

9. クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現

9. クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現

概要

エネルギー・環境制約を克服し、経済成長と温室効果ガスの大幅な排出削減の両立や気候変動への適応等に貢献するため、クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現に向けた研究開発を推進する。

平成30年度要求・要望額 : 50,838百万円
 (平成29年度予算額) : 37,656百万円

※運営費交付金中の推計額含む

再生可能エネルギーや省エネルギー技術の開発等により環境・エネルギー問題に対応

革新的な低炭素化技術の研究の推進



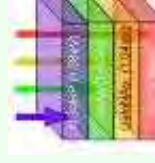
未来社会創造事業 ハイリスク・ハイインパクトな研究開発の推進

「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域 1,210百万円(400百万円)
 戦略的創造推進事業 先端的低炭素化技術開発(ALCA) 5,301百万円(5,116百万円)

「エネルギー・環境イノベーション戦略」等を踏まえ、
2050年の社会実装を目指し、抜本的な温室効果ガス削減に向けた従来技術の延長線上にない革新的なエネルギー科学技術の研究開発を推進するとともに、リチウムイオン蓄電池に代わる革新的な次世代蓄電池やバイオマスから化成品等を製造するホワイトバイオテクノロジー等の世界に先駆けた革新的低炭素化技術の研究開発を推進。



充電中の電気自動車



接合構造太陽電池

徹底した省エネルギーの推進

省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発 1,544百万円(1,253百万円)

電力消費の大幅な効率化を可能とする窒化ガリウム(GaN)等を活用した次世代パワーデバイス、レーザーデバイス、高周波デバイスの実現に向け、理論・シミュレーションも活用した材料創製からデバイス化・システム応用までの次世代半導体に係る研究開発を一体的に推進。



長期的視点で環境・エネルギー問題を根本的に解決

ITER(国際熱核融合実験炉)計画等の実施

31,866百万円(22,529百万円)



実験炉ITER (フランスに建設中)

豊富な資源量
と高い安全性

原発と全く違う燃料(水素の同位体)と原理を活用

○環境・エネルギー問題を根本的に解決するものと期待される核融合エネルギーの実現に向け、科学技術先進国として、以下の国際約束に基づくプロジェクトを計画的かつ着実に実施。

- ・核融合実験炉の建設・運転を通じて、科学的・技術的実現可能性を実証する**ITER計画**
- ・発電実証に向けた先進的研究開発を国内で行う**幅広いアプローチ(BA)活動**

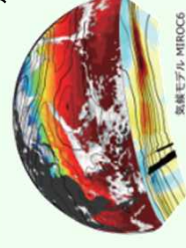


BA活動サイト
(青森県六ヶ所村)

地球観測・予測情報を活用して環境・エネルギー問題に対応

気候変動適応戦略イニシアチブ 1,666百万円(1,412百万円)

気候変動に係る政策立案や具体の対策の基盤となる**気候変動メカニズムの解明や高精度予測情報の創出、ビッグデータを用いて地球規模課題の解決に産学官で活用できる地球環境情報プラットフォームの構築**(データ統合・解析システム(DIAS))、**地域における気候変動適応策の立案・推進に資する将来予測情報等の開発・提供**を一体的に推進。

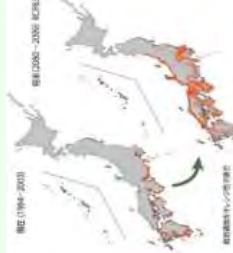


独自のグローバル気候モデル

データ統合・解析システム
(DIAS)



DIAS



温州ミカン栽培適地の将来変化



データ統合・解析

地球観測・予測

適応・緩和策
立案貢献



未来社会創造事業(ハイリスク・ハイインパクトな研究開発の推進) 「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域

平成30年度要求・要望額 : 1,210百万円
(平成29年度予算額 : 400百万円)
※運営費交付金中の推計額

背景・課題

- パリ協定で掲げられた2050年の温室効果ガス大幅削減目標の達成には、現状の削減努力だけでなく世界全体の排出量の抜本的な削減を実現するイノベーションを創出することが不可欠。
- 経済成長と温室効果ガス削減の排出抑制を両立するためには、低炭素化を阻害するボトルネックを克服する革新技術を学界が創出し、産業界へ橋渡しすることによる産業競争力の強化が必要。

