

文部科学省

- ・地球観測システム構築推進プラン
- ・データ統合・解析システム

地球観測システム構築推進プラン 概要

経緯

- 第3回地球観測サミット(平成17年)において、全球地球観測システム(GEOSS)構築10年実施計画を策定
- 我が国においては、総合科学技術会議が、「地球観測の推進戦略」(平成16年)をとりまとめ
- 我が国がGEOSSの構築に向けて先導的に取り組むべき課題を「地球観測システム構築推進プラン」により推進
- G8北海道洞爺湖サミット(平成20年)において「気候変動の観測等を強化することにより、国連専門機関の事業を基礎としたGEOSSの枠内の努力を加速化する」との首脳宣言を採択

事業内容

10年実施計画において優先度の高い観測研究であり、日本が適切な国際分担の下に実施することで地球観測システムの構築に大きく貢献する以下の研究を推進。

- 日本が先導して技術革新を行うことにより、その実現が図れるもの
- 日本に直接的な影響のあるアジア・太平洋地域の事象に関する国際的な観測研究であり、海外に十分な観測を行う能力がなく、日本のリーダーシップにより観測ネットワークの形成が可能となるもの
- 特に、現在の気候変動予測では、炭素循環がもたらす温室効果ガス収支へのフィードバックは大きな不確実性を持っていることから、温暖化予測の不確実性を減らすために必要不可欠な、海洋の炭素循環観測の高度化や、生態系観測ネットワーク・モデル構築、海洋生態系を含めた統合観測研究等を強化して推進

プロジェクト

◎地球温暖化・炭素循環観測研究プロジェクト【拡充】



地球温暖化の主要な要因である二酸化炭素の循環の把握等のための新規技術開発、観測研究等

◎水循環・気候変動観測研究プロジェクト【拡充】



水循環・気候変動に重大な影響を及ぼす海洋の観測空白域について、3次元的な統合観測研究と、その成果を活用したデータ同化の改良のための研究開発

◎対流圏大気変化観測研究プロジェクト



対流圏中の物質(オゾン、エアロゾル等)の3次元的な高精度観測技術の開発と気候への影響のモニタリング研究等

※大気中に浮遊する火山灰・黄砂等の微粒子

公募により適切な研究課題・実施機関を選定

◎地球温暖化・炭素循環への対応

- ・海洋二酸化炭素センサー等を活用した、高密度・高精度の二酸化炭素分布図の作成・循環メカニズムの解明
- ・温暖化予測の不確実性要因の減少に寄与

◎水循環・気候変動への対応

- ・我が国を含む各地域の降水観測、海洋の物質循環解明等による気候変動予測能力の向上

◎対流圏大気変化への対応

- ・人間活動等により地表から対流圏に放出される物質が、大気汚染、酸性雨、気候変動に及ぼす影響のグローバル規模でのモニタリングと予測に寄与

★GEOSS構築10年実施計画に謳われた社会・経済的利益の実現

- ★我が国を含むアジア各国に多大の利益
- ★温暖化予測の精度向上・不確実性低減

地球観測システム構築推進プラン(22年度の方向性)

気候変動予測の不確実性の原因と観測・モデリングの現状

- ・温暖化の主要因であるCO₂の海洋による吸収や空間分布・時間的変動、炭素循環に関わる気候フィードバックの理解、生態系を考慮に入れた海洋物理・物質循環メカニズムの解明は、現状では不十分であり、気候変動予測の不確実性の原因となっている。

- ✓「気候-炭素循環のフィードバックにより、2100年には世界平均気温がさらに1℃以上上昇する」(IPCC第4次評価報告書 WG1-SPM)
- ✓「現在までに公開されたモデルには気候-炭素循環のフィードバックの不確実性をきんておらず、また公開された文献が不足している」(同 WG1-SPM)
- ✓「海洋の酸性化が海洋生物圏へ及ぼす影響については、まだ文書で立証されていない」(同 WG2-SPM)

- ・海洋生態系により、海洋表層から深層へ運ばれる炭素量(生物ポンプ)は年間400億トン(CO₂換算、2005年の世界全体の人為的排出量の約1.5倍)と非常に大きい、大気中CO₂濃度増加に伴う海洋酸性化の進行により、どのように変化するか観測は不十分であり、気候に与える影響もよく分かっていない。

