

最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用

1. 研究開発の概要

(1) 名称

課題名 : 最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用
担当課室名 : 文部科学省研究振興局情報課

(2) 期間

開始、終了年度 : 平成18年度～平成24年度
研究開発期間 : 7年間

(3) 予算

平成18年度概算要求額 : 40億5,090万円(国費)
総事業費 : 1,154億円(国費)
民間資金持出額 : 約100億円(ただし、平成19年度までの予定額)
平成20年度以降の民間資金持出額については、平成18年度中に見込み額を算出。

主な用途別要求額は以下の通り。

ソフトウェア(OS、ミドルウェア、アプリケーションソフトウェア)等の設計・研究開発(2,347百万円)
(ただし、アプリケーションは、ナノテクノロジー分野とライフサイエンス分野に限定。)
ハードウェア(計算機システム及び超高速インターコネクション)の設計(1,300百万円)
「先端計算科学技術センター(仮称)」の形成に関する検討(78百万円)

(4) 目的

背景、目指す方向

- ・物質・材料(ナノテクノロジーなど)、ライフサイエンス、環境・防災、原子力、航空・宇宙等の幅広い研究活動において、実効性能でペタ FLOPS 超級の計算環境のニーズが顕在化している。民間企業においても、製造プロセス一貫シミュレーションや、個人差に応じた合理的な医薬品の開発など、最先端の「知的ものづくり」を実現可能とする計算環境のメリットが認識されつつある。
- ・我が国におけるスパコンの開発は、リーダーシップシステムの開発プロジェクト(数値風洞<平成元年～平成5年>、CP-PACS<平成4年～平成8年>、地球シミュレータ<平成9年～平成14年>)が牽引し、これらのシステムを契機に製造された商用機が、研究や教育のインフラシステムとして大学や研究機関へと垂直展開してきた。しかしながら、地球シミュレータ以降はリーダーシップシステムの開発プロジェクトが無く、国全体のスパコン整備ペースが鈍化し、研究現場からの要求に十分に答えられていない。

- ・桁違いの性能を発揮するリーダーシップシステム1サイトの開発は、インフラシステム10サイト以上のシステムの開発に相当する。特に、コンピュータの製造は設備依存性が高く「規模のメリット」を作用させることで、開発投資効率を極大化できる。我が国のスパコンの大半(9割以上)が、大学や公的研究機関に整備され、開発投資は、国費に負うところが極めて大きい。
- ・本プロジェクトには、リーダーシップシステムに開発投資を集中して、インフラシステムに係る開発投資を軽減することで、インフラシステムに対して、より高度な計算環境を提供する狙いもある。
- ・また、リーダーシップシステムを学術情報ネットワーク(サイバー・サイエンス・インフラストラクチャ構想)上に位置づけ、場所・時間の制約を越えて、また分野横断的に大きな相乗効果を生み出せるよう超高速ネットワーク時代に対応した国際標準のミドルウェアの開発・普及促進も推進する。
- ・京速^(注)計算機システムの開発は、幅広い先端ITの総力を結集して取組まなければ実現できない。このため、関係各省と連携して、これまで各省が取組んできた関連する研究開発の成果を十分に活用し、それらの集大成を図るものである。
- ・さらに、スパコンの開発のみにとどめず、国際的COEとして、たゆまず世界の英知を結集し、最高の英知による最上の研究教育を通じた世界最高水準の人材育成を継続的に行う。

(注)京速 = 10ペタ FLOPS

文部科学省のスパコン開発戦略

「科学技術により切り拓く『6つの政策目標』」を実現するためのサイエンス・インフラストラクチャの構築

システムソフトウェアとハードウェアの開発を一体的に推進

大規模ITシステムを作り上げる総合的な技術力の強化

アプリケーションソフトウェアの革新

複雑で多様な現象の系全体のシミュレーションや高度なデータマイニング等による「知的ものづくり」・「科学的未来設計」を実問題で適用

先端的スーパーコンピューティングの国際的COEにおける人材育成と戦略拠点の構築

ソフトウェアを含めシステム全体に通曉し俯瞰力のある人材の育成

中長期的なスーパーコンピューティング戦略検討体制の確立

スーパーコンピューティング分野における既存プロジェクトとの関係

京速計算機システムの開発・整備にあたっては、以下の既存のプロジェクトの成果を活用する。

総務省

- ・フォトリックネットワーク技術に関する研究開発(平成18年度～平成22年度)
システムインターコネクタへの導入

経済産業省

- ・MIRAIプロジェクト(平成13年度～平成22年度)

