

第3部

水循環研究のこれから

3.1 観測分野において推進すべき課題

3.1.1 地球観測 10 年計画の主導的推進

わが国が積極的にリードしてきた地球観測サミットへの国内での対応として、総合科学技術会議において 2004 年 12 月に「地球観測の推進戦略」が定められた。この策定作業は、2005 年 2 月にベルギーのブリュッセルで開催された第 3 回地球観測サミットで採択された「GEOSS10 年実施計画」の策定作業と同時進行で相互に協力しながら進められ、結果として両者は整合的な内容となっている。「GEOSS10 年実施計画」においても、「水循環の理解を通じた、水資源管理の向上」は、気候変動やエネルギー、災害等とともに公共的利益目標 9 項目のひとつとして打ち出されており、「地球観測の推進戦略」においても、喫緊のニーズへの対応が必要な 5 つのテーマの中に、「水循環の把握と水管理」と「アジア地域の風水害被害の軽減」の 2 つが取り上げられ、データシステムを含む地球観測システムの統合化とともに、今後府省連携の下で重点化が図られることとなっている。

その具体化に当たっては、まず、地球規模水循環統合観測システムの構築として、特にアジア・オーストラリアモンスーン域ならびにユーラシア高緯度および高山域の水循環変動の実態把握と予測精度向上に向けた包括的な地上観測ネットワークを構築するとともに、地球規模水循環衛星観測ミッションを推進する必要がある。強化された観測データを活用することにより、高分解能数値モデル開発の一層の推進とともに、全球規模・流域規模の両面にわたるモデルの検証と水循環変動プロセスの解明を進展させる必要がある。また、数値モデルによるデータ同化についても全球規模の数値気象予報や長期再解析などとともに、アジア域における領域規模のデータ同化も合わせて推進し、観測データの高度利用に貢献すべきである。さらに、地球規模の総合観測システムの構築とそれに基づくモデルの解像度／精度の向上が、水循環系と人間活動との相互作用の評価分野、および水問題解決へ向けてのシナリオ分析・技術開発分野の発展と調整を図りつつ、全体の研究体制を創ることが肝要である。

これらのサブ研究分野が有機的に結びついたシステムの研究開発を効率よく推進するためには、地球規模水循環観測およびデータシステムの企画・運営・評価の推進組織の設置、そして集中型データ統融合センターと分散型データ統合センターの両者のタイプのデータセンターが必要である。データセンターには、大規模観測・モデルデータや同化データの構築・蓄積だけではなく、地球規模の水循環データから地域の河川・水管理に有用な情報への翻訳システムや、地球温暖化といった長期的な気候変動が水循環変動を通じて社会に及ぼす影響のアセスメントを支援するシステムの開発が求められる。また、水循環変動予測システムから得られる予測結果を流域・地域ごとの特性に応じてより適切に活用するためには、途上国を含む各地域における予報・水管理担当者や研究者の能力向上と政策担当者の理解が不可欠である。観測技術力や国際プロジェクト管理・推進能力を育成するための体制・組織を構築する必要がある。

わが国が GEOSS や「地球観測の推進戦略」の水循環分野を主導的に推進するに当たって重点化すべき課題は以下の 5 項目に纏められる：

- ① 異常気象現象の探知のための観測網の高度化、

- ② 風水害が頻発する地域における重点的な観測体制の整備、
- ③ 衛星観測と気象水文観測の連携の促進、
- ④ 地球観測データと予測技術の結合ならびにこれと影響評価／リスク評価、対策技術との統合化、
- ⑤ 開発途上国の能力開発。

これらは地球規模水循環変動のみならず、風水害に関しても、今後優先的に継続的な取り組みが求められる項目である。従って、これらの項目への集中的な研究資源投下により、地球規模水循環変動と風水害の両者に貢献可能な研究体制が構築され、効果的、効率的な研究開発の進捗が期待されている。

3.1.2 水・物質循環の統合観測と情報基盤の整備

水循環の量的な取り扱いに加えて、水の存在とその流動に伴って生じる物質循環の観測を加えることによって健全な水・物質循環と持続可能な水利用を目的とした水環境の保全と社会経済活動の両立を実現することが求められている。そこで観測分野においては、地球規模と地域規模の水・物質循環変動と地域の統合観測ならびに情報基盤を相互に連携を保ちながら整備することを目的として、以下の2課題に早急に取り組む必要がある。