- ✓「1750年以降の人為起源の炭素の吸収は、海洋をより酸性化させ、pHは平均で0.1減少した」(同 SYR)
- ✓「海洋の生物地球化学の変化も、例えば二酸化炭素などの放射活性ガスの吸収や排出の変化を通じて、気候システムにフィードバックし得る」(同 WG1-TS)
- ✓「(海洋酸性化による)これらの変化は、CaCO₃で外骨格を形成する海洋生物に影響を与える可能性があるが、海洋中の炭素が生物学的循環に与える正味の影響はよく理解されていない」(同 WG1-TS)

- ・温暖化に伴い、生態系へ与える影響は非常に大きく、人類にも影響を及ぼすおそれ大きい。

- ✓「多くの生態系の回復力は、気候変動等によって、今世紀中に追いつかなくなる可能性が高い」(IPCC第4次評価報告書 WG2-SPM)
- ✓「世界平均気温の上昇が1.5～2.5℃を超えた場合、これまで評価された植物及び動物種の約20～30%は、絶滅するリスクが増す可能性が高い」(同 WG2-SPM)

- ・生態系観測データの統合と、その結果に基づくモデリングは大きい遅れがあり、早急に構築する必要がある。また、生態系分野と他分野(炭素循環等の物理観測)との連携も不十分。
- ・物理環境と生態系・物質循環変動の多階層海洋システムを関連づけて解明することは、温暖化の現況診断や適応策作成、海洋酸性化への対応等に喫緊の課題。
- ・平成22年には生物多様性条約・COP10が名古屋で開催されるなど、日本の生態系への取組みに関する国際的期待は大きい。

海洋生態系を考慮した炭素循環観測とモデル構築

海洋生態系と炭素循環観測強化とモデル構築:

- ・生物ポンプによる炭素輸送量見積り高度化のための、植物プランクトンや動物プランクトンの集中観測
- ・詳細な観測結果に基づく、モデリング
- ・海洋生態系・炭素循環観測に必要な技術開発

- ・海洋中のCO₂の鉛直分布・循環メカニズム解明
- ・モデル有効性の評価に利用可能な、観測データセットの構築
- ・従来のモデルで困難だった季節変動(ブルーム)を詳細に再現可能な、プランクトンの生理に基づく生態系モデル開発

- ・海洋炭素循環の予測精度の向上により、気候変動予測の精度向上・不確実性低減
- ・プランクトンなどの海洋生態系を用いたGeo Engineeringの基礎的な知見を提供
- ・アルゴ搭載可能なCO₂センサー等の開発により、空白域における観測網構築に貢献

生態系観測ネットワーク構築とモデル開発

生態系観測のネットワーク化:

- ・データ利用者のニーズに基づく、これまでの観測データの統合
- ・生態系に関する指標の設定・開発等
- ・生態系観測に関する連携拠点構築

モデリング:

- ・統合データを活用したモデリング
- ・開発したモデルによる影響評価研究の高度化

- ・生態系についての適応策立案・検討のための科学的根拠の提供
- ・定量的なデータベース・指標による客観的な生態系評価基準
- ・連携拠点による今後の観測体制整備

気候変動メカニズム解明のための海洋統合観測

海洋統合観測:

- ・観測船や小型係留ブイ等を活用した海洋物理・物質循環・生態系の統合観測
- ・統合観測のための無人観測機器開発や技術改良
- ・国際計画に基づくキャンペーン観測の実施

- ・生態系を考慮した海洋物理・物質循環メカニズム解明
- ・気候変動に対する生態系変動を介した物質循環の変動とフィードバック解明
- ・大気-海洋相互作用解明
- ・日本付近の漁獲量変化見積り高度化
- ・海洋酸性化の知見蓄積

- ・気候変動モデルの高度化・高精度化(全球および日本付近を対象とした領域モデル)
- ・データ同化によるインパクト実験結果から、最適・効率的な観測網の構築を検討
- ・漁獲資源の変動の把握
- ・日本の最先端技術を移転(科学技術外交の推進)