【成長戦略等における記載】

- ・ 次世代デバイス、次世代太陽光、次世代地熱、次世代蓄電池、水素(製造・貯蔵・輸送・利用)等の革新的な技術の開発を重点化<未来投資戦略2017(平成29年6月閣議決定)>
- ・ 長期的視野に立って、CO₂排出削減のイノベーションを実現するための中長期的なエネルギー・環境分野の研究開発を、産学官の英知を結集して強力に推進し、その成果を世界に展開していく。
<エネルギー・環境イノベーション戦略(平成28年4月総合科学技術・イノベーション会議)>

事業概要

【事業の目的・目標】

- ・ 2050年の社会実装を目指し、エネルギー・環境イノベーション戦略等を踏まえ、従来技術の延長線上にない革新的なエネルギー科学技術の研究開発を強力に推進。

【事業概要・イメージ】

○ 明確なターゲットの設定

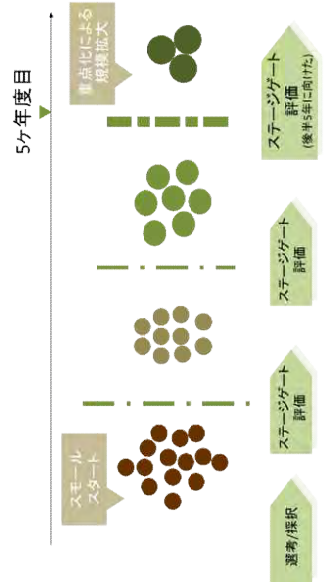
- ・ 2050年の温室効果ガス大幅削減というゴールからバックキャストし、既存技術の延長になく2050年に存在しなければならぬ技術に向けて、今取り組むことが必要な明確なターゲットをトップダウンで設定。

○ スモールスタート&ステージゲート方式の導入

- ・ 採択時には少額の課題を多数採択し研究競争を実施。途中段階でターゲット達成度及び投資可能性判断に基づき厳しい評価により、成績優秀者のみ次のフェーズに移行する仕組みを採用。

○ 優秀な人材による厳しいプロジェクトマネジメント

- ・ ステージゲート評価等に応じた研究費の追加、削減、研究の中止等の厳しいプロジェクトマネジメントを実施。

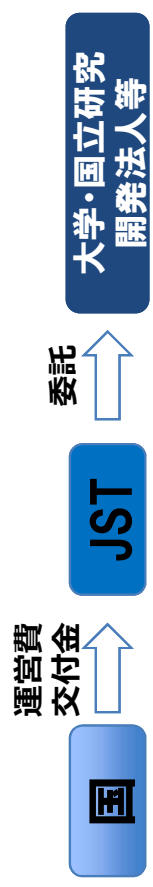


※ 先端的低炭素化技術開発(ALCA)事業の仕組みを発展させ、2050年の温室効果ガス削減に向けた研究開発を未来社会創造事業「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域として推進。

【事業スキーム】

- ✓ 支援対象期間: 大学、国立研究開発法人等
- ✓ 事業規模: 3千万円~5千万円(探索研究)/課題
- ✓ 事業期間: 平成29年度~

研究期間は原則5年間とし、ステージゲート評価を経て本格研究へ移行(さらに最長5年間)。



【研究開発テーマ例】

- ・ エネルギー・環境イノベーション戦略において特定された技術分野も踏まえ、2050年の温室効果ガス大幅削減というゴールに資するテーマを設定。

<テーマ例> 高効率CO₂回収・有効利用技術



溶液を塗布することにより、温度変化に応じたCO₂の吸着・透過を可能とする分離膜を開発

CO₂の大規模排出源からのCO₂の分離・貯留及び貯留されたCO₂を資源化する研究開発を推進。

背景・課題

- 低炭素社会の実現に向けて、産業部門、運輸部門、民生部門において温室効果ガス排出を大幅に削減する革新的な技術の開発が必要。
- パリ協定を踏まえ、日本も2030年度までに2013年度比で26%の温室効果ガス排出削減を目標としている。

【成長戦略等における記載】

次世代デバイス、次世代太陽光、次世代地熱、次世代蓄電池、水素(製造・貯蔵・輸送・利用)等の革新的な技術の開発を重点化<未来投資戦略2017(平成29年6月閣議決定)>