- (1) 地球規模水循環観測：地球観測衛星の開発、ネットワーク化された各国の現業水文気象観測網、スーパーサイトにおける集中観測などによる水循環の統合的観測技術の開発、またそれらによるグローバルな水循環データ（過去データを含む）の収集、蓄積、統合、情報発信に関わる研究。
- (2) 地域規模水・物質循環観測：ネットワーク化された地域あるいは流域での水文気象観測網などによる自然・人間系の水循環経路における量と質のモニタリング、人間活動による水利用量・環境負荷量のモニタリングならびに観測が不十分な項目に関する観測技術の開発や推定手法の改善に関わる研究。

3.2 モデリング分野において推進すべき課題

3.2.1 水・物質循環と人間活動の統合モデリング

水・物質循環変動の予測は大気・陸面水文モデルによる水循環変動予測だけでは不十分である。これらは基本的には自然変動の予測を目指すモデルであり、人間社会への影響を評価するためには、多様な人間社会と水との関わりそのものの理解が必要である。水循環変動と人間社会の関係には二つの面がある。一つは水循環の変動が人間社会へ与える影響であり、もう一つは人間活動が水循環に及ぼす影響である。

前者の水循環の変動が人間社会へ与える影響においては、とりわけ極端な水文気象の変動による水害や水不足等の問題が深刻である。この解決のためには極端な事象を含めた予測精度の向上がまず第一に重要だが、それにより得られた情報を迅速に伝達し、対策に反映させる手法も大切である。

後者の人間活動が水・物質循環に及ぼす影響は、さらに直接的な問題と間接的な問題の2つに分けられる。直接的な問題は地下水の汲み上げや河川水の取水といった水利用の問題、施肥や農薬の散布、工業排水や家庭排水の環境への排出といった水の汚染の問題などがあげられる。間接的な問題には都市化や森林伐採などの土地被覆・土地利用の改変、エアロゾルの放出やいわゆる温室効果ガスの排出といった問題が含まれる。これらの人間活動が水・物質循環に及ぼしている影響を評価する必要がある。

3.2.2 極端な事象を含む水・物質循環の変動予測

極端な事象を含む水・物質循環による被害軽減のために、大気モデルと陸面水文モデルを組み合わせた水循環の量的予測は極めて有効な情報を提供する。しかし問題解決のためには、予測の精度・信頼性はまだまだ不十分である。予測精度のさらなる向上のためには、数値モデルの高解像度化、四次元同化など初期値の推定手法や境界条件の設定手法の改良、マルチモデル・アンサンブルなど予測の不確実性の低減手法の開発と導入などが必要である。なかでも数値モデルのさらなる高解像度化は流域規模の水・物質循環変動を予測する上で欠かすことができない。初期値や境界値の推定には観測データの高度利用が不可欠であり、観測データの持っている情報を最大限に引き出すためにも後に述べるモデルと観測を統合したシステムの構築も目指すべきである。また水・物質循環変動予測モデルには人間活動を含めたモデリングも必要である。

水循環の人間社会への影響は複雑多様であるため、人間の直接関わるプロセスを気象や水文モデルと同様に数値モデル化して、統合モデルを構築することは常に有効とは限らない。まずは水循環に関わる観測や予測モデルにより得られる情報を効率よく社会に伝達し、地域・流域の水管理の改善のために活用する方策を確立することが望まれる。水資源管理・水災害防止に問題を絞ると、水循環予測モデルの実務への活用は急務である。