◎地球温暖化・炭素循環観測研究プロジェクト

地球温暖化の主要な要因である二酸化炭素の循環の把握等のための新規技術開発、観測研究等

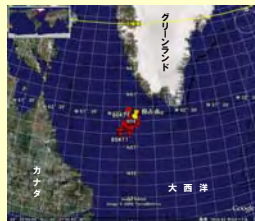
小型漂流ブイに搭載可能なCO2センサーの開発



従来タイプ
(CARIOCAブイ)

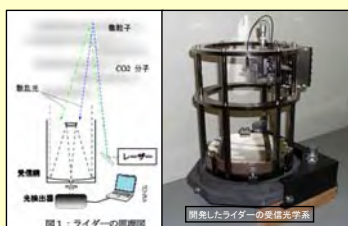


小型化・低価格化
→扱いやすい
普及しやすい

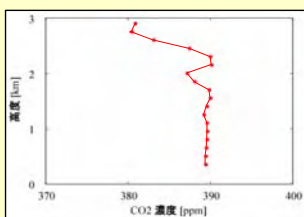


観測空白域であったグリーンランド沖において、漂流ブイによる長期間の無人観測に成功(H20.06～)

世界最高性能の二酸化炭素ライダーの開発



従来は飛行機観測でしか得られなかった大気中のCO₂の鉛直分布を高精度に観測することが可能なライダーを開発。



CO₂高度分布観測の例。
従来より3倍以上の出力のレーザーを開発し、高度2km以下で世界最高の測定精度2%を達成。

◎対流圏大気変化観測研究プロジェクト

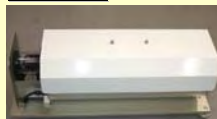
対流圏中の物質(オゾン、エアロゾル※等)の3次元的な高精度観測技術の開発と気候への影響のモニタリング研究等
※大気中に浮遊する火山灰・黄砂等の微粒子

アジアに広く観測網を展開

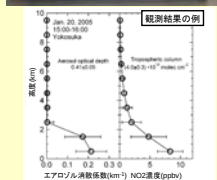


タイやインド、中国など、アジア各国の現地機関と共同して観測を実施。キャパシティ・ビルディングにも貢献。

低コストで自動連続測定可能な観測装置を開発・展開



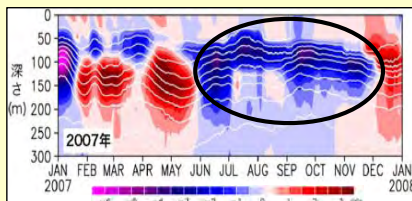
エアロゾルや大気汚染物質である二酸化窒素(NO₂)やオゾン(O₃)の鉛直分布と積算量を同時に観測可能な分光型観測装置を開発。低コストで自動連続観測が可能な当該装置を展開することにより、長期にわたる国際観測網の構築に貢献。



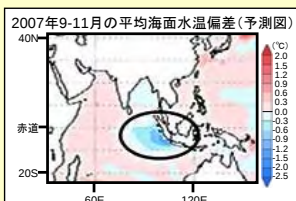
◎アジアモンスーン地域水循環・気候変動観測研究プロジェクト

アジアモンスーン地域の水循環メカニズムの解明に向けた空白域の観測研究や、水環境の把握のための洪水・渇水予測に効果的なモニタリング体制の構築

インド洋ダイポールモードの観測



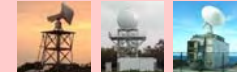
インド洋東部(5° S, 95° E)に設置したブイによる2007年の海水温の平均値からの偏差。6月から11月にかけて水深100m付近で低温偏差が顕著で、同海域で海面水温が平年より低く(青)なる。夏の日本の猛暑の一因であるインド洋ダイポールモード(インド洋版エルニーニョ)の発生を確認した。



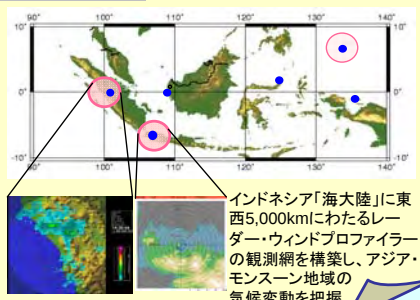
同ブイによる2007年4月までの観測等を基に予測した、2007年9～11月の平均海面水温偏差。同海域で海面水温が平年より低くなるインド洋ダイポールモード発生を予測する事ができた。

