づいて、悪影響を低減し、社会の安全と水・生態系・食料生産と人間の生存基盤の健全性を確保するための適応策を体系的に検討することが必要である。このため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

#### ⑨脆弱な地域等での温暖化影響の観測

雪氷域、高山域、半乾燥地域、沿岸域等気候変動とそれに伴う環境変動の影響が現れやすい脆弱な地域の環境及び生態系変化の継続的モニタリング、過去からの観測のデータ解析等を行い、温暖化影響の早期検出を可能とする体制を構築する。自然環境、社会経済に及ぼす気候変動リスクを評価するために、温暖化に対する脆弱性指標、温暖化影響が不可逆となる閾値等を明らかにする。

#### ⑩25年先の気候変動影響予測と適応策

水資源、健康、農林漁業、生態系、沿岸域、防災等気候変動の影響の顕在化が懸念される分野を対象にして、経済評価を含む定量的な影響予測を可能にする手法を開発し、2030～2050年における我が国及びアジア・太平洋地域における影響と特に脆弱な地域を予測する。さらに、影響を和らげるための適応策を体系的に検討し、適応策の効果を含めて影響から見た温暖化の危険な水準を明らかにする。

#### <成果目標>

GEOSSの構築に貢献し、気候変動の影響として現れるシグナルを検出することによって、地球温暖化の進行状況に関する情報を継続的に提供する。温暖化将来予測の結果を用いて、気候変動による影響を定量的に予測し、悪影響を低減するための適応策の体系的な立案に貢献する。

### プログラム5 地球規模水循環変動研究

気候変動は、地球規模の水循環の変動をもたらすことにより、世界各地において、水資源、自然災害、生態系、食料生産、人の健康等、さまざまな社会問題と関わるので、気候変動に伴って起こる地球規模の水循環変動を把握し、リスク評価を行う必要がある。このため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

#### ⑪観測とモデルを統合した地球規模水循環変動把握

地球規模の水循環変動は、水資源、自然災害、生態系、食料生産、人の健康等に横断的に関わっており、地球温暖化に伴う気候変動の社会的影響として深刻な問題に結びつく懸念がある。そこで、衛星観測、気象・海洋観測、陸上調査等によるモニタリングデータと、数値モデルによる推定値とを統合・解析して地球規模の水循環の変動を把握し、的確なリスクアセスメントを可能とする研究開発を実施する。

#### <成果目標>

アジア・太平洋地域における気候変動に伴う水循環変動を把握し、食料生産、自然災害、水資源などへの影響評価を行うことにより、最適な水管理手法などの対策技術を講じて地球温暖化の影響を低減することに貢献する。地球規模の水循環の観測を

進めることにより、GEOSSの構築に貢献する。

#### プログラム6 温暖化抑制政策研究

地球温暖化抑制に関わる政策と持続可能な発展の政策との目標を整合させ、脱温暖化社会のビジョンを提示するためには、技術革新と経済社会システム変革の相互関係、途上国先進国間協力、抑制政策の正負経済影響など、社会の複雑な問題を政策科学的に研究する必要がある。このため、人文社会科学との協働により、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

##### ⑫気候変動緩和の長期的排出シナリオ作成

IPCCによる新たな長期排出シナリオ作成と連動し、国内外の中・長期的政策への貢献を目指し、中・長期の人口・社会経済動向、国際関係、技術進歩、世界規模の政策枠組等の検討に基づき、温室効果ガスの削減をも勘案した安定化対策オプションの評価、及び、安定化排出シナリオを含む長期的排出シナリオの研究を実施する。

##### ⑬気候変動リスクの予測・管理と脱温暖化社会設計

長期排出シナリオ、高精度全球気候予測、高度影響評価、適応策、安定化排出経路、緩和策に関する研究成果等を統合することによって、地球社会に対する気候変動のリスクの予測とその低減のための研究を、人文社会科学と融合して総合的に行う。さらに、温暖化抑制に関わる政策と持続可能な発展の政策との目標を整合させた脱温暖化社会のビジョンを提示することを目標に、技術革新と経済社会システム変革の相互関係、途上国先進国間協力、政策の相互利益性、抑制政策の正負経済影響、第一約束期間後の気候政策等それに至る課題を研究する。

#### <成果目標>

地球温暖化抑制に関わる政策と持続可能な発展の政策との目標を整合させ、脱温暖化社会のビジョンを提示する。

#### プログラム7 温暖化対策技術研究

地球温暖化への寄与はエネルギー起源二酸化炭素が最も大きい、二酸化炭素よりはるかに濃度が低いメタン・一酸化二窒素・含ハロゲン温室効果ガス等の微量温室効果ガスの削減も、地球温暖化対策としては大きな効果がある。さらに、我が国の排出削減量になり得る植林や森林管理活動等による二酸化炭素吸収源対策も必要である。このため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

##### ⑭メタン・一酸化二窒素排出削減技術

二酸化炭素に次ぐ重要な温室効果ガスであるメタン、一酸化二窒素の排出削減のため、対策が効果的に進むような研究開発を実施する。特に、生産管理技術による農耕地・畜産業における発生削減技術、都市・国土管理技術による下水道施設・埋め立て地等における排出削減技術、製造業における排出削減技術等が研究対象となる。

##### ⑮含ハロゲン温室効果ガス排出削減技術

重要な温室効果ガスである代替フロン等3ガスについて「京都議定書目標達成計画」に定められた削減計画に資する技術開発を実施する。さらに、代替フロン等3ガス及びその他の含ハロゲン温室効果ガスの排出削減に資する技術として、既に使用済み製品の廃棄に伴う回収・無害化処理、代替品開発、代替技術開発等の研究開発を行う。