半導体の微細化（45nm プロセス）

文部科学省

- ・超高速コンピュータ網形成プロジェクト(NAREGI)(平成15年度～平成17年度)
国際水準のグリッドミドルウェアとして導入
- ・分散共有型研究データ利用基盤の整備
(平成16年度～平成20年度 科学技術振興調整費)
特定処理計算加速部として導入
- ・革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発(平成17年度～平成19年度)
京速計算機システムの評価アプリケーションとして利用
産業用シミュレーションソフトウェアとして産業界ユーザーの開拓に活用
- ・将来のスーパーコンピューティングのための要素技術の研究開発
(平成17年度～平成19年度)
システムインターコネクト CPU-メモリ間光配線技術 CPUの低消費電力化 特定処理計算加速部への活用 等

基本計画上の位置付け等（参考1）

- 「科学技術基本政策策定の基本方針」
(平成17年6月 総合科学技術会議 基本政策専門調査会)
- 「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」
(平成17年6月 総合科学技術会議)
- 「第3期科学技術基本計画の重要政策(中間とりまとめ)」
(平成17年4月 科学技術・学術審議会基本計画特別委員会)
- 「国として戦略的に推進すべき基幹技術について」
(平成16年12月 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会 国として戦略的に推進すべき基幹技術に関する委員会)
- 「科学技術をベースにした産業競争力の強化に向けて - 第3期科学技術基本計画への期待 - 」(平成16年11月 (社)日本経済団体連合会)
- 「科学技術創造立国の実現に向けて取り組むべき重要政策について(中間報告)」
(平成17年5月 自由民主党文部科学部会)
- 「科学技術駆動型の国際競争力強化について - フロントランナー時代に対応する新たな科学技術システムの構築 - 」(平成17年6月 自由民主党科学技術創造立国推進調査会)

(5) 目標

サイバー・サイエンス・インフラストラクチャの構築

グリッドミドルウェアにより、スーパーSINETで接続された全国のスパコンセンター（旧七帝大、東工大、筑波大、公的研究機関等）から京速計算機を利用できる環境を提供する。

アプリケーションの達成目標(例)

ナノテクノロジー分野・・・全く不可能だった酵素反応解析が実現可能になる。

【期待される成果：高性能触媒や酵素の開発により、バイオマス 化学

エネルギーの転換技術が確立し、優れたコスト性能比かつ低公害を実現し、エネルギー問題の解決に資する。】

ライフサイエンス分野・・・水中のウイルス構造やその動作を解析、ウイルスの感染機構や免疫機構を解明できる。

【期待される成果：未克服のウイルスに対する予防法と治療法の開発に寄与が可能となり、国民の健康維持に資する。】

京速計算機の性能目標

)Linpackで10ペタFLOPSを達成する(平成23年6月のスーパーコンピュータサイトTOP500でランキング第1位を奪取)。

)HPC CHALLENGE 全28項目中、過半数以上の項目で最高性能を達成する。

(6) 実施体制

平成17年10月 整備主体を決定。

有力候補は、既存の独法(理研、海洋機構、JAXA等)

1) 整備主体を決定するまでの手続き(予定)

10月3日、11日の情報科学技術委員会 計算科学技術推進ワーキンググループにて、整備主体の判断基準の検討及びそれに基づいた提言書(案)をまとめる。

10月24日の情報科学技術委員会において、提言書を承認、文部科学省に意見具申。

提言書等を踏まえ、10月中に文部科学省として整備主体を決定。

2) 整備主体の判断基準(例)

過去のスパコン開発の実績

共同利用に相応しい研究開発の場の提供

大型プロジェクトを成し遂げる体制 等

平成18年1月 文部科学省に推進本部を設置。

1) 推進本部長：研究振興官(民間から登用)