インドネシア海大陸レーダーネットワークの構築

気象ドップラーレーダー
(降雨と風の水平分布を連続測定)



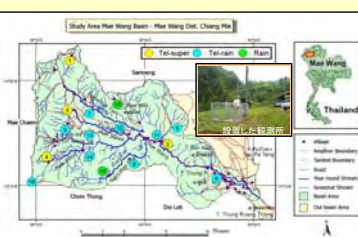
ウインドプロファイラー
(風の鉛直プロファイルを連続測定)



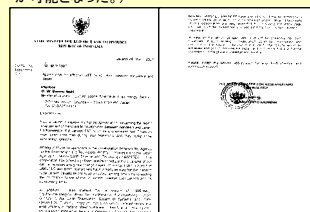
インドネシア「海大陸」に東西5,000kmにわたるレーダー・ウインドプロファイラーの観測網を構築し、アジア・モンスーン地域の気候変動を把握

現地機関と協力し観測体制を整備

→キャパシティ・ビルディングに貢献



(なお、当課題(代表:東京大学 沖教授)はH19年度に終了したが、H20年度からの地球規模課題対応国際科学技術協力事業(政府開発援助(ODA)と科学技術振興機構(JST)との連携による国際共同研究)に採択され、継続的な観測網の維持や、同国への観測・予測体制への能力開発や技術供与が可能となった。)



インドネシア政府のKadiman研究技術大臣から伊吹文部科学大臣(当時)宛に感謝状を受領した(2007年3月)。

☆気候変動予測に結びつく観測結果が得られつつあり、GEOS10年実施計画に貢献
☆今後もさらなる観測網の充実やデータの蓄積が必要

1. データ統合・解析システム 概要

【地球観測データ・予測データの必要性和問題点】

当面する気候変動に対し柔軟に対応するためには、早期に適応策を検討することが重要

気候変動に対する効果的な適応策を立案するためには、
・温暖化等の気候変動による影響評価（地球規模から地域規模へ）
・今後進められる温暖化緩和策による地球・地域環境への影響評価
が必要



○気候変動及び温暖化緩和策の影響評価のためには、観測・予測によるデータの利用が不可欠

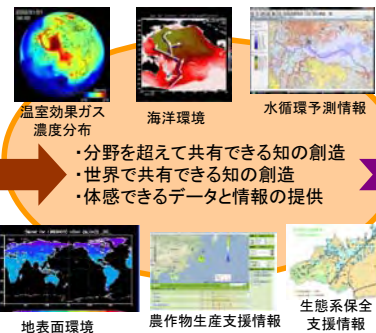
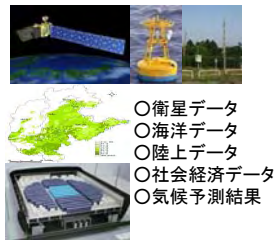
問題点

- 多様な地球観測や気候変動予測研究が行われているが、
- 一取得されるデータが機関や研究者に分散し、他者による利用や統合的利用が困難
- 一気候変動予測モデル間のバラツキによる予測の不確実性の評価が困難
- 一観測手段やセンサー等によってデータの形式は様々であり不統一
- 一特に、衛星観測データや気候変動予測データの容量は膨大で扱いに不便

データ統合・解析システム

多種多様かつ大容量となる観測・予測データを統合的に組合わせて解析することによって、水循環や農業等の分野における気候変動の影響評価や適応策立案に資する科学的情報に変換し提供するためのプラットフォームを世界で初めて実現