#### ⑯自然吸収源の保全・活用技術

京都議定書において、植林・森林管理活動・植生回復活動による二酸化炭素吸収が対象となり、国レベルの正確な吸収量評価が求められている。今後、森林生態系を含む国土全体の吸収源機能が対象となり、全炭素収支手法が必要となる可能性を踏まえ、方法論の確立が求められる。衛星観測を含む観測、森林施業に伴う炭素収支変化のプロセスモデル、持続的な森林管理技術等を通じて、森林等の自然吸収量や都市緑化による吸収量の定量的評価とその拡大に資する研究開発を実施する。

#### <成果目標>

2012年度までに、京都議定書目標達成計画に定められたメタン・一酸化二窒素・代替フロン等3ガスの排出削減目標、及び、森林経営等による吸収量目標を確保する。

### ③水・物質循環と流域圏研究領域

政策目標「③-11 健全な水循環と持続可能な水利用を実現する。」を達成するための研究領域である。水や物質が循環している流域圏の環境は、人を含む多様な生物群に、水、食料、エネルギーと活動の場を提供する生存の基盤として不可欠である。したがって、都市と周辺の地域間の秩序を保ち、源流から沿岸域に至る流域圏に多様な自然・社会環境基盤を形成して、環境負荷が低く、かつ災害に強い、自然と共生する持続可能な流域圏を構築する必要がある。持続可能な流域圏の構築は、人口変化や経済発展に伴う水循環、物質循環、生態系のバランスなどの変化が人間社会や地域の環境に及ぼす影響を最小化し、人間が流域圏で自然の恩恵を持続的に享受することを可能とする。

このため、第2期基本計画期間には、「自然共生型流域圏・都市再生技術研究」ならびに「地球規模水循環変動研究」という2つのイニシャティブで研究開発が進められてきた。第3期基本計画期間では、両者をあわせて「水・物質循環と流域圏研究」とし、我が国及びアジアを中心とした世界各地の流域圏における現実の諸問題を解決するために、以下の重要な研究開発課題に取り組む。

#### プログラム1 水・物質循環と流域圏の観測と環境情報基盤の構築

「全球地球観測システム(GEOSS)10年実施計画」では、GEOSSは健全な政策決定の基礎となるような、タイムリーで品質の高い長期の地球観測情報に対するニーズを満たし、「水循環のより良い理解を通じた水資源管理の向上」など9つの主要領域において社会に便益をもたらす、とされている。また、水問題の解決を目指した研究を推進するためには、効率的な観測体制を構築して、全地球的な変動と、流域規模の変動の両者に関する観測を実現する必要がある。そうして得られる観測情報を国内外における健全な水循

環や自然と共生する流域圏・都市の実現に活用するためには、広域の変動が狭い領域の水・物質循環の変動に与える影響と、逆に、狭い領域の変動が広域の水・物質循環の変動に与える影響の両者を双方向的に把握・解明することが不可欠である。これには、地球規模から都市規模にいたる様々な観測により、流域圏における水・物質循環と森林・河川・湿地・農地・都市・沿岸等を含む流域圏の広域生態系複合(ランドスケープ)に関わるデータを収集・統合する必要がある。さらに、速やかに情報発信する環境情報基盤を形成して、政策立案や意思決定、危機管理などの実利用に供することが重要である。このため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

#### ①地球・地域規模の流域圏観測と環境情報基盤

水・物質循環、水利用、環境負荷、及び流域圏・都市構造などに関わるデータや情報等を、地球規模から都市規模に至る様々なスケールで観測・収集する地球観測システムを構築する。あわせて、情報の統合手法の改良や、得られた情報の蓄積・発信に関わる技術開発等によって、政策決定に利用可能な環境情報基盤を形成する。

#### <成果目標>

源流から沿岸域までの水・物質循環の機構解明や生態系の機能解明により、健全な水循環の保全や自然と共生する流域圏・都市を実現するための適正な管理指標の作成に貢献する。また、干ばつや洪水などの極端現象による人間社会や生態系へのダメージの発生可能性など、政府・自治体等の意思決定や対策行動に役立つ情報を速やかに提供して、災害に強い流域圏の実現に資する。

### プログラム2 水・物質循環変動と流域圏・都市のモデリング

森林・河川・湿地・農地・都市・沿岸等を含む流域圏の広域生態系複合と人間社会との間の関わりは多様であり、その理解に基づくモデル化による予測研究が、健全な水循環や自然と共生する流域圏・都市を実現するためには不可欠である。これには、地球規模から都市規模にいたる様々なスケールの物理・化学・生物学的な過程を表現するモデル、農林水産活動・土地改変・都市化・水循環改変といった人間活動が自然に及ぼす影響を表現するモデル、及び人口変化や自然変化を受けて人間活動がどのように変化するかを推定する社会経済モデルを相互に連携させる必要がある。

そこで、これらのモデル化を行い、健全な水・物質循環と流域圏の保全、再生、形成の計画や管理、政策決定に利用可能な汎用ツールを開発するため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

#### ②水・物質循環の長期変動と水災害リスク予測

豪雨や洪水といった極端な水文・気象現象を含む水・物質循環シミュレーションモデルの開発、複数のシミュレーションの実施により不確実性をも推定する予測手法の開発、観測値の適切な利用によりモデルの精度を向上させる手法の開発などにより、水・物質循環シミュレーションの高精度化を行う。さらに、自然の気候変動や、土地被覆・土地利用、及び生産・消費活動の変化など、地球規模から都市規模に至る様々なスケールの水・物質循環の変動要因に、土地利用、水供給・処理能力、防災能力といっ

た人間社会の変動受容能力を勘案して、地下水の質と流動を含む水・物質循環の長期変動や水災害リスクの定量的な推定とその対策に関する研究を行う。

### ③流域圏・都市構造のモデリング

流域圏の広域生態系複合と都市構造・人間活動との係わりに関する予測モデルを開発する。あわせて、流域圏・都市構造の健全化のための環境容量の解析、大気や水や緑の量と質、及びそれらの間のネットワークの調査・モデル解析、景観特性の評価等についての研究と提言を行う。

