

や自動車等の革新的な高効率化、省エネルギー化、長寿命化、安心・安全化に寄与する鉄鋼材料及び鋼構造体の高機能化に関する研究開発を実施した。

② 製造プロセスの基盤技術に関する開発

軽量・高強度等の特徴を活かし、航空機や自動車等の構造材料として今後大幅な需要拡大が期待されている炭素繊維について、大学や炭素繊維メーカー等と連携し、二酸化炭素排出など環境負荷の低減と生産効率の大幅向上を両立させた、従来と全く異なる製造プロセスの基盤技術の開発を実施した。

③ 半導体技術に関する開発

半導体技術については、10nm台の半導体微細加工・製造技術を実現する次世代EUV（極端紫外線¹）露光システムに必要な評価基盤技術、新材料・新構造による半導体の超低電力化技術、半導体に不揮発性素子を組み込むことによって、データ処理が必要なときだけ電力を消費するノーマリーオフコンピューティング基盤技術、半導体デバイスの三次元集積化技術等の研究開発を実施している。

④ 組込みシステムに関する開発

我が国の産業競争力の源泉である組込みシステムについて、信頼性・安全性の確保のために、欧州で標準化の検討が進む機能安全規格に対応した開発ガイドラインの策定や制御基盤ソフトウェアの開発・評価、検証ツールの開発・評価等を支援している。

⑤ データセンタの省エネ技術に関する開発

クラウドコンピューティング²時代の中心となるデータセンタの省エネ技術開発を進めるため、個別のデバイスや機器の研究開発に加え、「グリーンITプロジェクト」として、グリーン・クラウドコンピューティング技術の開発、次世代パワーデバイス開発等を実施した。

⑥ 省・脱レアアース・レアメタル支援

ハイブリッド自動車や電気自動車の駆動用モーター、エアコンのコンプレッサー等の次世代環境適応製品に必要なレアアースについては、中国による輸出枠の縮小や価格高騰、中国国内価格と輸出価格に大きな差が生じる内外価格差問題が顕著になっている。この問題に対し、経済産業省としては平成22年度の補正予算を活用したレアアース総合対策に続き、平成23年度第3次補正予算を活用し、供給リスクが高いレアアースであるジスプロシウム³を中心に、短期的に極限まで使用量を削減し、最終製品に実装可能な技術開発を支援するとともに、モーターに使われる磁石の代替等の支援を実施している。中長期的な取組としては、平成19年度より希少金属代替材料開発プロジェクトを実施しており、希少金属の機能を、より豊富に存在する資源に代替、あるいは使用量を大幅に削減する技術開発を支援している。

¹ 波長13.5nmの紫外線。次世代半導体光リソグラフィ短波長光として期待されている。

² ネットワーク経由でITリソースを事業者が提供する形態

³ 耐熱性向上成分としてハイブリッド・電気自動車のモーターやエアコンのコンプレッサー等に使用される高性能ネオジム磁石に添加されるレアアース

⑦ イノベーション拠点に関する支援

企業等においてこれまでに実施されてきた研究開発の成果の実用化に向け、実証研究、試作品製造又は性能・安全性評価等に必要な設備等の整備又は開発に対する支援を行う「イノベーション拠点立地推進事業」を実施している。

⑧ 中小企業における研究開発の促進に向けた取組

中小企業における研究開発を促進する観点から、「中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律」（平成18年法律第33号）に基づく認定を受けた中小企業の研究開発計画（特定研究開発等計画）について、研究開発の実施を委託する「戦略的基盤技術高度化支援事業」や、日本政策金融公庫による低利融資等を実施するとともに、特定研究開発等計画の成果に係る特許料等の軽減を行い、中小企業の鋳造、鍛造、切削加工、めっき等のものづくり基盤技術の高度化を支援した。

(2) 我が国の強みを活かした新たな産業基盤の創出

近年、機械や自動車、電機等の最終製品の国際競争が激化する中、新たな付加価値の創出に向けて、次世代交通システム、スマートグリッド等の統合的システムの構築や、保守、運用までも含めた一体的なサービスの提供に向けた研究開発を、実証実験や国際標準化と併せて推進するとともに、これらの海外展開を促進している。また、サービス産業の生産性の向上に向けて、科学技術を有効に活用するための研究開発等の取組を推進している。さらに、新産業の創出とともに、経済社会システム全体の効率化を目指し、次世代の情報通信ネットワークの構築、信頼性の高いクラウドコンピューティングの実現に向けた情報通信技術に関する研究開発を推進し、これらの幅広い領域での利用、活用を促進している。