影響評価等に必要なデータ



事業官庁による影響評価の取組や適応策立案に大きく貢献する

- 貢献可能な分野例
- 水資源管理
 - 温暖化適応型農水産業
 - 生態系・生物多様性適応策

2. データ統合・解析システム 応用機能開発の成果と活用例

分野	課題名	平成20年度までの成果	活用例
気候変動・地球温暖化	①気候・気象予測情報の高度化	○気候モデルを用いた実験的季節予報システムのプロトタイプ構築 ○CMIP3国際モデル比較実験結果の投入	○農業・水文等に資する短期予測 ○気候変動に伴う影響評価
	②人工衛星データを用いた温室効果ガスとエアロゾルの高次解析データベースの構築	○温室効果ガス（二酸化炭素、メタン）の発生源・吸収源及び移流の推定 ○大気のコールド効果を伴うエアロゾル分布の解析システム構築	○温室効果ガス削減に向けた精緻な情報の提供 ○温暖化予測の高精度化
	③海洋における熱・水・物質循環過程の診断と気候変動に対する影響評価ならびに水産資源データとの融合による応用機能開発	○約35年間におよび高精度海洋再解析データセットの作成 ○気候変動に伴うイカ類等水産資源変動の把握	○気候変動に影響を受ける水産資源管理
水・物質循環と流域圏管理	④地球観測による洪水防御、水資源有効利用のための高度情報の提供	○河川流域スケールの豪雨予測システムの高精度化 ○利根川流域等におけるダム操作最適化システムを含む河川流量モデルの開発 ○CMIP3国際モデル比較実験結果を利用した気候変動に伴う洪水・洪水確率の把握	○豪雨や気候変動等に伴う降雨量変化に対する利水・治水に資する水資源管理
	⑤地球温暖化がグローバルな水循環や水資源管理、水圏系生態系、食料生産に及ぼす影響のアセスメントのための地表面環境データベースの構築	○水循環や食料生産等の現状及び将来把握に資する地表面環境データベースの作成 ○地表面環境データベースの準実時間作成システムの構築	○温暖化に伴う水資源管理、生態系保全、食料生産等の影響評価
	⑥ユーラシア寒冷圏の水循環変動、大気陸面相互作用の解明と将来予測への貢献	○温暖化の影響を強く受けるユーラシア寒冷圏の水循環データベースの作成 ○氷河データベースの構築と氷河面積変動の把握	○温暖化の影響を強く受ける寒冷圏の水循環研究
	⑦アジアモンスーン域における水循環変動の解明とモンスーン変動予測向上への貢献	○モンスーンアジア域における高精度降水量データベースの作成 ○CMIP3国際モデル比較実験結果を利用した温暖化に伴う水蒸気変動の把握	○アジアモンスーン圏の水資源管理
生態系管理	⑧安全な農作物生産管理技術とトレーサビリティシステムの開発	○気象・気候データによる水稻栽培可能性・収量予測モデルの開発 ○Web版水稻栽培予測支援ツールの実装	○温暖化に伴う農作物生産管理
	⑨生物多様性の広域モニタリングの高度化	○侵略的外来種「セイヨウオオマルハナバチ」侵入予測モデルの開発 ○侵入警戒情報のWeb公開	○特定外来生物の防除や生物多様性の保全

3. データ統合・解析システム 気候変動・地球温暖化分野の例

人工衛星データを用いた温室効果気体とエアロゾルの高次解析データベースの構築（今須良一准教授 東京大学）

物質輸送モデルを組み合わせた独自の衛星データ解析システムによって、温室効果気体とエアロゾルに関する高次解析データベースを構築し、二酸化炭素やメタンの発生源・吸収強度を推定するための解析を実施

衛星観測データ

- ・雲頂温度
- ・雲の光学的厚さ
- ・雲組成
- ・雲粒有効半径
- ・地表放射率
- ・雲マスク
- ・巻雲フラグ
- ・海水フラグ
- ・標高
- ・植生指数
- ・土地被覆
- ・土壌水分
- ・衛星軌道

再解析データ

- ・地表気温
- ・水蒸気量
- ・オゾン量
- ・CO₂データ

地上観測データ

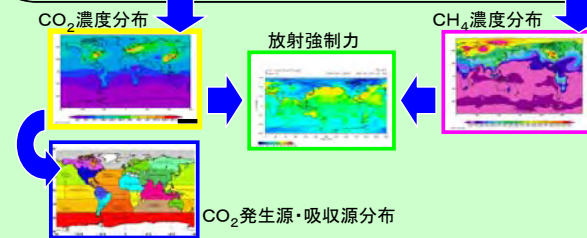
- ・エアロゾルの光学的厚さ
- ・エアロゾル粒径
- ・アルベド

- 衛星データを活用して温室効果気体の全球濃度分布及びエアロゾルの種類・光学特性・放射パラメータを明らかにする
- 物質循環モデルによって、二酸化炭素やメタンの発生源・吸収強度を推定する。