3.2.3 準リアルタイムで動作する水文モデルシステム構築の推進

水文モデル研究が今後喫緊に取り組まなければならない課題のひとつに、水循環予測を定常的に準実時間で行い、日々観測データと対照して精度を検討することがあげられる。この場合、水文モデルをコアとなる水文モデル単体でとらず、初期値、境界条件（大気外力など）、内部パラメータ等を適切に与えるデータ処理を含めた水文モデルシステムとして捉えることが重要である。日々の天気予報によって、大気モデルの精度、効率が着実に進歩しているのと同様、水文モデルが目指す社会への貢献を念頭に置いた準リアルタイムで動作する水文モデルシステムの構築によって全体の精度ならびに効率の向上が期待できる。また、初期値に任意の微小変化を与えて同一のモデルで複数回計算した結果を利用するアンサンブル計算に対して、いくつかの異なるモデルで同一条件に対して計算した結果を利用するマルチモデル・アンサンブル計算結果を利用することを想定し、そうした水文モデルシステムに於いては、いくつかの水文モデルを差し替えて、あるいは平行して動作させることができるようにする必要がある。こうすることにより、推定誤差がコアの水文モデルに起因するのか初期値・境界条件に起因するのかを明らかにすることもでき、システム全体の精度向上にむけた研究開発にも資することができる。そうした際には、データ同化によって結果が合う様に初期値や境界値あるいは内部パラメータを調整するのみならず、水文モデルシステムのどの部分を改善すればデータ同化をせずにも予測計算の精度が向上するか、という観点に立って、水文モデルシステム全体のバランスをとりつつ、個々の要素の改良をする必要があり、もし水文モデル自体の問題が特定された場合には、モデル化、あるいは現象に対する理解も進むことが期待される。また、現実の観測データ、特に河川流量データや地下水位データ等には取水や貯水池での貯留・放流など人間活動の影響を色濃く反映されているはずなので、そうした人間活動に関わる情報をも準実時間で取得収集するか、人間活動を推定するエージェントモデルを構築して水文モデルシステムに組み込む必要がある。

3.2.4 モデル・観測統合システムの構築

水・物質循環変動予測モデルのさらなる発展のために必要なことは、観測と数値モデルの複合システムの構築であろう。数値モデルによるデータ同化は、観測データを数値モデルの予報結果と比較し、誤差を数値モデルにフィードバックさせることにより実現する。これに対して、モデル・観測統合システムでは、観測データを使った同化を行うだけでなく、数値モデルを使って、いつ、どこで、何を観測すべきかを客観的に評価し、「観測の最適化」が可能となる。いわばモデルと観測の双方向の最適化のフィードバック・システムを構築することになる。この考え方は、2.3.3節で指摘したように2週間くらい先の天気予報の精度向上に大きな変革をもたらす可能性がある。また、長期変動予測の視点からみても、地上観測やリモートセンシングの最適な配置・活用を実現する手段になりうる。モデル・観測統合システムを構築するためには観測・モデル双方とも、技術的・政策的に多くの問題を解決する必要があるが、両者の過去のめざましい発展を考えると、決して難しいことではない。

3.2.5 人間活動が水・物質循環に及ぼす影響の予測

3.2.1 節で述べた人間活動が水・物質循環に及ぼす問題の多くは地域・流域ごとに多様で複雑な社会の構造や変化と密接に結びついている。そのためモデリングによる量的予測の難しい部分も含まれる。しかしながら、人間活動のシナリオが想定できれば、水・物質循環予測モデルを発展させることにより、人間活動が水・物質循環に及ぼす影響評価やアセスメントが可能になることも少なくないはずである。

農地・都市などの土地利用変化や灌漑などの人間活動の影響は、降水・蒸発散・陸面水・物質循環のいずれの視点から見ても重要であり、これらの変化による影響と対策を予測するための数値モデルの新たな進展が必要である。これらの影響は人間活動により排出される温室効果ガスやエアロゾルの気候影響とは別な側面を持っているものの、両者の予測モデルには共通部分も多いので、統合的なモデル開発が望まれる。一方で、流域の自然環境の多様性、地域社会・人間活動の多様性に対応した地域ごとの水循環予測を実現する必要があり、そのためには、現地の行政担当者や専門家との連携強化が不可欠である。

3.3 水問題の発生プロセスと解決アプローチに関する研究の強化

3.3.1 水問題の広がりと多様性を踏まえた研究テーマの適切な意義付け

水問題は、2.3.2 節の登録課題のマッピングに見られるように、スケールにおいて気候変動／変化などの地球規模の問題から特定流域の水不足や水域汚染のような地域的／局地的問題まで包含しており、テーマとしては、量と質の問題を含み、水資源、環境、食料生産、災害と防災などの諸課題、そしてそれらの課題と社会システムとの関係など、広がり多様性がきわめて大きい。