2) 推進本部のスタッフ： 技術参与等(民間から3名以上登用) 情報技術推進室(行政官4名)

(7) 評価体制

進捗評価(毎年7月頃を予定)

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 情報科学技術委員会にて実施。

事業評価

外部評価会を設置し、第三者による評価を実施。

・中間評価 平成19年7月 計画本格化を判断

・第一次事業評価(計画本格化から3年目) 研究開発について評価

・第二次事業評価(計画本格化から5年目) COE形成・運用について評価

・定期評価(第二次事業評価以降概ね3ヵ年間隔) 運用・普及について評価

(8) その他

情報科学技術分野の研究開発プロジェクトとの関係

文部科学省における主な情報科学技術分野の既存プロジェクトとの関係は別添のとおり。

府省連携

計算科学技術推進ワーキンググループへの専門家の参画

- ・ 国立医薬品食品衛生研究所 (厚生労働省)
 - ・ 産業技術総合研究所 (経済産業省)
 - ・ 気象研究所 (国土交通省 気象庁)
- 総務省や経済産業省との意見交換 (適宜)

産学連携

- ・ 「スーパーコンピューティング技術産業応用協議会 (仮称)」 (平成 17 年中に設立)
- ・ 推進本部長の研究振興官をはじめ、推進本部を民間人中心に構成

2 . 府省における考え方

(1) 科学技術上の意義

サイエンス・インフラストラクチャとしての意義

学術情報ネットワーク (サイバー・サイエンス・インフラストラクチャ構想) 上に位置づけ、場所や時間の制約を取り払い、分野毎の研究を深化させるのみならず、分野横断的な相乗効果を生み出す。そのため、ネットワーク時代に対応した国際標準のソフトウェアの開発・普及促進を推進する。

アプリケーションの成果としての意義

ナノサイエンス、ライフサイエンス等の幅広い分野で、従来のスパコンでは能力的に不可能だった複雑で多様な現象の系全体のシミュレーションや高度なデータマイニング等を実問題で可能とする。

京速計算機システムが目指すグランドチャレンジ (例)

ナノテクノロジー分野

- 化石エネルギーからの脱却を目指した化学エネルギー転換技術の確立
- 新しい物性原理の解明による革新的に高性能な情報機器用材料の実現

ライフサイエンス分野

- 遺伝子から全身の血流までを半日間で解析し、テーラーメイド医療の実現
- 細胞膜やタンパク質、ウイルスの全原子シミュレーションによる分子機能の解明

IT の先導役としての意義

光関連技術の開発成果の波及効果によるエレクトロニクスの技術革新

(2) 社会・経済上の意義

上記 (1) の成果として、以下のような社会・経済への還元が予想される。

科学創造立国を実現するための強固なサイエンス・インフラストラクチャの構築
アプリケーションの成果

- ・ ナノテクノロジーを駆使するものづくり革命
- ・ バイオテクノロジーを駆使する医薬と医療機器・サービスの実現への道を拓く
- ・ バイオテクノロジーとITやナノテクノロジーを融合した新たな医療の実現への道を拓く
- ・ 災害に強い新たな減災・防災技術の実用化による安全・安心な社会の実現要素技術開発等の成果の利用
- ・ 半導体、光関連技術等のIT分野の先導的技術への寄与

(3) 国際関係上の意義

- ・ 先端的スーパーコンピューティング分野における世界の英知を結集し、世界水準の人材育成を行い、シミュレーションにおける我が国の国際的な地位を確立
- ・ 国際的COEの形成を通じた理論、実験と並ぶ「第3の方法」を通じた科学技術ヘゲモニーの掌握

(4) 計画の妥当性

- ・ 米国の開発戦略(平成21年に理論性能1ペタFLOPSを達成)を上回る目標設定
- ・ 文部科学省の責任で設備の整備から運用まで一体的に推進
- ・ 民間出身のリーダー(研究振興官)の下、強固な産学官連携体制を構築
- ・ 文部科学省が、スパコン開発の実績に加え、大規模国家プロジェクトの遂行能力に優れた機関を整備主体として指定
- ・ 情報科学技術委員会の評価、提言書等を踏まえ、実現性ある計画の立案
- ・ コンティンジェンシー・プランの準備