事業概要

【事業の目的・目標】

- 2030年の社会実装を目指し、低炭素社会の実現に貢献する革新的な技術シーズ及び実用化技術の研究開発や、リチウムイオン蓄電池に代わる革新的な次世代蓄電池やバイオマスから化成品等を製造するホワイトバイオテクノロジー等の世界に先駆けた革新的低炭素化技術の研究開発を推進。

【事業概要・イメージ】

○ 実用技術化プロジェクト(革新的技術シーズの発掘含む)

- ・ 2030年の社会実装を目指し、温室効果ガス削減に大きな可能性を有する世界に先駆けた革新的な技術シーズを発掘。
- ・ 要素技術開発を統合しつつ実用技術化の研究開発を加速。

※2050年の温室効果ガスの抜本的削減を目指す革新的エネルギー技術については、本事業の仕組みを発展させた未来社会創造就業「地球規模課題である低炭素社会の実現領域」において研究開発を推進。

○ 特別重点プロジェクト

2030年の社会実装を目指して取り組むべきテーマについて、文部科学省と経済産業省が合同検討会を開催して設定し、産学官の多様な関係者が参画して共同研究開発を実施(「次世代蓄電池研究加速プロジェクト」、「ホワイトバイオテクノロジー」による次世代化成品創出プロジェクト)を実施中)。

次世代蓄電池研究加速プロジェクト
(リチウムイオン蓄電池に代わる新しい蓄電池の研究開発)

リチウムイオン蓄電池の延長線上にはない、全く新しいタイプの蓄電池を開発し、従来のリチウムイオン蓄電池の10倍のエネルギー密度、1/10のコストを目指す。

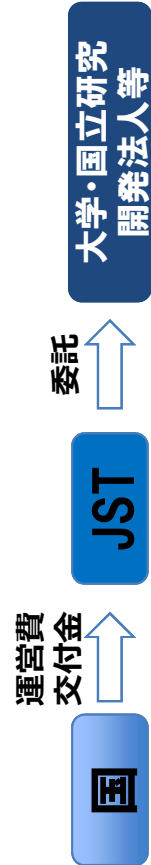


充電中の電気自動車(現在の最大走行距離は約120km)

【事業スキーム】

- ✓ 支援対象期間: 大学、国立研究開発法人等
- ✓ 事業規模: 3千万円~5千万円(革新技術領域) / 課題
- ✓ 事業期間: 平成22年度~平成37年度

研究期間は原則5年間とし、ステージゲート評価を経て「実用技術化プロジェクト」へ移行(さらに最長5年間)。



【これまでの成果】

世界最高強度・最高耐熱のバイオプラスチックを開発

- ・ 天然には微量しか存在しないが、透明かつ高耐熱性、高強度にながながる原料(シナモン系分子)を発見し、これを用いたバイオプラスチックの開発に成功。
- ・ 自動車部品などの金属やガラスを代替する物質として、自動車軽量化等による温室効果ガス削減が期待。



室温形成が可能で軽量なマグネシウム合金を開発

- ・ 自動車の車体等に使われているアルミニウム合金に匹敵する優れた室温成形性と強度を示すマグネシウム合金圧延材を開発。
- ・ 鋼材製造コスト低減を図るとともに、自動車や新幹線の構造部材の軽量化等による温室効果ガス削減が期待。



省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発

平成30年度要求・要望額 : 1,544百万円
 (平成29年度予算額 : 1,253百万円)

背景・課題

- 高電圧・低抵抗で使用でき、大きな省エネ効果が期待される窒化ガリウム(GaN)等の次世代半導体が世界で注目。
- 高品質結晶やデバイス作成の成功により、省エネルギー社会の実現とともに大きな世界市場*の獲得が可能。

* パワーデバイス市場見込み: 2025年に約3.5兆円(2015年の1.3倍) 出典: 2016年版次世代パワーデバイス&パワーエレクトロニクス市場の現状と将来展望(富士経済)