#### <成果目標>

我が国やアジア地域において、流域圏、湖沼・沿岸域・地下帯水層の環境、及び農林水産業が自然と共生し、かつ水災害リスクを少なくする政策決定に資する。

## プログラム3 対策・管理のための適正技術

国連環境開発会議(1992年6月、リオデジャネイロ)で採択された行動計画「アジェンダ21」では「淡水資源の質と供給の保護」がうたわれた。また、国連ミレニアムサミット(2000年9月、ニューヨーク)では「ミレニアム開発目標」として「2015年までに、安全な飲料水を継続的に利用できない人々の割合を半減する」という明確な行動目標が設定された。さらに、第三回世界水フォーラム(2003年3月、京都など)の閣僚級国際会議では、日本を含む各国及び国際機関による世界の水問題解決のための具体的な行動提案が「水行動集」として取りまとめられ、そのフォローアップを進めることが閣僚宣言として合意された。わが国及び国際社会においてこれらを実現するためには、水・物質循環や水質の変動などの問題解決に不可欠な地域にあった適正技術を開発する必要があり、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

### ④国際的に普及可能で適正な先端水処理技術

コストと環境負荷削減のバランスがとれた汚水や生活用水等の水処理技術や再利用技術を開発する。さらに、途上国における利用のためにその適用条件の体系化を行う。また、商業的普及が期待されるような先端的な膜技術や微生物群を利用した浄化技術を開発する。

### ⑤農林業活動における適正な水管理技術

世界の農地・灌漑データベースを開発し、農地及び林地における水ダイナミクスの解明と農林業活動が流域水循環に及ぼす影響の評価を行う。栽培技術の革新と連携した節水技術及び用排水管理システムを開発し、土地・水条件を考慮した農法・農業技術の選択と評価などに関わる研究を行う。

### ⑥閉鎖性水域・沿岸域環境修復技術

流域汚濁負荷源を特定し、その削減により閉鎖性水域・沿岸域の水・物質循環や水環境を改善する技術を開発する。水域の良好な水・物質循環を実現するための流域圏施設整備の要素技術、及びその普及のための社会技術を開発する。あわせて、生態系管理研究領域と連携して閉鎖系水域・沿岸域の水・物質循環や水環境改善等のための技術を開発する。

#### <成果目標>

膜による水処理技術や農林水産活動における適正な水管理、及び微生物群を利用した水処理といった、流域圏管理にかかわる先端的な技術を開発し、先進国・途上国への普及をはかることにより、国連ミレニアム開発目標に定められた安全な飲み水を利用できない人口割合の半減に貢献するとともに、河川や湖沼、湿地、閉鎖系水域、干潟、沿岸域における水環境を改善する。

#### プログラム4:健全な水・物質循環と持続可能な流域圏・都市の保全・再生・形成

これまでの都市への人口や産業の集中、都市域の拡大、近年の気候変化等を背景に、平常時の河川流量の減少、湧水の枯渇、都市型水害及び広域生態複合の喪失等の問題が顕著となってきている。これらの問題は、源流部や中山間地における過疎化や高齢化の進行にともなって森林や農地が適切に保全されなくなってきたことと併せ、流域圏における水・物質循環の健全性や広域生態複合などを著しく損ないつつある。一方、アジア域では、都市化の急激な進展や人口増加、森林・植生の減少や農地の荒廃などにより、やはり健全な水・物質循環系や広域生態複合などが損なわれている。そのため、流域圏全体を視野に入れた水・物質循環系の健全化、自然と共生する流域圏・都市の形成への早急な対応とその実現へ向けた技術的課題の解決が求められている。

そこで、健全な水・物質循環系、及び自然と共生し持続可能な流域圏・都市を保全、再生、形成するシナリオを設計・提示するために、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

##### ⑦健全な水・物質循環マネジメントシステム

地球規模から都市規模に至る様々な気候、水・物質循環や水代謝の変動、土地被覆や土地利用などの変化、及び人口の増減など社会の変動を考慮し、流域圏・都市の健全な水・物質循環の保全・再生・形成シナリオを設計・提示する。また、水・物質循環に関わる利害関係者の合意に基づく流域圏管理を実現するために必要な社会技術を開発し、問題解決型・実践型研究を行う。

##### ⑧自然共生型流域圏・都市実現社会シナリオの設計

我が国における人口分布や都市構造の変化などを踏まえた健全な流域圏・都市の保全・再生・形成シナリオを設計・提示する。国土利用・保全計画、流域圏計画、都市計画、緑に関わる計画、地域環境計画、広域地方計画等を連携させ、流域圏及び都市環境を改善し、自然と共生する流域圏・都市の保全、再生、持続性の構築に至る問題解決型・実践型研究を人文社会科学と協働して行う。

#### <成果目標>

我が国及びアジアモンスーン地域において、健全な水・物質循環系、森林・河川・湿地・農地・都市・沿岸等を含む流域圏の広域生態系複合の機能、及び都市における人間活動と水と緑のネットワークなどが適正に管理された自律型自然共生型の流域圏・都市を実現し、環境負荷が低くかつ災害に強い持続型社会を構築する。

#### (4)生態系管理研究領域

政策目標 ③-10 持続可能な生態系の保全と利用を実現する。」を実現するための

研究領域である。地球の生物生産力を超過しているといわれている人間活動を許容力内におさめ、「社会・経済活動と生物多様性・生態系保全の両立」及び「生物資源の持続可能な利用」を実現するための生態系管理技術の開発を行う。

1992年6月の地球サミット（オデジャネイロ）では生物多様性条約が採択され、我が国もこれを批准し、1993年に発効した。2002年3月には地球環境保全に関する関係閣僚会議において「新・生物多様性国家戦略」を決定した。第2期基本計画期間中に、我が国の環境分野の研究開発における「生物学的視点の重要性」が指摘され、2004年7月に、総合科学技術会議重点分野推進戦略専門調査会環境研究開発推進プロジェクトチームにおいて報告書「必然としての生物多様性－その保全と持続可能な利用－」が取りまとめられ、我が国の環境分野における生物・生態系研究開発のあり方が提言された。