総務省では、安全運転支援システムの実用化に向け、700MHz帯の電波を用いて車車間・路車間通信等を行う高度道路交通システムの技術基準の策定を行うとともに、歩行者等の安全確保に向け、電波を用いた車載レーダの高度化に関する研究開発等を実施している。また、スマートグリッドに関して、ビルエネルギー管理システム（BEMS）や家庭エネルギー管理システム（HEMS）の実現に関連するICTの実証実験を行い、地域等への具体的な導入効果の検証を行うとともに、地域レベルでエネルギー利用の効率化を実現するために必要な通信インターフェース標準の導入を支援し標準化活動を推進している。さらに、情報通信研究機構が平成23年4月より運営している新世代通信網テストベッド（JGN-eX¹）により、ICT人材育成、産業活性化、我が国の国際競争力の向上、国際連携の強化等を目的として、新世代ネットワーク技術や新しいアプリケーションなどの研究開発・実証実験を推進している。

経済産業省では、経済社会システム全体の効率化に向けた研究開発を推進している。スマートコミュニティの構築に向けて、全国4地域で大規模な実証事業を、これらの実証を補完する観点から、地域資源を活用し、地域に根ざした実証事業を全国7地域で開始し、スマートグリッド関連技術の開発を実施している（第2部第2章第2節1（1）参照）。また、クラウドコンピューティングの信頼性向上及び新サービスの創出に向けて、医療、交通、社会基盤、コンテンツ等の各分野において、産業の高次化の実現に向けた実証事業を行うとともに、信頼性及び生産性向上技術、信頼性評価指標、必要となる大量データ処理・分析技術、データ匿名化技術等の開発を実施した。

¹ Japan Gigabit Network-eXtreme

第2-3-5表 我が国の産業競争力の強化のための主な施策（平成23年度）

府 省 名	実 施 機 関	施 策 名
総務省	本省	移动通信システムにおける周波数の高度利用に向けた要素技術の研究開発
		未利用周波数帯への無線システムの移行促進に向けた基盤技術の研究開発
		ホワイトスペースにおける新たなブロードバンドアクセスの実現に向けた周波数高度利用技術の研究開発
		周波数有効利用に資する次世代宇宙通信技術の研究開発
		周波数逼迫対策技術試験等の実施に必要な経費
	情報通信研究機構	ネットワーク基盤技術の研究開発
文部科学省	科学技術振興機構	研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）
経済産業省	本省	イノベーション実用化助成事業
		環境・医療分野の国際研究開発・実証プロジェクト
		イノベーション拠点立地推進事業
		組込みシステム基盤技術開発事業
		次世代高信頼・省エネ型IT基盤技術開発・実証事業
		低炭素社会を実現する超軽量・高強度革新的融合材料プロジェクト（NEDO交付金以外分）ナノ材料の安全・安心確保のための国際先導
		石油精製物質等の新たな化学物質規制に必要な国際先導の有害性試験法の開発
	産業技術総合研究所	戦略的基盤技術高度化支援事業
		ナノレベルで機能発現する材料、多機能部材
		産業の国際展開を支える計量標準
		ナノエレクトロニクスのオープンイノベーションの推進
	新エネルギー・産業技術総合開発機構	デバイスの高機能化と高付加価値化技術
		先導的産業技術創出事業、先導的省エネルギー産業技術創出事業、先導的非化石エネルギー産業技術創出事業
		異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト
		高出力多波長複合レーザー加工基盤技術開発プロジェクト

3 地球規模の問題解決への貢献

（1）地球規模問題への対応促進

我が国の科学技術水準は、これまでの振興策により、世界的にも高くなった。大学や公的研究機関、産業界、さらには諸外国や国際機関と連携、協力し、地球規模で発生する様々な問題に対応した研究開発などの施策を重点的に推進している。

中でも大規模な気候変動に関して、全球での観測や予測、影響評価を推進するとともに、大規模な自然災害等の対策に関する研究開発を推進している。また、資源やエネルギーの安定供給に向けて、新たな資源、エネルギーの探査や循環的な利用、代替資源の創出に関する研究開発等を推進している。さらに、新興・再興感染症に関する病原体の把握、予防、診断、治療に関する研究等を推進している。

① 気候変動に関する研究開発

（i）地球観測等の推進

地球温暖化の状況等を把握するため、世界中の国や機関により、人工衛星や地上、海洋観測等による様々な地球観測が実施されている。気候変動問題の解決に向けた全世界的な取組を一層効果的なものとするためには、国際的な連携により、それらの観測情報を結び付け、さらに、統合・解析を行うことで、各国における政策決定等の基礎としてより有益な科学的知見を創り出すと