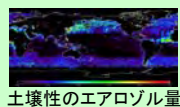
大気大循環モデル（GCM）をベースにした物質輸送モデル
・CCSR/NIES/FRCGC
・NICAM

開発・高精度化

データ統合・解析

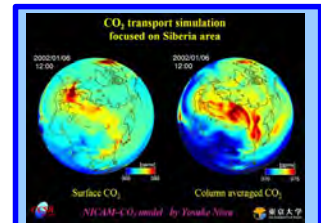


- エアロゾルと雲との微物理過程を解明する。

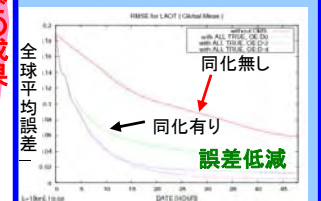


土壌性エアロゾル量

- 種類別（土壌性、硫酸塩、海塩性、炭素性）のエアロゾルデータとモデル計算とを組み合わせるデータ同化手法の開発
- 衛星センサデータを活用した雲粒子径全球分布を算出するための解析研究



CO₂ 輸送計算によって地域別の発生量・吸収量の推定が可能になった。
→ 対策技術の効果の検証に活用できる



エアロゾルの光学的厚さについては、全球平均誤差が低減した。
→ 冷却効果の推定精度の向上に貢献

これまでの成果

4. データ統合・解析システム 水・物質循環と流域圏管理分野の例

洪水防御、水資源有効利用のための高度情報の提供（小池俊雄教授 東京大学）

洪水被害軽減や効率的な水資源利用に資するために、衛星観測データ、気象予報データ、地上レーダ観測データ、河川流量情報、ダム管理情報等から、ダム最適操作システムのプロトタイプを開発し、実河川（利根川等）管理に適用して実証実験を実施

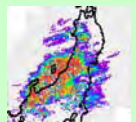
気象予報データ

- ・非静力数値気象モデルARPS
- ・雲水微物理過程モデル

衛星観測データ

- ・マイクロ波放射計 AMSR-E

レーダ雨量観測データ

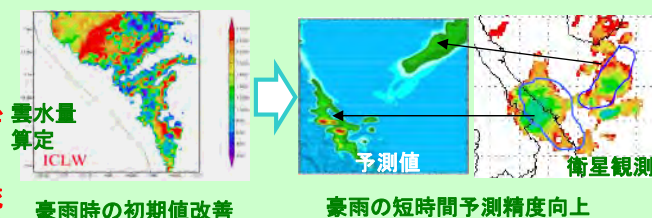


河川流量情報

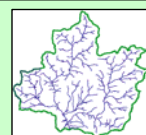
- ・河川流出量
- ・土壌水分量
- ・蒸発発散量
- ・地盤データ
- ・流域斜面の表面流出量
- ・不飽和帯の側面流出量
- ・地下水流出量
- ・ダム管理情報
- ・貯水量
- ・治水・利水容量

- 雲微物理を解像するデータ同化モデルにより、気象予測モデルの初期値を改善
- この初期値を利用し、河川流域の降雨予測を高度化
- 衛星観測データと比較し、降雨予測の精度を評価

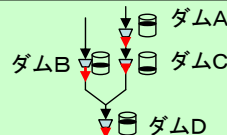
データ統合・解析



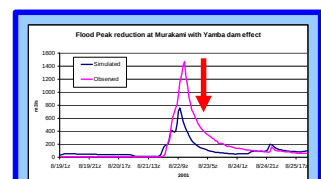
- ダムを含む流出（河川流量）モデルを構築
- 降雨予測の不確実性も考慮した複数ダムの最適操作システムのプロトタイプを開発