これを受けて、生態系管理技術研究領域では、以下のような4つのプログラムを設定し、目標実現に欠かせない生態系の観測・解析、影響評価、管理技術、社会技術に至る一貫したシステム的研究体制のもとで、国内の生物多様性・生態系研究の連携を強化して実施する。国内に加え、豊富で多様な生物・生態系を有するアジア・太平洋地域を主な研究対象とする。

#### プログラム1 生態系の構造・機能の解明と評価

遺伝子レベルから地球規模までの多様なスケールでの研究を通して生態系の機能と構造を解明する。特に人間活動と自然とのかかわりを具現している広域生態系複合（ランドスケープ）において行われる「生態系の観測と解析」並びに「脆弱性評価」に係わる要素技術の開発研究は、様々な時空間スケールでの生態系管理を実現する上で必要不可欠であり、国際的な研究においても最も重要な課題とされている。このため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

##### ① マルチスケールでの生物多様性観測・解析・評価

人間と自然を含む広域生態系複合において、局所から広域にいたる生態系の生産機能に係わる物質循環と生物間相互作用の機能解析、生物多様性と生態系機能との関係及び生態系間の相互関係の解明等、生物多様性や生態系の理解を深める研究とそれを可能にする観測・解析及び脆弱性評価などの要素技術の研究開発を行う。

##### <成果目標>

科学的知見に基づいた森林・河川・沿岸の整備・保全、生物資源の持続的な利用、生物多様性の確保のための有効な方策の検討を可能とする。また、土地利用や人口分布変化を視野に入れた持続可能な発展のシナリオ等の検討に資する情報を提供可能にする。

#### プログラム2 生物資源利用の持続性を妨げる要因解明と影響評価

生物資源利用の安定・持続化のために、様々な時空間スケールでの生態系の変化・応答解析とその影響評価技術を確立する。特に、土地利用形態の変化、各種汚



染負荷の増大や侵入種等による環境汚染は生物多様性と生態系サービスを低下させる主な要因であることから、これらの要因の複合性を解明しつつ、生物多様性・生態系サービスに与える影響を把握し、そのリスクを定量的に評価する必要がある。また、全球規模では、気候変動に対する具体的な対応策を検討するために、気候変動が生物多様性や生態系サービスに与える影響を予測する必要がある。これらの理由から、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

#### ②土地改変及び環境汚染による生態系への影響評価

土地利用形態変化・改変、各種汚染負荷の増大、外来生物の侵入等により生物多様性と生態系サービスの急激な低下が起こり、生物生産の減少、新興感染症の発生、土壌浸食、水資源枯渇等の様々な問題を引き起こしている。これらの土地改変及び環境汚染等が生物多様性・生態系サービスへ及ぼす影響の把握とそのリスクを定量的に評価する研究開発を行う。生物資源の宝庫であるアジア太平洋地域における生態系の変化・応答解析と影響評価技術の開発も対象とする。

#### ③気候変動の生態系への影響評価

地球温暖化による気候変動によって、生物の生育・生息適地の変化、海面上昇による沿岸生息地の喪失、有害生物や病原微生物の侵入・定着・拡大等が生じ、生物多様性・生態系サービスは大きな影響を受ける。この気候変動による個々の生物の応答や生物間相互作用等を考慮した生態系影響評価が適用できるような科学的知見に基づく予測精度の高いモデルの開発を行う。

#### <成果目標>

土地改変や環境汚染、気候変動による生物多様性・生態系サービスへの影響評価・予測技術により、環境影響評価・環境計画等を業とする産業の育成・発展に寄与するとともに、気候変動に対する具体的な対応策を検討し、「社会・経済活動と生物多様性・生態系保全の両立」と「生態系の適切な管理」を実現する。

### プログラム3 生態系保全・再生のための順応的管理技術

生物資源の持続可能な利用を目指した生態系の保全・修復・再生を可能とするため、科学的仮説検証サイクルに基づく順応的管理技術を確立する。特に、森林・陸水域・湿地・農地等の修復・再生、絶滅危惧種を含む在来種の保全、外来種の拡散抑制、生物資源の適正管理等を実現する上で、陸域生態系の管理・再生技術が求められている。また、養殖、海運及び海岸開発等が行われる海域では、社会・経済活動と生態系保全を両立するための管理・再生技術が重要である。さらに、森林・河川・湿地・農地・都市・沿岸等を含む広域生態系複合が提供する多様な生態系サービスを維持するためには、従来の管理システムを統合した新たな総合的管理システムの構築が必要とされており、かつ国際的な研究においても最も重要な課題となっている。このため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

#### ④陸域生態系の管理・再生技術

二酸化炭素吸収源や生物多様性保全に寄与する森林の保全・再生、荒廃した

里山の管理・再生、水質汚染と人工護岸化等により生物多様性の減少が著しい陸水域の修復、環境保全型農業の振興、自然的価値が高い中山間地の維持、拡散防止技術開発を含めた外来生物の適切な管理等、絶滅危惧種を含む生物資源、森林・陸水域・湿地・農業生態系の保全・再生と持続可能な利用のための管理・再生技術の研究開発を行う。

#### ⑤ 海域生態系の管理・再生技術

海域は、大気との相互作用や河川水の流入等の陸域からの影響による栄養塩濃度・汚染物質濃度、温度、流速分布の時空間変動が大きい上に、養殖、海運及び海岸開発などの社会経済活動の影響による生態系の構造変化が著しい。ゼロエミッション型生物資源生産技術等、持続可能な次世代沿岸海域生態系利用に必要となる管理・再生技術の研究開発を行う。