地球温暖化、深層海洋大循環、エルニーニョ南方振動（ENSO）、北極振動（AO）、ジェット気流などに関連した地球規模の気象・気候の変動が人間の生活／生産活動に与える影響の評価や、水利用、水環境、水災害に係わるグローバルなデータセットの構築とそれに基づく地球規模での水循環／水資源の評価などのように、地球規模で世界を俯瞰する研究は、正に宇宙船地球号、すなわち地球全体としての問題の広がり多様性を理解する上で欠かすことができない研究分野である。

現に、こうした俯瞰的な検討を背景として、第3回世界水フォーラム閣僚宣言では、世界の水問題が、次の5つ範疇、すなわち、①水資源管理と便益の共有、②安全な飲料水と衛生、③食糧と農村開発のための水、④水質汚濁と生態系の保護、⑤災害軽減と危機管理、に整理できるとしている。このような視点は、従来、きわめて属地性／地域性が強いものとして理解し対処されてきた水問題の発生とその解決へ向けてのアプローチに世界的に共通な課題があり、共同して取り組む必要があることを提起する点できわめて有効である。

一方、世界各地で発生している水問題は、上述の5つの範疇のいずれかに括れるとしても、それぞれの問題の発生の仕方と解決へ向けての対策は、地域によって異なっている。例えば、同じ水不足という表現で表しても、限られた地下水を水源とするアフリカ／中近東などの乾燥地と、豊富な年降水量はあるが雨季と乾季に分かれるアジアモンスーン湿潤地域とでは、水不足の状況と改善の方法に著しい違いがある。

こうした地域性、つまり地域的な共通性のもとに、各地で起こっている具体的な水問題にはその地に特有な性格、すなわち個別性がある。特定流域／地域における水問題の把握と解決を志向すればするほど、地域的さらに個別具体的なアプローチが重要になってくる。地域的／個別的な性格を的確に捉えて解決へと結びつける姿勢は、患者の病状を注意深く診ながら治療する臨床医に似ている。病気の苦しさや辛さを感じている個別の患者に、病気の原因や性質を分かりやすく伝えるのも、治療へ向けての大切な要素である。特定の事例を対象とした問題解決型研究では、その中から普遍性や一般性を求める視点ももちろん必要であるが、その事例に特有な地域的／個別的な事項を理解するアプローチに重要な価値を置くことが肝要である。つまり、「臨床的解決」を目指すことが水に関わる現実問題への対応に極めて重要である。

3.3.2 水関連産業との連携を含む技術開発研究の戦略的推進

日本の水計測技術、水処理技術、シミュレーション技術などは世界でトップレベルにあり、ODA などを通して個別に途上国への適用が行われている。産業界においても、日本が国際競争力をもって海外進出できる可能性が高い重点技術産業のひとつとして、水環境分野を挙げて推進戦略を検討している。しかしながら、現在の地球規模水循環変動研究イニシアティブには、官学の研究者が多数参加しているが、水関連産業界からの参画は極めて少ない。国連のミレニアム開発目標で掲げられている「安全な水へのアクセス」や「適切な衛生施設の整備」への貢献を意図した、品質的にも価格的にも国際競争力を持つ先端的で途上国にも適用できる適正な水計測技術システム、水処理技術システム、水管理技術システム等の開発に産業界が組織的に関われる道を切り開くべきである。また、途上国への技術移転を意図した技術開発については、ODA と連携する仕組みづくりが望まれる。

3.3.3 実践的かつ総合的な「水資源・流域管理」に向けてのアプローチ

水循環の変動によってもたらされる様々な問題に対して、その解決や被害など負の影響の抑制に向けて適切に対処するためには、水循環系の構成要素を好ましい方向へ調整する、実践的かつ総合的な水資源・流域管理（水循環系マネジメント）を確立していく必要がある。

水問題は、水循環変動に含まれる不確実性ならびに問題発生の因果関係すべてを必ずしも明確に特定するのが困難であることのために、その構造を「完全」に理解したうえで、解決に向けての対策や技術を検討することは通常はできない。構造の完全な理解は現実的には不可能である。したがって、2.3.1 節で述べたように、問題の「一定程度」の理解に基づいて、問題に対処すべく何らかの現実的に有効な行動を起こすことになる。これは、「総合的な水資源・流域管理（水循環系マネジメント）」と呼ぶことができよう。