(5) 成果(見込み) 運営等

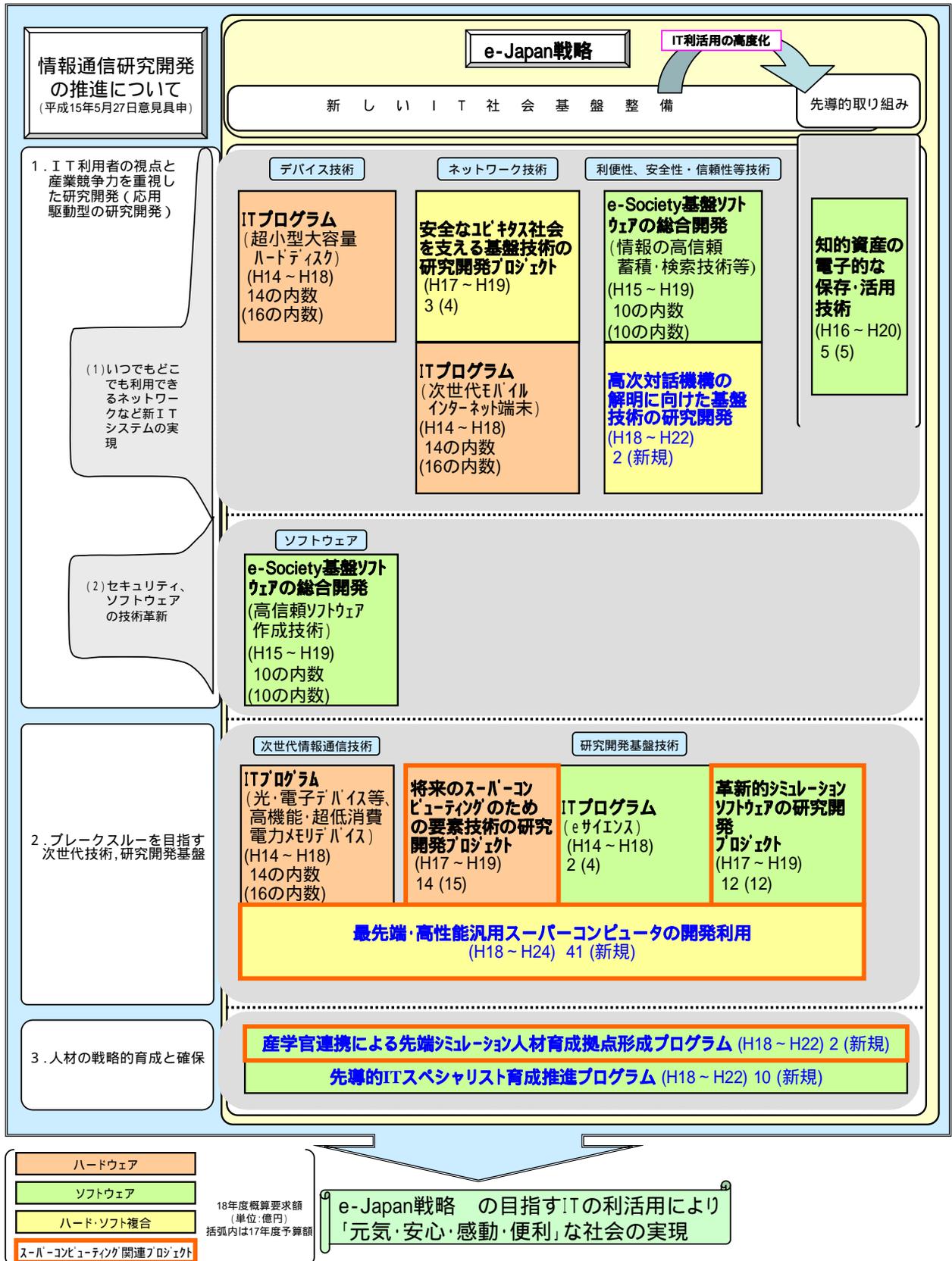
投入資源に対する成果

本プロジェクト実施によるGDPへの波及効果は、平成22年度までに、約2,900億円に達すると予測。(日本総研の調査報告書をもとに算出)