#### ⑥ 広域生態系複合における生態系サービス管理技術

森林、湖沼、草原、河川、農地、都市等の生態系の相互関係や、それらを含む河川流域と沿岸海域までの広域生態系複合がもつ多様な生態系サービスの総合的評価技術を開発する。機能の健全性を損なう外来種などの要因の解明と除去ならびに機能回復のための方策を順応的に適用しつつ、産業その他の人間活動における多面的機能の持続可能な利用のための意志決定システムを含む管理システムを構築する。

#### <成果目標>

各種陸域生態系の健全性の回復と持続可能な利用を行い、社会・経済活動と両立した海域生態系を管理する。また、各種生態系の特性とそれらの相互関係の理解に基づき、森林や里山、河川や湖沼、沿岸海域、さらに都市も含めた広域スケールで生態系を管理し、持続可能な生物多様性・生態系の保全と利用に向けた取組を行う。

### プログラム4 生物資源の持続可能な利用のための社会技術

生物多様性・生態系を持続可能とする社会・経済的キーファクターを明確にして、ライフスタイルデザイン、地域デザイン等の社会システムを含むモデル・シナリオの構築を行う。特に、地方、国、アジア地域等様々なレベルで生態系サービスに対する社会・経済的価値の評価システムが確立していないために、生態系サービスの評価及びその維持・管理技術の開発に支障を生じている。したがって、生態系サービスの社会経済的価値（直接的利用価値、地下水涵養等の間接的利用価値、文化的価値等）の評価システムを構築することを目的として、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

#### ⑦ 生態系・生物多様性の社会経済的価値評価技術

地方、国、アジア地域等様々なレベルで、生態系サービスの社会経済的価値（直接的利用価値、炭素固定・地下水涵養等の間接的利用価値、文化的価値等）の評価システムを構築し、生態系変化の社会・経済への影響評価手法の研究開発を行う。

## ＜成果目標＞

科学的な根拠に基づき人間と自然が共生した社会の構築を目指した生態系の保全と持続可能な利用に関わる政策オプションを提示する。

### ⑤ 化学物質リスク・安全管理研究領域

政策目標 ③-9 環境と経済の好循環に貢献する化学物質のリスク・安全管理を実現する。」ための研究領域である。化学物質による効用（ベネフィット）を十分に活用するには、リスクなどの負の側面を科学的に把握し、適切に対処すると同時に、リスクと効用のバランス感覚をもった社会を醸成する必要がある。その対象は、自然環境、生活環境、労働環境などであり、単にヒトの健康だけではなく、動植物や生態系にも及ぶ。時間的にも過去の遺産から、新規な物質や技術などにより未来にも及ぶため、予見的な評価を行う必要がある。さらに国際的な協調体制の確立が重要であり、それをリードできるような科学的な知見の創出に努める必要がある。このような状況を踏まえ、新規なリスクの予見的評価、国際協力、人文社会科学的アプローチに重点をおきつつ、有害性評価・暴露評価・環境動態解析のための研究・開発とリスク評価管理・対策技術のための研究・開発を推進する。

#### プログラム 1: 有害性評価・暴露評価・環境動態解析

有害性評価、暴露評価の対象となる化学物質の種類は膨大であり、それらの組み合わせと暴露経路の多様性などを考えると、評価に要する費用と時間は莫大なものになる。そこで、有害性評価、暴露評価を着実に進めるとともに、生命科学、環境科学の新たな知見を活用した迅速な評価を可能とする技術開発を行う。また、負の遺産といわれる化学物質の環境中の残留についてもそれらの影響評価と長期予測のための研究開発を行う。さらに、環境問題の特性・科学の急速な進展を考慮し、環境試資料を経時的に保存することが可能なアーカイブシステムの構築を行い、将来、新たな事実が判明した際に参照可能とする。

##### ① 多様な有害性の迅速な評価技術

正確で迅速な有害性評価を可能にするとともに、長期の体内蓄積や発現まで長時間を有する影響、複合影響などの新たな有害性について予見的に評価する新技術・新手法を開発する。

##### ② 生態系影響の予見的評価手法

化学物質の生態系への影響を継続的に調査し評価するとともに、生態系の機能や構造変化等に着眼した新たな影響評価手法の開発により、将来にわたる影響を予測する。

##### ③ 環境動態解析と長期暴露影響予測手法

残留性物質や過去からの負の遺産のヒト及び生態系への影響評価とそれらの長期予測を行うため、発生源や暴露経路、暴露量などを推定可能な高度環境動態モデルを開発する。

##### ④ 環境アーカイブシステム利用技術

環境問題の特性・科学の急速な進展を考慮し、環境試資料を経時的に保存することが可能なアーカイブシステムの構築を行い、将来、新たな事実が判明した際に参照可能とする。

#### <成果目標>

未評価の化学物質の有害性、暴露量、環境動態に関する評価解析技術が確立されるとともに、複合影響や生態系への影響の予測に関する知見が集積され、精緻なリスク評価と適切なリスク管理・削減対策に必要な基盤を整備する。

### プログラム 2 リスク評価管理・対策技術

化学物質の安全な管理のためには、着実なリスク評価に基づくリスク管理と削減を行っていく必要がある。リスク評価では、個体差、暴露環境などの違いの影響を顕著に受けるため、それらを考慮した取組が必要となってきた。そのため、小児など化学物質暴露に対して脆弱な集団に配慮した先駆的なリスク評価管理手法、ナノテクノロジーなどの新技術によって生成される物質や新規に開発される物質などによる新たなリスクを予見的に評価し、管理する手法の開発を行う。また、国際的な化学物質に関する取組に対応したライフサイクル的思考を基礎とするリスク評価・管理スキームの構築を行う。

リスクと効用のバランス感覚をもった社会を醸成するためには、社会構造、価値観などを考慮するとともに、リスクリテラシーの向上を図る必要があり、利害関係が絡み合った当事者の間でリスクについてのコミュニケーションが実施され価値観の共有が実現される必要がある。そのため、リスクの低減に必要な情報へ一元的にアクセスでき、国民が活用できるデータベースを産学官協調体制のもとに構築を行うとともに、価値観の共有につながるような合意形成のあり方などの問題に対して、広く人文社会科学的な見地から問題の解決を図る。さらに、化学物質によるリスクを低減する技術、例えば、排出量削減技術、無害化技術、代替品・代替手法などを開発する。