もに、その観測データ及び科学的知見を各国、各機関が容易にアクセスし入手することができる複数のシステムから成る国際的なシステム（＝全球地球観測システム（GEOS¹））を構築することが重要である。GEOSの構築を推進する国際的な枠組みとして、地球観測に関する政府間会合（GEO²）が設立され、155の国及び機関が参加しており、我が国はGEOの執行委員国の一つとして、主導的な役割を果たしている。

a) 人工衛星等による観測

人工衛星による地球観測は、広範囲にわたる様々な情報を繰り返し連続的に収集することができる極めて有効な観測手段であり、地球環境問題の解決に向けて、国内外の関係機関と協力しつつ総合的に推進している。

2009年（平成21年）1月に打ち上げられた温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT³）は、地球温暖化対策の一層の推進に貢献することを目指して、全球の温室効果ガス濃度分布とその変化を測定し、温室効果ガスの吸収排出量の推定精度を高めるために必要な全球観測を行っており、これまでに二酸化炭素及びメタンの全球の濃度分布や、その季節変動を明らかにするなどの成果を上げている。また、国立環境研究所ではGOSATの定常処理システムの運用（データの処理・提供とデータ検証）を行っている。

このほかにも宇宙航空研究開発機構では、陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）（平成23年5月に運用終了）による観測を実施し、途上国の森林減少・劣化に由来する温室効果ガス排出の削減（REDD+⁴）に関する研究などを行っている。また、米国熱帯降雨観測衛星（TRMM）に搭載した我が国の降雨レーダ（PR）や米国地球観測衛星（Aqua）に搭載した我が国の改良型高性能マイクロ波放射計（AMSR-E）（平成23年10月に運用終了）などから取得したデータの処理、提供を行っている。さらに、気候変動予測精度の向上等への更なる貢献のため、平成24年度に打上げ予定の水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W）をはじめ、降水、雲・エアロゾル、植生などの地球環境に関する全球の多様なデータの収集及び提供を行う地球観測衛星やセンサの研究開発を行うなど、人工衛星を活用した地球観測を推進している。

また、環境省では、関係府省、機関と連携して、気候変動とその影響の解明に役立てるため、全球的な炭素循環に関する観測を推進している。具体的には、GOSATによる全球の二酸化炭素及びメタンの観測技術の開発に加え、航空機・船舶による観測、森林等における観測を継続的に実施している。



温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）

提供：宇宙航空研究開発機構

¹ Global Earth Observation System of Systems

² Group on Earth Observations

³ Greenhouse gases Observing SATellite

⁴ Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation - plus

b) 電磁波センシングによる観測等

総務省では、情報通信研究機構において、天候等にかかわらず災害発生時における被災地の地表状況を随時・臨機に把握可能な航空機搭載合成開口レーダー（P i - S A R 2）、突発的局所災害の観測及び予測に有効な次世代ドップラーレーダー技術の研究開発を推進している。また、国際宇宙ステーションの我が国の実験棟「きぼう」のばく露部に搭載された超伝導サブミリ波リム放射サウンダ（S M I L E S¹）を開発した。さらに、地球圏宇宙空間の電磁環境及び電波利用に関する研究開発を実施しており、特に、アジア・オセアニア域を中心とした国際的な基盤を立ち上げ、宇宙・地球環境観測データの収集・管理・解析・配信を統合的に行ったほか、観測・センシング技術及び数値計算技術を高度化し、大規模データを処理するための宇宙環境インフォマティクス技術²の開発を進めている。

c) 地上、海洋観測等

文部科学省と気象庁は、全世界の海洋の状況をリアルタイムで監視・把握するため、国際協力の下、世界の海洋を常時観測する高度海洋監視システム（アルゴ計画）の維持に取り組んでいる。この計画は、海面から深さ2,000mまでの間を自動的に浮き沈みしながら水温・塩分を観測し、そのデータを衛星を経由して通報する観測機器（アルゴフロート）を全世界の海洋に3,000個投入することによって、常時全海洋を観測するシステムを構築するものである。

気象庁では、温室効果ガスの状況を把握するため、国内の3観測地点及び南極昭和基地で大気中の温室効果ガスの観測を行っているほか、海洋気象観測船による北西太平洋の洋上大気や表面海水中の温室効果ガス観測や、航空機による上空の温室効果ガスの観測を行っている。これらを含めた地球温暖化に関する観測データは、解析結果とともに公開している。また、国内の4観測地点及び南極昭和基地でオゾン層・紫外線の観測を実施している。

