研究開発戦略センター報告書
CRDS-FY2004-WR-04

# 学会戦略セッション
# 「FIT2004　第３回情報科学技術フォーラム」
# 情報科学技術分野のファンディング戦略
# ～ JST の Priority Setting にむけて～
# 報　告　書

平成１７年２月
独立行政法人科学技術振興機構
研究開発戦略センター

Japan Science and Technology Agency

# Executive Summary

独立行政法人科学技術振興機構（JST）は戦略的創造研究推進事業などを通して新技術の創出に資する基礎的研究を推進している。JSTの研究開発戦略機能を強化するため2003年7月に発足した研究開発戦略センターでは、現在各分野の研究者の衆知を集めてファンディング戦略を検討しているところである。今回 FIT(Forum on Information Technology) 2004 の場において、情報科学技術分野における重要研究テーマとそれを推進するための課題、推進方法などを専門家により議論していただき、JST のファンディングにおける Priority Setting の一助としたいと考え FIT2004 プログラム委員会に申し入れを行った。この提案を検討していただいた結果 FIT としても有用であるとして採用が決定され、イベント企画「情報科学技術分野のファンディング戦略～JST の Priority Setting にむけて～」を設けることとなった。

今回のイベント企画は 2004 年 9 月 7 日に開催し、その構成は講演とパネル討論である。基本的なスタンスとしては次のように設定した。

① JSTのファンディングのみならず、広く我が国の情報分野への研究投資についても議論の対象とする。
② 情報分野のうち、基礎・基盤の研究開発に絞って議論する。
③ 研究投資に対して社会・国民を納得させる論理を明らかにする。

講演およびパネル討論のメンバーは表に示す通りである。

今回のイベント企画の議論を通じて出された今後の方向性は以下のように整理される。

① 情報分野はあらゆる企業活動、生活、学問の基盤となる重要な分野である。それにもかかわらず現状ではそれにふさわしいファンディングがなされているとは言い難い。また情報分野ではとくに人材育成が重要であるがそれも十分には行われていない。
② 情報分野は国民から見てわかりにくいので、わかりやすい説明をする努力をするべきである。その研究がどのように社会に貢献するのかを前面に出して説明するべきである。
③ 自然の摂理を対象にする研究に対して、情報分野は従来人工物を対象にして余りにも実用的側面を強調してきた。そのため研究に壮大な可能性が感じられないのではないか。しかしこれはそのまま情報分野の重要性が減ることを意味しない。魅力あるテーマを設定するとともに社会に対するアピールを強く行って

いくことが重要である。

④ 効率至上主義ではなく人と共生するための情報科学技術（たとえば共生コンピューティング）の研究を訴求するべきである。

⑤ 情報分野を単独で考えるのではなく、IT(Information Technology)、BT(Bio Technology)、ET(Environmental Technology)、CT(Cognitive Technology)、NT（Nano Technology）などの融合領域を検討すべきである。

今後推進するべき具体的な研究テーマとして以下のテーマが挙げられた。

① ソフトウェア技術
－ソフトウェア作成高度化技術、ソフトウェア要素・基盤技術、サーバサイド・コンピューティング・サービス

② 生産技術（もの作り基盤技術）
－もの作り仮想化環境、組込型システム技術、CAD、標準化指標作成

③ バックヤード系技術
－Super Resilient System、Processor Architecture、Secure OS

④ 情報管理技術
－情報爆発にむけたサイバーインフラと情報融合、永年情報アーカイブ

⑤ 知識高度利用技術
－知識共有技術、ドメインごとの知識体系化とその高度利用

⑥ システム開発
－共生コンピューティング、開発途上国向けIT、単機能でも良いので日本製の優れたソフトウェアインフラ

情報分野について研究者側とファンディングエージェンシー側がこのような議論を行ったことは従来にはなかったことであり、今回 FIT の場において実現したことは意義のあることであったと思われる。情報分野の重要性とその特殊性、外部の人とくに Tax Payer にいかに理解してもらうかが重要ということが改めて浮き彫りになった。会場からは、このような機会を一度だけに終わらせず引き続いて開いて欲しいとのコメントもあり、関係者には興味を持っていただいたと受け止めている。この議論をもとに今後 JST において適切な戦略作りに役立てて行きたい。

メンバー表

| | 氏名 | 所属 |
|---|---|---|
| コーディネータ<br>司会者 | 田中　英彦 | 情報セキュリティ大学院大学<br>情報セキュリティ研究科　研究科長 |
| 講演者2<br>パネリスト | 林　弘 | 株式会社　富士通研究所<br>常務取締役 |
| 講演者3<br>パネリスト | 村岡　洋一 | 早稲田大学　副総長　常任理事<br>理工学部　教授 |
| パネリスト | 白鳥　則郎 | 東北大学　電気通信研究所<br>システムソフトウェア研究部門　教授 |
| パネリスト | 井田　哲雄 | 筑波大学　大学院システム情報工学研究科<br>教授 |
| パネリスト | 喜連川　優 | 東京大学<br>生産技術研究所 教授 |
| 講演者1 | 石田　秋生 | 独立行政法人　科学技術振興機構<br>戦略的創造事業本部　研究推進部　部長 |

# 目　次

Executive Summary …… i

1．序 …… 1

2．メンバーとプログラム構成 …… 2
（2．1）メンバー
（2．2）プログラム構成

3．講演およびパネル討論の内容 …… 5
（3．1）情報分野に対するファンディングの現状
（3．2）情報分野の特徴・特殊性
（3．3）情報分野における国のファンディングのあり方
（3．4）情報分野研究の方向性