【政策文書における記載(抄)】

- ・ GaN等の革新材料を用いた省エネルギーに資する次世代パワーエレクトロニクスの事業化に向けた革新的な研究開発・技術開発・普及を加速。
 < 未来投資戦略2017(工程表)(平成29年6月閣議決定) >
- ・ 高耐熱周辺部材、高温/高速/高電圧/高電流密度デバイス・モジュールの実装技術が未確立であり、材料・デバイス開発のみならず、パワーエレクトロニクスを装置・システムとして確立する必要がある。経済性を成立させるため、大面積で高品質な、パワーデバイス用半導体ウエハの作成技術の開発が必要。
 < エネルギー・環境イノベーション戦略(平成28年4月総合科学技術・イノベーション会議) >



事業概要

【事業の目的・目標】

- GaN等の次世代半導体を用いたパワーデバイス等の2030年の実用化に向けて、2020年(平成32年)度までの事業期間中に結晶製作製技術を創出するとともにデバイス製作製技術の目的をたてる。

【事業概要・イメージ】

- 理論・シミュレーションも活用した材料創製からデバイス化・システム応用まで、GaN等の次世代半導体の研究開発を一体的に推進。

○ 革新的な省エネを実現するパワーデバイス応用、レーザーデバイス応用に係る研究開発を加速するとともに、平成30年度より新たに、窒化ガリウムの特性を活かした高周波デバイス(無線給電・通信デバイス)応用に係る研究開発を実施。

○ 省エネルギー社会の実現とともに、新たな価値を有した革新的な集積化デバイス・システムを実現し、世界市場の獲得を目指す。

○ 名古屋大学が中核となって立ち上げ、多くの企業が参画するGaNコンソーシアム等を活用して、企業との連携を強化し、実用化に向けた大規模な共同研究を既に開始。

【事業スキーム】

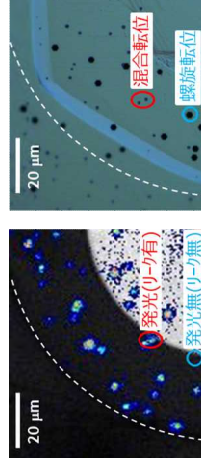
- ✓ 支援対象機関: 大学、国立研究開発法人等
- ✓ 想定事業規模: 2~6億円/拠点・領域
- ✓ 事業期間: 平成28年度~平成32年度



【これまでの成果】

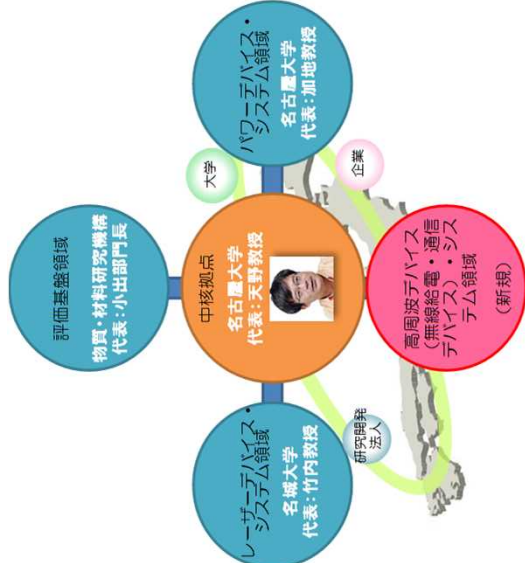
- GaN結晶の成長に悪影響を与える欠陥の種類・分布を世界で初めてほぼ特定するとともに、GaNの結晶成長における反応過程を世界で初めて解明。この成果を基に研究開発を加速。

電流がリークしている混合転位がキラ－欠陥であることを特定



GaN結晶成長過程の解明

原料	従来の方	本事業で解明したプロセス
中間生成物	Ga(CH ₃) ₃	Ga(CH ₃) ₃
生成物	(CH ₃) ₂ GaNH	Ga(ガス)
計算手法	GaN	GaN
	第一原理計算(フノレベル解析)と流体分子解析(マクロレベル解析)	熱力学解析(フノレベル解析)と流体分子解析(マクロレベル解析)



ITER(国際熱核融合実験炉)計画等の実施

背景・課題

- 核融合エネルギーは
- **燃料となる資源が海中に豊富に存在**し、少量の燃料から膨大なエネルギーが発生すること
- 連鎖反応でエネルギーを発生させるものではないため、燃料の供給を止めるとすみやかに反応が停止するという**固有の安全性を有すること**
- 地球温暖化の原因となる**二酸化炭素を発生しないこと**等の特徴を有していることから、将来のエネルギー源として、その実現が期待されている。