このほか、気象庁は、船舶、アルゴフロート、衛星等による様々な観測データを収集・分析し、地球環境に関連した海洋変動の現状と今後の見通し等に関する情報発表を行っている。

(ii) 気候変動適応に資する研究の推進

気象庁気象研究所では、エアロゾルが雲に与える効果、オゾンの変化や炭素循環なども表現できる温暖化予測地球システムモデルを構築し、気候変動に関する10年程度の近未来予測及びIPCCの排出シナリオに基づく長期予測を行っている。また、日本特有の局地的な現象を表現できる分解能を持った精緻な雲解像地域気候モデルを開発して、空間的にきめ細かな領域温暖化予測を行っている。

環境省では、地球温暖化の実態を解明し、科学的知見を踏まえた一層適切な行政施策を講じるため、環境研究総合推進費³等を活用し、現象解明、将来予測、影響評価及び対策に関する研究を総合的に推進している。環境研究総合推進費では、

- ・地球温暖化により世界や日本の気候が今度どのように変化するのか、より正確で分かりやすい形で国民各層及び国際社会に対して提供することを目的とする、「地球温暖化に係る政策支

1 Superconducting subMillimeter-wave Limb-Emission Sounder：大気の上（リム）の方向にアンテナを向け、超伝導センサを使った高感度低雑音受信機を用いて大気中の微量分子が自ら放射しているサブミリ波（300GHzから3,000GHzまでの周波数の電波をサブミリ波という。このうち、SMILESでは、624GHzから650GHzまでのサブミリ波を使用している）を受信し、オゾンなどの量を測定する。

2 宇宙環境に関するシミュレーションや観測から生成される大規模かつ多種多様なデータを処理し、情報を抽出するための技術

3 環境問題が人類の生存基盤に深刻かつ重大な影響を及ぼすことに鑑み、様々な分野における研究者の総力を結集して学際的、国際的な観点から総合的に調査研究及び技術開発を推進し、もって持続可能な社会構築のための環境保全に資することを目的とした政策指向型の競争的研究資金

援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究」(平成19年度～23年度)

- ・世界の気温上昇を工業化以前と比較して2℃以内に抑えるという目標を達成するために考えられるアジア地域における低炭素社会像を描き、その実現に向けたロードマップを作成することを目的とする、「アジア低炭素社会に向けた中長期的政策オプションの立案・予測・評価手法の開発とその普及に関する総合的研究」(平成21年度～25年度(予定))
- ・我が国やアジアにおける温暖化の影響を詳しく予測し、適応策により悪影響を回避・緩和することで安全・安心な気候変動適応型社会を実現することを目的とする、「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」(平成22年度～26年度(予定))

等を実施した。

農林水産省では、気候変動に対応した循環型食料生産等の確立を図るため、温室効果ガスの排出削減・吸収機能向上技術の開発、低投入・循環型農業の実現に向けた生産技術体系の開発、アジア地域熱帯林の森林減少・劣化対策支援システムの開発、温暖化の進行に適応した農林水産物の生産安定技術・品種の開発を推進した。

国土技術政策総合研究所では、気候変動下における大規模水害に対する水災害リスクの低減のため、様々な種類の河川流域ごとに最適かつ実践的な適応策の選択・実行に用いる基盤技術確立するための検討を行っている。

② 資源やエネルギーの安定供給に向けた研究開発等

政府では、資源やエネルギーの安定供給に向けて、新たな資源、エネルギーの探査や循環的な利用、代替資源の創出に関する研究開発等を推進している(第2部第2章第2節1(1)、(3)、第2部第3章第1節1(2)参照)。

③ 新興・再興感染症に関する研究等

文部科学省及び厚生労働省では、新興・再興感染症に関する病原体の把握、予防、診断、治療に関する研究等を推進している(第2部第2章第3節1(1)参照)。

第2-3-6表／地球規模の問題解決への貢献のための主な施策(平成23年度)

府 省 名	実 施 機 関	施 策 名
総務省	情報通信研究機構	電磁波センシング基盤技術の研究開発
文部科学省	本省	感染症研究国際ネットワーク推進プログラム
厚生労働省	本省	新型インフルエンザ等新興・再興感染症研究事業
経済産業省	産業技術総合研究所	地圏の資源のポテンシャル評価
		地質分野に関する国際研究協力の強化、推進
国土交通省	国土技術政策総合研究所	気候変動下での大規模水災害に対する施策群の設定・選択を支援する基盤技術の開発

4 国家存立の基盤の保持

我が国が国際的な優位性を保持し、安全な国民生活を実現していくためには、国自らが長期的視点に立って、継続的に、広範囲かつ長期間にわたって国家存立の基盤に関わる研究開発を推進し、成果を蓄積していく必要がある。