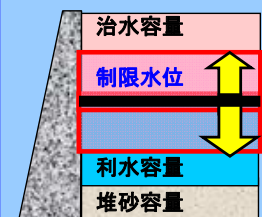
河川流量モデルの構築



ダム最適操作システムの開発



降雨予測から適切にダムを操作することによって下流の洪水流量が軽減



治水と利水の効率的な利用

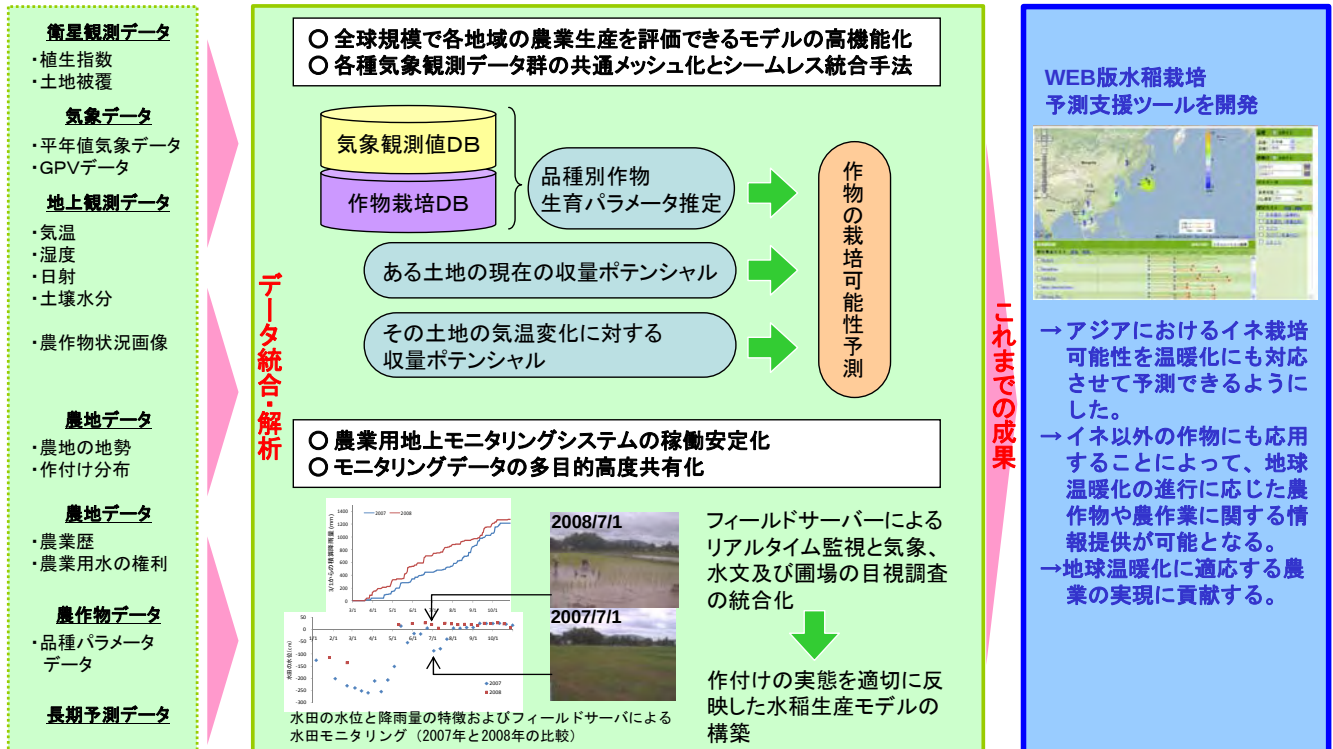
洪水に備えて予め利水容量の一部の水位を下げたり、渇水に備えて治水容量の一部の水位を上げたりすることが可能となる。

これまでの成果

5. データ統合・解析システム 生態系管理分野の例

安全な農作物生産管理技術とトレーサビリティの開発（溝口勝教授 東京大学 他）

農業生産管理支援情報や、地球温暖化による食糧生産への影響等を長期的にも短期的にも、誰でも簡単に知ることができ、政策決定者ばかりでなく農業者の判断のよりどころになるシステムとして実現
安全で安心かつ安定的で高品質な食料供給を求める公共益に供する



6. データ統合・解析システム 国際貢献事例