#### ⑤新規の物質・技術に対する予見的リスク評価管理

ナノテクノロジーなどの新技術によって生成する物質や新規に開発される物質等による新たなリスクを予見的に評価し、管理する手法を開発する。

#### ⑥高感受性集団の先駆的なリスク評価管理

最先端の分子生命科学の成果などを活用し、小児など化学物質暴露に対して脆弱な集団に配慮した先駆的なリスク評価管理手法を開発する。

#### ⑦国際間協力の枠組みに対応するリスク評価管理

国際的規制など国際間協力の枠組みに対応し、国際貢献とともに世界を先導する、ライフサイクル的思考を基礎とするリスク評価・管理スキームを構築する。

#### ⑧共用・活用が可能な化学物質情報基盤

リスクを低減するために必要不可欠な情報へ一元的にアクセスでき、国民が活用できるデータベースを産学官協調体制のもとに構築する。

#### ⑨リスク管理に関わる人文社会科学

リスク管理の優先順位と手法を選択する際に重要となるリスク便益分析、より効

果的なリスクコミュニケーション手法、より満足度の高い合意形成の手法など、広く人文社会科学的な見地から開発する。

#### ⑩ リスク抑制技術・無害化技術

化学物質によるリスクを低減する技術、例えば、排出量削減技術、無害化技術、代替品・代替手法などを開発する。

#### <成果目標>

負の遺産の解消技術を開発するとともに、新規なリスクを予見的に見出し管理する。ゼロリスクを目指すのではなく、予見的手法に基づく予防対策により人間社会と自然環境を含めたトータルなリスクを最小化し、同時に、化学物質の効用との良好なバランス感覚をもった社会を醸成する。また、国際的な化学物質管理に関する取組で世界を先導する。

### 6) 3R技術研究領域

政策目標 ③-8 3R (発生抑制・再利用・リサイクル) や希少資源代替技術により資源の有効利用や廃棄物の削減を実現する。」を実現するための研究領域であり、3R推進に向けた国際社会との協調のもと、資源の効率的・循環的利用と廃棄物の適正管理が、新たな物質管理手法によって国民の安全・安心への要求に応える形で行われることを目指す。科学技術立国を支える循環技術システムの開発によって、脱温暖化等の他の重要施策との同時解決を図りつつ、我が国の循環型社会の近未来の具体的な姿を世界とのつながりの下に描き、そこに至る転換シナリオを提示することを目標とする。

循環型社会形成推進基本法に基づき策定された「循環型社会形成推進基本計画」(平成 15 年 3 月閣議決定) では、2002 年 9 月のヨハネスブルク・サミット実施計画に基づき各国が策定する持続可能な生産・消費形態への転換を加速するための 10 年間の枠組みの一つとして、国際社会と連携しながら循環型社会の形成を図ることとしている。

そこで、3R技術研究領域では、天然資源の消費の抑制と環境負荷の低減により、循環を基調とする社会経済システムの実現及び廃棄物問題の解決に資するため、以下の重要な研究開発課題に取り組む。

#### プログラム 1 資源循環型生産・消費システムの設計・評価・支援技術

廃棄物処理・3Rシステムの具体的な将来像の設計・提案とともに、資源生産性の高い経済社会の実現に向けた中長期的な消費形態・産業構造への転換シナリオを設計する。このため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

##### ① 3R実践のためのシステム分析・評価・設計技術

3Rを効果的に進めるため、資源の採掘、原材料や製品の生産、消費、維持管理、リサイクル、廃棄にわたるライフサイクル全般をとらえ、物質フロー分析(MFA)などの体系的な現状把握・分析技術、ライフサイクルアセスメント(LCA)など3Rの効果の評価技術、技術システムと社会システムの統合による資源循環システムの

設計技術等の開発・高度化を行う。

#### ② 3R推進のための社会システム構築支援技術

3Rを推進するためには、個々の技術開発だけではなく、これらを社会の中に仕組みとして組み入れることが重要であることから、3Rに関わる制度・政策、消費者とのコミュニケーション、環境教育などのソフト技術を含めて、3Rを社会に定着させるための支援技術を開発する。

#### ③ 3R型の製品設計・生産・流通・情報管理技術

製品の設計・生産など、経済活動の上流段階で3Rをあらかじめ生産システムに組み入れるため、易リサイクル・易解体製品等の環境配慮設計技術、リユース性向上のための設計・生産技術、リデュースのための製品リースシステム技術、リユース部品・製品流通システム技術、製品・建築物等の長寿命化のための設計・メンテナンス技術等の開発を行うとともに、情報技術等を用いて、製品の含有物質等の情報を記録し、リサイクルや廃棄段階での有用物質・有害物質の適正管理のためのトレーサビリティや、静脈産業も含めたサプライチェーンマネジメントを向上させるための製品情報管理技術を開発する。

#### <成果目標>

製品環境配慮情報を活用して高度な製品3Rシステム(グリーン・プロダクト・チェーン)を構築することで、循環型社会形成推進基本計画等における2010年度の数値目標である、1)資源生産性を2000年度比で4割向上、2)一般廃棄物・産業廃棄物とも最終処分量を2000年度比で半減、3)リサイクル率を一般廃棄物で24%を、産業廃棄物で47%を達成することに資する。

#### プログラム2 有用性・有害性からみた循環資源の管理技術

資源循環の国際化が進む中、材料・製品等の廃棄・循環的利用に伴う有害物質リスクを低減するための管理手法の構築、有害物質含有物代替技術の開発と、ライフサイクル全般にわたる「持続可能な物質管理」概念の具現化と推進のための方法論開発を行う。このため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