(1) 国家安全保障・基幹技術の強化

情報収集や通信をはじめ、国の安全保障や安全な国民生活の実現などにもつながる宇宙輸送や衛星開発及び利用に関する技術、地震や津波等の早期検知に関する技術、独自のハイパフォーマンスコンピューティング技術等の研究開発を推進している。

また、原子力に関する研究開発については、東電福島第一原発の事故を踏まえ、原子力災害からの復興に向けた取組に重点を置くとともに、我が国の原子力政策見直しの議論の方向性を見据えつつ、必要な取組を実施している。さらに、情報（サイバー）、海洋分野等の極めて高度、かつ複雑な技術システムに事故あるいはトラブルが発生した場合の国としての対応や、人々の生活の安全に資する研究開発等を推進している。

① 宇宙輸送システムや人工衛星などに係る宇宙開発利用

我が国の総合的な安全保障や宇宙活動の自律性を維持するためには、必要なときに必要な衛星等を宇宙空間の所定の位置に輸送する能力を独自に確保することが重要である。また、災害監視、地球観測、通信・放送、測位などに人工衛星を活用することは、広域性、同報性、対災害性などの面で多くの利点があり、安全な国民生活の実現に大きく貢献すると期待される。「宇宙基本計画」（平成21年6月宇宙開発戦略本部決定）においては、これら宇宙輸送や衛星開発及び利用に関する技術を国家存立の基盤に関わる研究開発と位置付け、強力に推進するとされている。これら宇宙輸送システムや人工衛星は巨大システム技術であるため、その技術力の向上自体が産業の高度化や社会経済の発展にもつながるものである。

(i) 宇宙輸送システム

我が国の宇宙輸送技術については、平成23年度に基幹ロケットであるH-IIAロケット19号機、20号機の打上げに連続で成功し、初期20機における打上げ成功率としては世界最高水準となる95%（20機中19機）を達成、世界の主要ロケットに比肩する高い信頼性を獲得した。また、現在は今後の小型衛星需要に機動的かつ効率的に対応するため、小型固体ロケットの開発を推進中である。

(ii) 通信放送衛星システム、測位衛星システム、衛星観測監視システム

通信放送衛星システムについては、総務省と文部科学省の連携により、大型衛星バス技術、大型展開アンテナ技術、移動体衛星通信技術等の開発・実証を目的とした技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」（ETS-VIII¹）や、ギガビット級の衛星インターネット通信技術等の開発・実証を目的とした超高速インターネット衛星「きずな」（WINDS²）による実験を実施している。

測位衛星システムについては、総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省の連携により、山間地、ビル影等に影響されずに高精度測位等を行うことが可能な準天頂衛星初号機「みちびき」による実証実験を実施している。

衛星観測監視システムについては、陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）を運用し、東日本大震災をはじめとする大規模自然災害の被災地の観測や防災機関等への観測画像の提供を行った。「だいち」は平成23年5月に運用を終了したが、「だいち」のレーダ性能を飛躍的に向上させた

¹ Engineering Test Satellite-VIII

² Wideband InterNetworking engineering test and Demonstration Satellite

陸域観測技術衛星2号（ALOS-2）の研究開発を推進し、平成25年度の打上げを予定している。

（iii）宇宙の利用を促進するための取組

宇宙利用は、気象、通信・放送等の分野では、既に国民の生活に浸透しているものの、その他の分野では、日常生活への定着や広範な利用が必ずしも十分ではない。これを踏まえ、文部科学省では、人工衛星に係る潜在的なユーザーや利用形態の開拓等、宇宙利用の裾野の拡大を目的として、平成21年度に宇宙利用促進調整委託費を創設し、産学官の英知を幅広く活用する仕組みを構築した。これにより、防災、農林水産業、医療、教育等の分野において、宇宙利用産業のマーケット創出も視野に入れて、宇宙利用の促進に貢献する研究開発を引き続き実施している。

経済産業省では、我が国宇宙産業の基盤を強化するため、大型衛星に劣らない機能、低コスト、短納期を実現する高性能小型衛星、小型地上システム等の研究開発を進めている。また、衛星を活用したリモートセンシング（遠隔探知）技術を用いた鉱物資源探査等に資するセンサの開発やデータ処理解析技術などの衛星利用技術の開発も進めている。

② 地震や津波等の早期検知に向けた海域における^{ちゅう}稠密観測、監視に関する技術

文部科学省では、東南海地震・南海地震の想定震源域及び東北地方太平洋沖地震の震源域を中心とした領域において、海底地震津波観測網の運用や、敷設に向けた技術開発を進めた（第2部第2章第1節1（3）、第2部第3章第1節1（1）参照）。