これを実現するには、自然科学や工学技術的な観点からの水循環研究だけではなく、人文社会科学的な立場からのアプローチが必要となる。まず、水循環変動に伴ってどのような問題や災害が生じるかの理解の程度と質を高めることが必要である。観測技術の向上やモデルの開発・改良などによる水循環の自然科学・工学技術的な理解の精度の向上を基礎に、最新の高度情報通信技術を利用して、水循環変動に伴う問題発生の予測のレベルを向上させ、さらに人間社会の要因を含めての災害リスクの推定と評価が求められる。また、流域や地域の住民や利害関係者の水循環への関わりに対する要求をどう把握するか、水循環に関わる情報の開示や共有を具体的にどのように行うか、水循環の調整に関する施設の整備や操作運用について様々な主体がどのように合意を形成するか、といった課題の解決を目指す社会技術的アプローチが必要である。このような研究開発が、水循環の変動の正確な把握や予測と同時に行われて、実際の水循環系を調整する施設の計画・設計や操作・運用を含む具体的なマネジメントが行えることになる。また、それに関わる個別の技術開発や組織・制度設計を円滑に進めることができる。

全ての国や地域あるいは河川流域には、固有の歴史・文化と密接に関わって形成された水に関する「秩序」や制度が存在する。具体的に実効ある水問題への対処を行うには、こ

うした「秩序」の下で実現可能な対策シナリオを構築しなければならない。いわゆる世界の「最先端」の技術や制度を用いることが、当該の地域や流域にとってその時点で最も適した対策となるとは限らず、総合的に判断して「適正な」対策・管理技術を開発・適用していくことが求められ、この判断・選択を的確に進める技術もまた確立していく必要がある。場合によっては、地域や流域の「秩序」の変革～パラダイムシフトを意図的に組織的に進める必要も生じる。したがって、水循環の変動と社会との相互作用の過程で形成されてきた秩序の理解が「総合的な水資源・流域管理」の重要な部分を占めることになる。また、国際河川流域の問題の場合は、国境などの境界を越えた水管理・秩序の枠組みを確立するための方策が必要となってくる。

以上のように、実際の河川流域や問題に関わる地域への適用を視野に入れて、自然科学・工学技術的な水循環の理解に、環境と社会に関わる法学・経済学・社会学・倫理学・行政学・経営学等、人文社会科学的・社会技術的な水循環変動へのアプローチを統合して、「総合的な水資源・流域管理」の早期の確立に資する研究を展開していく必要がある。

そのためには、世界をリードする我が国の自然科学・工学技術的な水循環の理解（観測技術やモデル開発）と一体となって、個別の事例研究（地域・流域研究）を徹底して深めて行く必要がある。上で述べた「臨床的解決」の確立に結びつく「症例」の蓄積である。また、新たに個別の事例研究を積み重ねるだけでなく、これまでに蓄積されてきた知見をも統合し、具体的に一定期間で達成可能な目標を掲げ、複数の研究プロジェクトを組織的に連携させる「フレームワーク・プログラム」を展開する必要がある。

さらに、総合的な水資源・流域管理の確立に向け、各国・各地で現在すでに具体的な課題に取り組んでいる研究者や水管理の政策・実務担当者を有機的に連携して、情報を共有する組織を構築し、新たにこの分野の課題に長期的に取り組む次世代の研究者・実務者を育成すべく、組織的・財政的な支援体制を構築することが重要である。

3.3.4 重点的に取り組むべき課題

これまでの経緯を踏まえ、水循環変動に関わる問題発生の予測やリスク評価と対策・管理に関わる適正な技術の開発に関する研究において、喫緊に重点的に取り組むべき課題を整理すると以下ようになる。

- (1) 水災害リスクの評価と軽減システム：豪雨や早ばつなどの極端事象の生起確率と地球温暖化等の気候変動による影響などの自然側の要因、人口や資産の集積による人間社会側の被災要因、災害防御施設や情報伝達システムなどの防災能力を勘案した水災害リスクの定量的な推定と、実現可能な被害軽減システムの提案に関わる研究。
- (2) 食料生産・農林生態系における適正な水管理：世界の農地・灌漑データベースの開発、農地及び農林生態系における水ダイナミクスの解明と流域水循環へ及ぼす影響の評価、栽培技術の革新及び水管理の組織化と連携した節水技術並びに用排水管理システムの開発、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。
- (3) 地下水の活用と健全性の確保：地下水流動系の新たな観測推定技術、地下水涵養量の面的推定、毒性物質や環境汚染物質の地下流動系における動態のプロセス解明を