運営の効率性

- ・ 京速計算機システムは、単独の研究機関が使うのではなく、国が公平で効率的な共用を進め、産官学の幅広い研究者に利用の機会を与えるのが、世界最高水準の研究成果を生む有効かつ効率的な方法である。
- ・ 文部科学大臣が定める基本方針に従って、整備主体(設置者)に自らの目的にとらわれず共用を目的とした装置の設計、製作等を行わせるとともに、整備主体とは別に共用促進主体を設け、装置の運営、利用研究課題の選定等の業務を行わせ、基礎研究から産業応用までの幅広い利用者への共用を促進する。
- ・ 特定放射光施設の共用の促進に関する法律(共用法)によって効率的な共用の促進に実績を上げてきたSPRING-8が国内唯一の例であることから、共用法の仕組みにならって、京速計算機システムについても産学官の研究者による幅広い共用を行えるよう検討中。

文部科学省における情報科学技術分野の主な施策



「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用」関連提言

科学技術基本政策策定の基本方針

(平成17年6月、総合科学技術会議基本政策専門調査会)

2. 科学技術の戦略的重点化

(2) 第3期基本計画における科学技術戦略

第2期基本計画期間中に提起された課題への対応の検討 ~安全・安心と国の発展の基幹としての科学技術~

() 国の発展の基幹としての科学技術

文部科学省の科学技術・学術審議会では、長期的な国家戦略を持って取り組むべき国力を象徴する重要技術を推進すべきであるとし、次世代スーパーコンピューティング技術、宇宙輸送システムなどの技術を「国家基幹技術」として掲げている。(中略)

これらを見ると、国家にとって重要な技術を選定するに当たっての考え方、概念、及び具体的に選定される技術について多様な結果となっている。したがって、今後これらの諸技術について、概念の明確化の可能性、現行重点4分野とその他4分野との関係、技術選定のための適切な手続き等について更に掘り下げた検討を行い、選択と集中を行っていく必要がある。

本課題の科学技術戦略全体に与える影響の大きさを考慮しつつ、引き続き、第3期基本計画の内容の最終的取りまとめに向けた作業の中で検討を行う。

国として戦略的に推進すべき基幹技術について

(平成16年12月、科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会

国として戦略的に推進すべき基幹技術に関する委員会)

(別添2) ターゲット及びそれに基づいた基幹技術候補リスト (図からの抜粋)

プロジェクトの例

- 従来の技術では不可能な高度なシミュレーションを実現するために、2010年までにペタ・フロップス超級のスーパーコンピュータを開発するとともに、必要なソフトウェアを開発
- ・ マルチスケール・マルチフィジックスに複雑な系全体をシミュレーションすることが可能なアプリケーションソフトウェア技術
- ・ ハードウェアの効果的活用とアプリケーションソフトウェアの実効性を実現するネットワーク関連技術

第3期科学技術基本計画の重要施策（中間取りまとめ）

（平成17年4月、科学技術・学術審議会基本計画特別委員会）

1. 科学技術の投資戦略

2. 国家的・社会的課題に対応した研究開発の推進

（2）成果の社会への実装に向けた科学技術の推進

< 国家基幹技術 >

とりわけ「資源・エネルギー、環境、国土保全、災害監視等の国家の総合的な安全保障に密接に関わり、我が国の存立基盤を支える重要技術」や「科学技術の発展を強力に牽引し、先端的成果が得られる世界最高性能の研究設備を実現する技術」について、その技術体系の維持・強化を図っていくことが極めて重要である。（中略）

このような「国家基幹技術」としては、例えば、地球規模の統合観測・監視システム、宇宙輸送システム、スーパーコンピューティング、タンパク質解析等に係る技術といったものが考えられる。