目的

エネルギー問題と環境問題を根本的に解決するものと期待される核融合エネルギーの実現に向け、**国際約束に基づき、核融合実験炉の建設・運転を通じて科学的・技術的実現可能性を実証するITER計画**及び**発電実証に向けた先進的研究開発を国内で行う幅広いアプローチ(BA)活動**等を計画的かつ着実に実施。

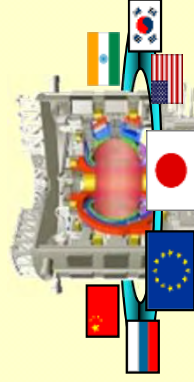
ITER計画

平成30年度要求・要望額：23,970百万円(16,080百万円)

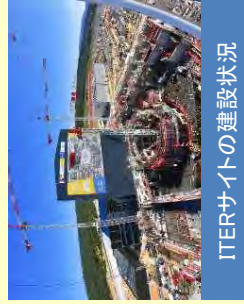
- 協定：2007年10月24日発効
 - 参加極：日、欧、米、露、中、韓、印
 - ④ 各局の費用分担(建設期)：
 欧州、**日本**、米国、ロシア、中国、韓国、インド
 45.5% **9.1%** 9.1% 9.1% 9.1% 9.1% 9.1% 9.1%
- ※各極が分担する機器を調達・製造して持ち寄り、ITER機構が全体を組み立てる仕組み

- 計画：運転開始：2025年12月
核融合運転：2035年12月

- 成果：ITERサイトの建設状況が進捗するとともに、超大型で高性能の超伝導コイルの実機製作が進むなど、機器製作が着実に進展



実験炉ITER
(フランスに建設中)



ITERサイトの建設状況



超伝導コイル

- ITER機構の活動(分担金) 4,653百万円(4,481百万円)
- 量子科学技術研究開発機構(QST)におけるITER機器の製作や試験、人員派遣等(補助金) 19,317百万円(11,598百万円)

※超伝導コイルの全実機製作を進めるとともに、その他の主要機器についても実機製作を継続

【閣議決定文書における記載】

- 国際協力で進められているITER計画や幅広いアプローチ活動を始めとする核融合を長期的視野にたつて着実に推進する「エネルギー基本計画」(平成26年4月11日閣議決定)
- 将来に向けた重要な技術である核融合等の革新的技術、核燃料サイクル技術の確立に向けた研究開発にも取り組む「科学技術基本計画」(平成28年1月22日閣議決定)
- 超長期的視点において重要な技術である核融合、宇宙太陽光発電等の技術の研究開発を推進する「科学技術イノベーション戦略2017」(平成29年6月2日閣議決定)

平成30年度要求・要望額
(平成29年度予算額)

：31,866百万円
：22,529百万円

BA活動等

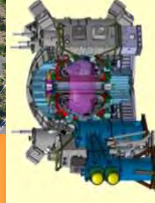
平成30年度要求・要望額：7,896百万円(6,450百万円)

- 協定：2007年6月1日発効
- 実施極：日、欧
- 実施地：青森県六ヶ所村、茨城県那珂市
- 計画：2020年3月まで
(2020年以降の活動については日欧両極で協議中)
- 実施プロジェクト
- ① 国際核融合エネルギー研究センター事業
- ② 核融合中性子源用原型加速器の建設と実証
- ③ 先進超伝導トカマク装置(JT-60SA)の建設と利用

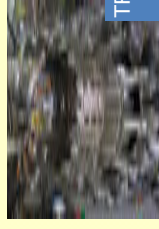
- 成果：高性能加速器の据付・調整やJT-60SAの建設等が順調に進展



BA活動サイト
(青森県六ヶ所村)



JT-60SA



TFコイル組立てが進む
JT-60SA本体



核融合中性子源用
原型加速器

- 量子科学技術研究開発機構(QST)におけるITER計画の補完・支援及び核融合原型炉に必要な技術基盤の確立に向けた先進的研究開発等(補助金) 2,503百万円(1,860百万円)
- ・ 国際核融合エネルギー研究センター事業 498百万円(422百万円)
- ・ 核融合中性子源用原型加速器の建設と実証
- ・ 先進超伝導トカマク装置(JT-60SA)の建設と利用 4,895百万円(4,168百万円)