③ 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）の構築

スーパーコンピュータを用いたシミュレーションは、理論、実験と並ぶ現代の科学技術の第3の方法として今や不可欠のものとなっている。スーパーコンピュータは、大規模なシミュレーションを高速に行うことができるため、地震・津波の被害軽減や、新しい省エネ半導体材料の開発等に利用することができる。文部科学省では、今後とも我が国が科学技術、学術研究、産業、医・薬など広汎な分野で世界をリードし続けるため、世界最高水準の計算性能を有するスーパーコンピュータ「京」¹を中核とし、多様な利用者のニーズに応える革新的な計算環境（HPCI：ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ）を構築するとともに、この利用を推進し、まる（i）画期的な成果創出、（ii）（高度な計算科学技術環境を使いこなせる人材の創出、（iii）最先端コンピューティング研究教育拠点の形成を目指し、戦略機関を中心に戦略分野¹の「研究開発」及び「計算科学技術推進体制の構築」を推進している（第2-3-7図）。「京」については、平成23年11月に性能目標である10ペタフロップス²を達成し、平成24年6月までのシステム完成、同年秋の共用開始を目指し、開発・整備をしている。また、平成23年6月及び11月のスーパーコンピュータ性能ランキングTOP500において世界1位を獲得するとともに、同年11月に試験利用により実施された「『京』によるシリコン・ナノワイヤの第一原理計算」が、ゴードン・ベル賞の最高性能賞³を受賞するなど、「京」を利用した成果創出に向けた取組が着実に進捗している。さらに、

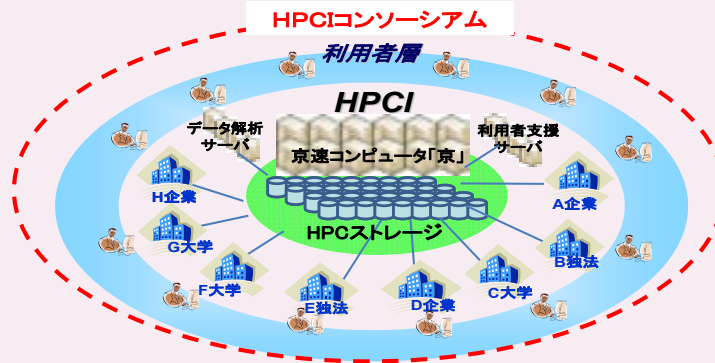
1 「京」を中核としたHPCIを最大限利用して画期的な成果を創出し、社会的・学術的に大きなブレークスルーが期待できる分野として、以下の5つの分野が設定されている。分野1：予測する生命科学・医療及び創薬基盤、分野2：新物質・エネルギー創成、分野3：防災・減災に資する地球変動予測、分野4：次世代ものづくり、分野5：物質と宇宙の起源と構造

2 1秒間に1京回の計算性能（1京：1兆の1万倍）

3 ゴードン・ベル賞の最高性能賞：米国計算機学会（ACM）が、毎年ハードウェアとアプリケーションの開発において最高の成文に付与する賞。このうち実行性能部門の最高性能賞は最も榮譽ある賞とされている。

今後我が国の計算科学技術の一層の発展に向け、長期視点に立って継続的に研究開発を推進し、世界最高水準の成果を蓄積していくため、今後のハイパフォーマンス・コンピューティング技術の研究開発についての検討を開始した（第2部第3章第1節5（2）参照）。

第2-3-7図 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）のイメージ図



資料：文部科学省作成

コラム 2-4

スーパーコンピュータ「京」によるシリコン・ナノワイヤ計算結果がゴードン・ベル賞を受賞

2011年11月、米国計算機学会（ACM）が開催する米国スーパーコンピュータ会議（SC11）において、理化学研究所、筑波大学、東京大学、富士通のチームによる『「京」によるシリコン・ナノワイヤの第一原理計算』が、スーパーコンピュータを駆使したシミュレーション分野で最高の賞であるゴードン・ベル賞の最高性能賞を受賞した。日本チームによるこの受賞は2004年以来7年ぶりの快挙である。