#### ④ 再生品の試験・評価・規格化支援技術

リサイクル技術の進展によりさまざまな再生材料、製品、再生部品が生産されているが、その品質への懸念等から、一次資源を代替するような需要は必ずしも拡大していない。このため、再生品を含む製品についての含有成分の情報管理技術、試験法や、品質評価手法の開発・標準化を進め、再生品の品質規格の策定等を支援する。

#### ⑤ 国際3R対応の有用物質利用・有害物質管理技術

近隣諸国の経済発展による資源需要の増大に伴って、廃電気電子製品など使用済み製品や廃プラスチック等の二次資源の貿易が盛んになっている。有害物質の不正な越境移動を防止し、稀少資源の需給ひっ迫の懸念に備えるため、国際的な資源循環の実態解明や資源供給面・環境影響面の評価のための技術、有用物質の選別・回収技術、有害物質の管理・分解技術、及び有害物質含有

物の代替技術などを開発する。

<成果目標>

再資源化物の利用用途毎の環境安全評価に係る試験方法及び安全品質について体系的に規格化するとともに、アジア地域における適正な資源循環に資する技術システムと適正管理ネットワークを構築することで、環境先進国としてのリーダーシップを担い、もって我が国の産業競争力強化に資する。

**プログラム 3:リサイクル・廃棄物適正処理処分技術**

地球温暖化をはじめとする他の重要施策への対策との両立可能な廃棄物の適正処理処分、循環資源の有効利用のための要素技術の開発、システム化を行う。このため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

⑥地域特性に応じた未利用資源の活用技術

食物残渣、廃食用油、畜産廃棄物、雑排水、汚泥などのバイオマス系廃棄物を、メタン、水素などのガスやBDFなどの燃料油、乳酸などのバイオマテリアル原料に転換するための技術をはじめ、地域固有の未利用資源を有効利用するための要素技術を高度化するとともに、原料供給と得られた燃料・原料の用途の両面で、地域特性に適合した技術システムの設計を行う。

⑦社会の成熟・技術変化等に対応するリサイクル技術

社会の成熟化、都市基盤の再生に伴って発生する建築解体廃棄物などのストック由来の廃棄物、汚泥、焼却灰など、依然として埋立て処分される量の多い廃棄物について、エネルギー産業・素材産業などの動脈産業と静脈産業との連携を軸に、将来の需給バランスを考慮した技術開発、システム設計を行う。また、技術やライフスタイルの変化に伴って普及した新型・大型の耐久消費財等、今後増加が見込まれる廃棄物のリサイクルのための要素技術開発、システム設計を行う。

⑧未来型廃棄物処理及び安全・安心対応技術

リサイクル技術の普及・高度化等に伴って、将来、量的には低減が見込まれるが質的な変化が予想される廃棄物について、選別等の中間処理・最終処分技術の開発、及び、埋立地の安定化促進技術・跡地利用技術、延命化と資源回収のための埋立物の再処理・資源化技術を開発する。また、今後発生する微量でも有害性の高い成分を含む廃棄物について、国民の安全・安心に対応した測定・管理・無害化技術、不法投棄や不適正処理・処分の跡地の修復技術、不法投棄、不適正処理の未然防止のための監視技術を開発する。

<成果目標>

動脈産業と静脈産業との連携循環技術システムを実証あるいは一部事業化し、全国レベルへの事業化の可能性を明らかにし、循環型社会形成推進基本計画等における2010年度の数値目標である、1)資源生産性を2000年度比で4割向上、2)一般廃棄物・産業廃棄物とも最終処分量を2000年度比で半減、3)リサイクル率を一般廃棄物で24%を、産業廃棄物で47%を達成することに資する、と同時に京

都議定書の温室効果ガス排出量 6%削減達成にも貢献する。

#### ⑦ バイオマス利活用研究領域

政策目標 ③-7 我が国発のバイオマス利活用技術により生物資源の有効利用を実現する。」を実現するための研究領域である。平成 17 年 4月に閣議決定された「京都議定書目標達成計画」において「地域に賦存する様々なバイオマス資源を、熱・電力、燃料、素材等に効率的かつ総合的に利活用するシステムを有するバイオマスタウンの構築に向け、情報を発信し、地域活動を促進するとともに、利活用施設の整備、バイオマスエネルギーの変換・利用等の技術開発等を進める」とあり、その実現に向けて「バイオマス・ニッポン総合戦略」の推進と連携し、科学技術連携施策群として実施する。エネルギーとして利用するための研究・開発を「バイオマスエネルギー技術」プログラムとして、素材として利用するための研究・開発を「バイオマス材料利用技術」プログラムとして、我が国のみならずアジア等海外においてバイオマス利活用を地域に根ざすための研究を「バイオマス利活用システム研究」プログラムとして実施する。

#### プログラム 1 バイオマスエネルギー技術

我が国のみならずアジアを視野に入れ、大気中の二酸化炭素濃度を増加させず、かつ再生可能エネルギーとしてのバイオマスエネルギーの活用を目指すためには、効率良くエネルギーを得ることを目的とした資源作物を開発していくことが重要である。また、量が豊富で安定的に供給可能な含水率が低いバイオマスである草本質系バイオマスを有効にエネルギー利用していくことが喫緊の課題である。汚泥・家畜排せつ物などの含水率の高いバイオマスのエネルギー転換は資源循環的な観点からも重要である。各バイオマス種の性状、地域特性、エネルギー利用形態等に即したより高効率な変換技術を構築するとともに、低コスト化のボトルネックとなっている収集・前処理技術・後処理技術などを開発することが重要である。さらに、我が国では運輸部門からの二酸化炭素排出量が増大しており、これをバイオマス燃料に置き換えていくことが重要である。このため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