含んだ地下水流動・水質モデルの開発、表流水と地下水の組み合わせ利用の検討などを通じた持続可能な地下水利用に関わる研究。

- (4) 国際的に普及可能な適正水処理技術：社会的に受容されるコストと環境負荷削減のバランスがとれた水処理技術や再利用技術の開発と適用条件の系統的な整理、水環境保全に関する社会的パーセプションの調査や効果的な説明などに関する研究。
- (5) 閉鎖性水域・沿岸環境修復：流域汚濁負荷の特定、削減に関する技術、生物・生態系と水環境の相互作用、良好な水域の水・物質循環を実現するための流域施設整備の要素技術や普及のための社会技術などに関わる研究。
- (6) 流域水循環系総合マネジメントと合意形成：水利用（エネルギー開発を含む）、水災害（洪水被害・土砂災害・渇水被害など）、水環境（水質、健康、生物・生態系、景観、汚濁負荷排出ならびに処理など）、流域土地利用など、流域水循環に関わる各要素を総合的に視野に入れ利水者、水面利用者、水防団体、地域住民、NPO、管理主体などのステークホルダーの合意に基づく流域マネジメントを実現するための情報共有、合意形成を含む問題解決型研究。

3.4 水循環分野の多様な個別システムの総合化

水循環は、環境面のみならず、防災、資源、食料、エネルギー、健康等の分野にも横断的に深く関連しており、すでにそれぞれの分野でデータや情報や知識に関するシステムを個別に持っている。したがって、各分野、各地域でつくられてきたシステムの役割を保持しつつ、既存システムの空白や不必要な重複を明らかにし、全体のシステムとして最適化し、その継続的な運用を目指すことが肝要である。「複数システムからなるシステム」、つまり“A System of Systems”は、分化・複雑化する科学、社会の中で、個別システムで得られる便益を人類の福祉に結び付けていくために重要な役割を担う。“A System of Systems”の構築は、既存のシステムを一つの新しい組織に併合して、単一の集中管理型のシステムを構築することではない。個々のシステムは、これまで特定の公共的利益分野や各地域の特徴のある要求に応える形で構築されてきており、それら自体がしばしば「複数のシステムからなるシステム」であることが多い。同時に、分野間、地域間の観測データや情報の相互利用性を高めることによって、単一分野や地域の努力のみでは得られない創造的価値を有する情報を生み出そうというものである。

水を中心として、気候、気象、生物多様性、生態系、農業、健康、災害、エネルギーなど関連する公共的利益分野との連携の下に“A System of Systems”を構築するには、分野間でメリットを共有し、戦略的に進める必要がある。例えば現場観測の測定精度と衛星の空間対象範囲の利点を結合すると、広範囲をカバーしうる精度の高い観測システムが構築される。このメリットを考えると、観測の空白域を埋めるには必ずしも地上観測地点数を増やすのではなく、複数の観測手法の効果的に組み合わせるといふ観測戦略が生まれる。またある分野の観測システムを他の分野の観測目的に利用することにより、相乗効果を得て効果的、効率的な観測が可能になるメリットを踏まえると、例えば、鉛直一次元的な大気観測と農業的土地利用や生態システムの分布の水平二次元的な観測、河川や用排水路のネットワーク観測などの観測を分野間で調整して共同運用する戦略が考えられる。

水関連分野では扱うデータや情報は物理化学的、生物的、社会経済的、文化的など多方面にわたっており、記述形態は異なり、多様で大容量となっている。その中で、必要なデータや情報を、必要なときに必要な形で提供できる機能が必要である。多種多様で膨大な量のデータを適正に格納し、当該公共的利益分野の日常管理に必要なデータを定常的に供給でき、災害時などには特別なデータ要求に対しても即座に対応が可能で、広範囲のユーザに対してそれぞれのニーズに即したスムーズな情報配信機能を有していることが肝要で、このような機能の確立によって、初めて有効な“A System of Systems”が構築される。

以上のように、分野間の協力による統合的な観測を実施し、非均質な情報源からの多様で大容量のデータや情報を分野間で相互に利用して、意思決定に有用な情報を引き出す分野横断型共用システムの構築に向けて、国内においても国際的にもその枠組み作りに早急に着手する必要がある。