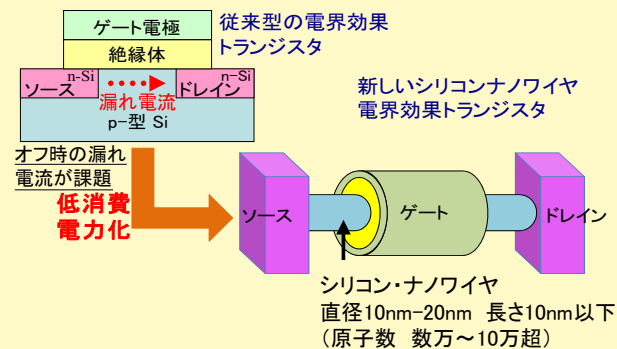
受賞した最高性能賞は、実用に供するアプリケーションで世界最高性能を実現した研究に与えられるものであり、世界一の性能を持つ「京」の実用的な価値が高く評価された結果といえる。

具体的な研究内容について、以下に紹介する。

IT技術を支える半導体の性能向上は、電界効果トランジスタ（図上）の微細化により達成されてきた。現在更なる微細化が検討されているが、20nm程度の大きさになるとトランジスタの外に電流が漏れてしまうため、電力を有効に利用できない問題が生じている。この微細化による漏れ電流の問題を解決する有力な手段として、ゲートで周囲を囲んだシリコン・ナノワイヤトランジスタ（図下）が提案されている。

シリコン・ナノワイヤの直径が20nm程度まで細くなると、流れる電子を外に漏らさずワイヤ内部に閉じ込める効果が発現する。この効果の大きさを予測するためには、シリコン・ナノワイヤを構成する10万個程度のシリコン原子の電子軌道を計算する必要がある。この計算を行うのに、従来の計算機や計算手法では30年以上を必要とし、現実的に計算は不可能であった。今回、「京」のCPU1個に原子数個の周囲にある電子の密度を計算させる第一原理に基づく新たな計算手法（RSDFTと呼ぶ）を開発するとともに、CPUが8万個以上といった超高並列を実現し、10ペタフロップス（1秒間に1京回の計算性能）という世界最高水準の計算性能を有する「京」を利用することにより、僅か1週間程度で10万原子の計算を行うことに成功した。その結果、電流の流れやすさが断面形状に大きく依存し、長方形の断面の方が正方形よりも電流が流れやすいこと等を、世界で初めて計算で明らかにした。

今後、「京」を用いて行う新計算手法「RSDFT」は、ナノワイヤのように数十nm以下の微細構造を持つ次世代デバイスの、高速、高機能、省エネルギーに向けた設計や性能予測に貢献することが期待される。



シリコン・ナノワイヤを用いた次世代半導体イメージ

提供：理化学研究所、筑波大学

④ 原子力に関する研究開発

原子力に関する研究開発については、東電福島第一原発の事故を踏まえ、平成23年度は、原子力災害からの復興に向けた取組に重点を置くとともに、原子力の基盤と安全を支える研究開発や人材育成等に取り組んだ。高速増殖炉サイクル技術については、原子力政策の見直しの議論を見据えつつ、施設の更なる安全性の向上・維持管理等に重点を置いて取り組むとともに、核融合の研究開発についても必要な取組を実施した。さらに核不拡散・核セキュリティに関する技術等の研究開発を強化した（高速増殖炉サイクル技術、核融合の研究開発については第2部第2章第2節1（1）を参照。核不拡散及び核セキュリティに関する技術開発については、第2部第3章第3節2（2）を参照）。

⑤ 情報セキュリティに関する研究開発の推進

官民における統一的・横断的な情報セキュリティ対策の推進を図るために設置された「情報セキュリティ政策会議」（議長：内閣官房副長官）にて、「情報セキュリティ研究開発戦略」（平成23年7月）及び「情報セキュリティ人材育成プログラム」（平成23年7月）を策定し、能動的で信頼性の高い（ディペンダブルな）情報セキュリティに関する技術の研究開発を推進するとともに、それらの研究開発等を担う情報セキュリティ人材の育成を推進している。

情報セキュリティ研究開発戦略等を踏まえ、総務省では、国内外のインターネットサービスプロバイダ、大学等の協力によりサイバー攻撃、マルウェア¹等に関する情報を収集するネットワークを国際的に構築し、諸外国と連携してサイバー攻撃を予知し即応を可能とする技術について、その研究開発及び実証に取り組んでいる。さらに、災害時における業務継続性等の確保に有用である一方、情報漏えい等の情報セキュリティ上の課題が指摘されているクラウドについて、その普及促進を企図し、情報漏えい等を防止する新たな情報セキュリティ技術の研究開発及び実証に取り組んでいる。経済産業省では、新たな脅威に対応した情報セキュリティに関する被害を未然に防止するための研究や、制御システムのセキュリティ検証施設であるサイバーセキュリティテストベッド²の構築などITを安心して利活用できる環境整備のための研究を実施している。