※その他、核融合科学研究所における大型ヘリカル装置(LHD)計画(国立大学法人運営費交付金等に別途計上)を実施

気候変動適応戦略イニシアチブ

平成30年度要求・要望額 : 1,666百万円
 (平成29年度予算額 : 1,412百万円)

背景・課題

- 平成28年11月の「パリ協定」発効等を踏まえ、具体の温室効果ガスの削減取組や、気候変動による影響への適応等の対策を推進することが強く求められている。
- また、我が国独自で蓄積する世界最大級の地球環境ビッグデータ(衛星観測情報・気候予測情報等)を有効に活用し、気候変動等の国内外の地球規模課題の解決に貢献する必要がある。

【第5期科学技術基本計画(平成28年1月閣議決定)における記載(抄)】

- ・ 地球規模での温室効果ガスの大幅な削減を目指すとともに、我が国のみならず世界における気候変動の影響への適応に貢献する。
- ・ 気候変動の監視のため、地球環境の情報ビッグデータとして捉え、気候変動に起因する経済・社会的課題の解決のために地球環境情報プラットフォームを構築する。

【参考：パリ協定の主な内容】

- ・ 気温上昇を産業革命以前比2°Cより十分低く保つとともに、1.5°Cに抑える努力を追求。
- ・ 気候変動への適応能力の向上、強靱性の強化。



事業概要

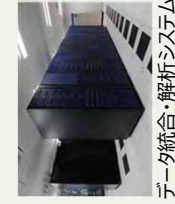
【事業の目的・目標】

- 気候変動に係る政策立案や具体の対策の基盤となる気候変動メカニズムの解明や高精度予測情報の創出を推進する。
- 地球環境ビッグデータを用い、地球規模課題の解決に産学官で活用できる「地球環境情報プラットフォーム」を構築する。
- 地方公共団体等における適応策立案・推進を支援するため、汎用的に活用可能な将来予測情報等の創出・提供等を行う。

【事業概要・イメージ】* 以下3事業を連携して実施



事業概要	統一的気候モデル高度化研究プログラム 《平成29～33年度》	地球環境情報プラットフォーム構築 推進プログラム 《平成28～32年度》	気候変動適応技術社会実装プログラム 《平成27～31年度》
要求・要望額等	646百万円(582百万円)	590百万円(400百万円)	430百万円(430百万円)
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全ての気候変動対策の基盤となる気候モデルの高度化、気候変動メカニズムの解明、気候変動予測情報を創出。 ・ IPCC(気候変動に関する政府間パネル)やG7作業部会等へのインプットを通じて国際的な気候変動に関する議論をリードするとともに、国内外における具体の気候変動対策に活用。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 世界最大級の地球環境ビッグデータをDIAS上で蓄積・統合解析。GEO(地球観測に関する政府間会合)やIPCC等を通じた国際貢献、学術研究の場面への利活用を一層推進。 ・ 企業等の活用を推進するため、ニーズを踏まえた運用体制構築や水資源分野等の具体的な課題解決に向けた共同研究等を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地方公共団体の参画を得て、実際のニーズを踏まえた、防災・農業等の適応策立案・推進に汎用的に活用可能な近未来の超高解像度気候変動予測情報等を開発。 ・ 研究開発成果を地方公共団体等に提供。地方公共団体における適応策立案・推進を積極的に支援。
主な成果 (一部前身事業の成果を含む。)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ IPCC等において、開発した気候モデルが世界一活用され、また論文被引用が増加。 ✓ 創出した気候変動リスク情報が環境省報告書に活用されるなど、国内の適応策立案の基盤として活用。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DIASユーザー数が3年で5倍になるなど、利用者・利用範囲が国内外で拡大。 ✓ 平成29年5月末に発生したスリランカ洪水の復旧計画の策定等にDIASを活用するなど国際貢献に活用。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 7つのモデル自治体の参画を得て、簡便なデータセットの第一版を作成。モデル自治体における試用を開始。
事業スキーム	支援対象機関: 大学、国立研究開発法人等	大学、国立研究開発法人等	大学、国立研究開発法人等



データ統合・解析システム (DIAS)



温州ミカン栽培適地の将来変化