2 文部科学省が担うべき国家基幹技術の例

～ 科学技術の発展を強力に牽引し、先端的成果が得られる世界最高性能の研究設備を実現する技術～

世界最高水準の次世代スーパーコンピューティング技術（ペタフロップス超級スーパーコンピュータ/系全体最適シミュレーション）

平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針

（平成17年6月、総合科学技術会議）

2. 科学技術の戦略的重点化

(2) 政策課題に対応した研究開発の重点化

2) 第2期基本計画期間中に提起された課題への対応

国の発展の基幹としての科学技術

国の発展の基幹としての科学技術に関しては、選定の観点について、国力の象徴、将来の経済・社会の姿の実現など、また、選定される技術についても、次世代スーパーコンピューティング、宇宙輸送システムなど多様な考え方がある。

別表 【情報通信】

() 研究開発基盤技術

自然現象等の複雑な現象をコンピュータ上で模擬し可視化する計算科学技術

科学技術創造立国の実現に向けて取り組むべき重要政策について（中間報告）

（平成17年5月、自由民主党文部科学部会）

3. 国として重要な技術 - 「国家基幹技術」 - の推進

（中略）

世界最高性能のスーパーコンピュータや、次世代の大型放射光施設のための世界最高性能の光分析・計測システム等、科学技術を強力に牽引し、先端的成果が得られる世界最高性能の研究設備を実現する技術を、計画的な整備・共用のための仕組みを構築しつつ「国家基幹技術」として推進する。

科学技術駆動型の国際競争力強化について

- フロントランナー時代に対応する新たな科学技術システムの構築 -

（平成17年6月、自由民主党科学技術創造立国推進調査会）

2. 戦略的な研究開発投資

国家重要技術（基幹技術）

- ・重点4分野だけでは、第一級の国家として、国際競争に伍していくことはできない。次世代スーパーコンピューティング、宇宙システムなどの国家重要技術は国が責任を持って推進。

科学技術をベースにした産業競争力の強化に向けて

- 第3期科学技術基本計画への期待 -

（平成16年11月、（社）日本経済団体連合会）

3. 第3期科学技術基本計画で望まれる政策

（1）目指すべき経済・社会の実現に向けた一貫した科学技術政策の推進

産業や国家の持続的発展の基盤となる重要技術の設定

（中略）

第3期基本計画では、第2期基本計画の下で蓄積された重点分野の科学技術を「活力の創出」へと結びつけるため、従来の重点分野に横串を刺す形で、21世紀の日本が目指すべき経済・社会の姿を見据えつつ、国や産業の持続的発展の基盤となる重要技術のイメージを明らかにすべきである。（中略）

（オ）世界の科学技術の発展にリーダーシップを発揮できる国家

（ ） 科学技術の発展への大きなインパクトが期待できる技術（ITER、スーパーコンピューティングなど）

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
情報科学技術委員会
構成員

主査

土居範久 中央大学理工学部情報工学科教授

専門委員

浅野正一郎 情報・システム研究機構国立情報学研究所教授

石田亨 京都大学大学院情報学研究科教授

伊東千秋 富士通(株)取締役専務

戎崎俊一 理化学研究所計算宇宙物理研究室主任研究員

大賀公子 (株)NTT東日本 - 東京中央代表取締役社長

北川源四郎 情報・システム研究機構理事

(統計数理研究所所長)

坂内正夫 情報・システム研究機構国立情報学研究所所長

佐原卓 科学技術振興機構理事

下條真司 大阪大学サイバーメディアセンター長

鈴木陽一 東北大学電気通信研究所教授

高橋英明 (株)三菱総合研究所安全科学研究本部長

田中弘美 立命館大学情報理工学部教授

知野恵子 読売新聞社編集局解説部次長

土屋俊 千葉大学附属図書館長・文学部教授

土井美和子 (株)東芝研究開発センターヒューマンエレクトロニクス部技術監

萩谷昌己 東京大学大学院情報理工学系研究科教授

矢川元基 東洋大学工学部教授

安田浩 東京大学国際・産学共同研究センター教授

米澤明憲 東京大学大学院情報理工学系研究科教授

科学官

西尾章治郎 大阪大学大学院情報科学研究科長

合計 21 名

平成 17 年 9 月 20 日現在