⑥ 海洋構造物の安全性評価手法及び環境負荷低減の開発・高度化に関する研究

海上技術安全研究所では、海洋資源・エネルギー開発に係る基盤的技術の基礎となる海洋構造物の安全性評価手法及び環境負荷軽減手法の開発・高度化に関する研究を行っている。

(2) 新フロンティア開拓のための科学技術基盤の構築

海洋、地球、宇宙等に関する統合的な理解、解明など、新たな知のフロンティアの開拓に向けた科学技術基盤を構築するため、理論研究や実験研究、調査観測、解析等の研究開発を推進している。

① 海洋分野の研究開発の推進

海洋は、その広大さとアクセスの困難さのために、人類にとって今もなおフロンティアであり、未知なるものを解明したいという知的欲求から、これまで海洋に関する様々な調査・研究が行わ

¹ コンピュータウイルス、ワーム、スパイウェア等の計算機及び利用者に害を与える悪意あるソフトウェア

² プラントの機器等をコントロールする不可欠なシステムである制御システムに対して模擬サイバー攻撃を行い、セキュリティ評価・検証を行う施設のこと

れてきた。これらの取組により、未利用のエネルギー・鉱物資源の存在や、気候変動をはじめとする地球環境の変化への海洋の関連などが明らかとなってきた。このように、海洋の諸現象に関する原理を追究し解明することは、地球環境問題の解決、海溝型巨大地震への対応、海洋資源の開発など、今後の人類の発展に深く関わる重要な課題の解決を図るためにも必要である。

(i) 海洋調査・探査技術の開発

文部科学省では、海洋の観測・探査を行うために必要な先進的・基盤的技術の開発及び開発した技術を用いた調査研究を実施している。平成23年度は、無人探査機が航行中の位置や進行方向を知るために必要な高性能小型慣性航法装置の開発に成功した。海洋鉱物資源については、「海洋資源利用促進技術開発プログラム」により、大学等においてセンサーの開発を進めるとともに、海洋研究開発機構において、深海底を調査するための無人探査機の開発や海洋資源の成因の解明に向けた調査研究等を実施している。また、平成23年9月には、科学技術・学術審議会海洋開発分科会において、研究開発の具体的内容、スケジュールについて検討し、5か年程度の中長期的な技術実証計画として取りまとめた「海洋資源探査技術実証計画」に基づき、研究開発を進めている。また、平成23年度は新たな自律型無人探査機（AUV）を完成させた。地球温暖化等の地球環境変動には海洋が大きく関与しているため、継続的に調査を実施することが必要であり、海洋研究開発機構では、観測ブイ等の技術開発を実施するとともに、世界各地で観測を進めている。またその結果を用いた予測・シミュレーションを実施している。

(ii) 地球内部探査技術の開発

地震発生メカニズム等の解明を行うためには、海底下の調査研究を実施することが必要である。海洋研究開発機構においては、東北地方太平洋沖地震について深海調査研究船「かいれい」による調査を行い、プレート境界に沿った断層の破壊が日本海溝の海溝軸まで達したこと、海溝軸付近が最も地震変動が大きく、東南東方向に約50m移動し約10m隆起したことを示した。また、海底ケーブルで多数のセンサーを結んだ海底観測ネットワークシステムの開発や地球深部探査船「ちきゅう」の掘削技術の開発を進めている。紀伊半島熊野灘沖の海底ネットワーク観測システム「地震・津波観測監視システム」（DONET）が完成し、平成23年8月より運用を本格的に開始した。地球深部探査船「ちきゅう」については、統合国際深海掘削計画（IODP）の枠組みの下で、南海トラフ地震発生帯掘削計画を進めており、採取した地質試料を解析することにより、昭和19年の東南海地震時に活動した断層を特定する物的証拠の発見、巨大津波を引き起こした断層活動の痕跡の発見などの成果があった。

(iii) 海洋生物資源確保技術の開発

近年、地球温暖化、海洋環境破壊、乱獲等、人間活動による海洋生物への様々な影響が顕在化してきており、海洋生物多様性の保全や持続可能な利用の実現等に資する研究がこれまで以上に求められている。このため、平成23年度には、海洋資源利用促進技術開発プログラムとして、海洋生物の生理機能を解明して革新的な生産につなげる研究開発、生物資源の正確な資源量の変動予測を目的に生態系を総合的に解明する研究開発を実施するとともに、科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業として海洋生物の観測・モニタリング技術の研究開発を開始した。また、平成23年9月に、科学技術・学術審議会海洋開発分科会において「海洋生物に関する研究の在り方について」を取りまとめた。