##### ① エネルギー作物生産・利用技術

我が国のみならずアジアを視野に入れ、エネルギーを得ることを目的とした資源作物の研究・開発と低コスト栽培・利用のための技術開発を行う。

##### ② 草本質系バイオマスエネルギー利用技術

バイオマスの中で我が国のみならずアジアにおいて量が豊富で安定して供給可能な製材工場等残材・建設発生木材・間伐材やサトウキビしぼりかすなどの草本質系バイオマスを、有効にエタノールやバイオディーゼル燃料に変換する技術や熱、電力へ高効率に転換する技術開発を行う。

##### ③ 生物プロセス利用エネルギー転換技術

メタン発酵などの生物プロセスを利用したバイオマスからエネルギーへの高効率・低コストの転換技術を開発する。

##### ④ バイオマスエネルギー利用要素技術



各バイオマス種の性状特性、地域特性、エネルギー利用形態等に即したより高効率な変換技術を構築するとともに、低コスト化のボトルネックとなっている収集・前処理技術・後処理技術などを開発する。また、圧縮梱包技術・化石資源との共有技術などの開発も行う。

#### ⑤輸送機器用高効率・低コストバイオマス燃料技術

実用化段階にあるバイオマスの燃料変換技術について、より低コストとなるような技術開発を、我が国のみならずアジアの状況を踏まえながら行う。また、高効率なガス化からの合成燃料製造、ガスの燃料電池等への活用に関する技術開発も行う。

#### <成果目標>

京都議定書目標達成計画による2010年度の目標（原油換算586万kL分の廃棄物発電＋バイオマス発電、原油換算308万kL分のバイオマス熱利用）から、さらに高いレベルでのバイオマスエネルギーの着実な導入（2030年度導入目標：原油換算494万kL分の廃棄物発電＋バイオマス発電、原油換算423万kL分のバイオマス熱利用）を実現し、長期的・持続的な地球温暖化対策に大きく貢献するとともに、エネルギー自給率の向上に資する。

### プログラム2：バイオマス材料利用技術

バイオマスは、高次構造を持っており、最終的にはエネルギーとして利用するにせよ、その構造を用いて、化石資源に由来する製品の代替を図るための技術や、素材として多段階的に利用する要素技術を開発することが重要であり、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

#### ⑥バイオマスマテリアル利用技術

廃棄物系バイオマスや未利用バイオマスなど、地域に大量にあるバイオマスを、多段階的に利用するため、化石資源に由来する製品の代替技術や、工業原料等に加工する技術、バイオマスの物理化学的な特性を生かし利用する要素技術を開発する。

#### <成果目標>

2010年度までに炭素量換算で、廃棄物系バイオマスを80%以上、未利用バイオマスを25%以上利活用する。

### プログラム3：バイオマス利活用システム研究

我が国のみならずアジア等海外も含め、地域に根ざしたバイオマス利活用の更なる推進のためには、地域特性に即したエネルギー利用開発を行うとともに、ライフサイクルを意識した物質循環、地域特性等を踏まえた原料確保から残渣の処理までのトータルシステムコストの低減、社会科学的な検討など、システム的な研究開発を行う必要がある。研究開発には、地域の活性化に貢献するという観点も求められる。また、バイオマス燃料及びバイオマス燃料車の安全性、地域住民の生活に対する臭気・騒音等の環境配慮を行っていく必要もある。このため、以下の課題を重要な研究開発課題とし

て設定する。

#### ⑦持続可能型地域バイオマス利用システム技術

我が国だけでなくアジア等海外も含め、地域に即したバイオマスエネルギー利用や、原料確保から利用・残さ処理までの地域のマテリアルバランスを考慮した資源循環システムを開発し、経済的に成立するための要件を社会科学的な面も含め検討する。また、国内外の適切なバイオマスタウンを設計するための、ライフサイクルを意識した物質循環、地域特性、安全性、経済性等を踏まえた評価を行える手法を構築する。

#### ⑧バイオマス利用安全技術

バイオマス燃料の混合率の増大に伴う車両等への影響軽減や、バイオマスの持つ危険を回避する対策技術とともに、地域住民の生活に対する臭気・振動・騒音等の環境配慮のための研究を行う。

#### <成果目標>

ポスト第一約束期間の削減目標設定やその達成に寄与し、温室効果ガス濃度の安定化に資するとともに、環境と調和する循環型社会の実現を目指す、バイオマスタウンを実現する。

### 8) 研究開発目標と成果目標

別紙Ⅲ－1の通り、57個の重要な研究開発課題について、基本計画期間中に目指す研究開発目標（科学技術面での成果）及び最終的に達成を目指す研究開発目標、並びに、社会・国民に対してもたらされる成果（アウトカム）に着目した目標（成果目標）を別紙Ⅲ－2のとおり定める。また、第3期基本計画の3つの理念の下での政策目標の実現に向けて、より具体的に定めた個別政策目標は第3期基本計画の政策目標の体系のとおりであるが、個々の重要な研究開発課題が、どの個別政策目標の達成に向かっているかについては、別紙Ⅲ－1に明確化するとともに、別紙Ⅲ－2の重要な研究開発課題名の欄に、第3期基本計画の政策目標の体系の該当番号を付記することで明確化している。

これらにより、(イ)何を目標として政府研究開発投資を行っているのか、どこまで政策目標の実現に近づいているかなど、国民に対する説明責任を強化するとともに、(ロ)個別施策やプロジェクトに対して具体的な指針や評価軸を与え、社会・国民への成果還元の効果的な実現に寄与する、こととなる。

さらに、このような政策目標の体系の下で、項目「4. 推進戦略」において整理される、官民の役割分担、関係研究機関の役割の実現に向けた隘路等も勘案することによって、いかにして政府研究開発の目標の達成が大きな政策目標の達成につながるかの道筋を理解することが容易となる。研究開発の成果が最終的にどのような価値を社会・国民にもたらすことが期待されているか、そのために研究開発及び研究開発以外で対処すべき課題は何かといった道筋について政府研究開発を担う関係者・関係機関が認識・共有することは、本推進戦略を効果的に実行し、環境研究を効率的に実現する上で極めて重要である。