4．具体的な研究テーマ …… 27
（4．1）ソフトウェア技術
（4．2）生産技術（もの作り基盤技術）
（4．3）バックヤード系技術
（4．4）情報管理技術
（4．5）知識高度利用技術
（4．6）システム開発

5．JST のファンディングのあり方 …… 31
（5．1）現状
（5．2）望まれるファンディングのあり方

6．むすび …… 33
（6．1）方向性
（6．2）具体的な研究テーマ
（6．3）総括

## 1.　序

21世紀の我が国においては技術創造立国の道を推進することが従来にもまして重要になりつつあり、科学技術に対する要求や期待もいっそう高度化している。それに応えるためには産学官のあらゆる部門での努力が必要であることは論を待たない。とくに高度成長時代にくらべて企業での研究がより製品化に近い方向にシフトしつつある中で、基礎的な技術分野の研究開発に対する国の支援の役割はいっそう重要になってきている。しかしながらこれまでの国のファンディングが必ずしも戦略的に行われてこなかったのではないかとの疑問も一部にはあるようであり、より戦略的なファンディングのあり方が求められているといえよう。

独立行政法人科学技術振興機構（JST）は戦略的創造研究推進事業などを通して新技術の創出に資する基礎的研究を推進している。JSTの研究開発戦略機能を強化するため 2003年 7 月に発足した研究開発戦略センターでは、現在上記の観点から各分野の研究者の衆知を集めてファンディング戦略を検討しているところである。今回FIT2004の場において、情報科学技術分野における重要研究テーマとそれを推進するための課題、推進方法などを専門家により議論していただき、JSTのファンディングにおける Priority Setting の一助としたいと考え FIT2004プログラム委員会に申し入れを行った。この提案を検討していただいた結果 FIT としても有用であるとして採用が決定され、イベント企画「情報科学技術分野のファンディング戦略～JST の Priority Setting にむけて～」を設けることとなった。

今回のイベント企画は 2004年 9 月 7 日に開催し、その構成は講演とパネル討論である。基本的なスタンスとしては次のように設定した。

① JSTのファンディングのみならず、広く我が国の情報分野への研究投資についても議論の対象とする。
② 情報分野のうち、基礎・基盤の研究開発に絞って議論する。
③ 研究投資に対して社会・国民を納得させる論理を明らかにする。

本報告書はこのイベント企画における議論の概要をまとめたものである。その構成は、まず第2章で今回のイベント企画のメンバーとプログラム構成を示し、第3章では講演とパネル討論を通じて明らかになった現状の問題点、情報分野の特徴と重要性についての議論をまとめる。第4章では具体的に挙げられた重要研究テーマを示す。第5章ではこのような議論をもとにしたJSTのファンディングのあり方についての意見をまとめ、最後に第6章で全体のまとめを示す。

## 2.　メンバーとプログラム構成

### (2. 1)メンバー

表2. 1

| | 氏名 | 所属 |
|---|---|---|
| コーディネータ<br>司会者 | 田中　英彦 | 情報セキュリティ大学院大学<br>情報セキュリティ研究科　研究科長 |
| 講演者2<br>パネリスト | 林　弘 | 株式会社　富士通研究所<br>常務取締役 |
| 講演者3<br>パネリスト | 村岡　洋一 | 早稲田大学　副総長　常任理事<br>理工学部　教授 |
| パネリスト | 白鳥　則郎 | 東北大学　電気通信研究所<br>システムソフトウェア研究部門　教授 |
| パネリスト | 井田　哲雄 | 筑波大学　大学院システム情報工学研究科<br>教授 |
| パネリスト | 喜連川　優 | 東京大学<br>生産技術研究所　教授 |
| 講演者1 | 石田　秋生 | 独立行政法人　科学技術振興機構<br>戦略的創造事業本部　研究推進部　部長 |

(2．2)プログラム構成

開催日　：2004 年 9 月 7 日

開催場所：同志社大学　京田辺キャンパス　恵道館　3F　KD-302

表2．2

| No | 時間 | 題目 | 講演者<br>及び<br>パネリスト<br>（敬称略） |
|---|---|---|---|
| 1 | 14:00<br>～<br>14:05 | オープニング | 田中　英彦 |
| 2 | 14:05<br>～<br>14:30 | JST の情報分野に対するファンディングの現状 | 石田　秋生 |
| 3 | 14:30<br>～<br>14:55 | 情報科学技術分野における今後の<br>重要な研究分野とファンディング | 林　弘 |
| 4 | 14:55<br>～<br>15:20 | 情報科学技術分野における今後の<br>重要な研究分野とファンディング | 村岡　洋一 |
| 5 | 15:20<br>～<br>15:30 | 休憩 | |
| 6 | 15:30<br>～<br>17:30 | 「情報科学技術分野のファンディング戦略<br>～JST の Priority Setting にむけて～」<br><br>司会:田中　英彦 | 田中　英彦 |
| | | | 林　弘 |
| | | | 村岡　洋一 |
| | | | 白鳥　則郎 |
| | | | 喜連川　優 |
| | | | 井田　哲雄 |

注）当初はこのプログラムの予定であったが、当日、台風の影響で17:00に切り上げ終了となった。

3.　講演およびパネル討論の内容

(3. 1)情報分野に対するファンディングの現状(石田)

(a)国の情報分野への実績と現状

科学技術関係全体の平成16年度の予算は全体で3兆6, 262億円であり、国全体の予算が縮小する中で科学技術関係の予算は特別扱いを受け毎年伸びている。

重点配分されている分野は、科学技術基本計画で重点分野として挙げられている4領域(ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノ・材料)、プラスそれ以外の4領域(エネルギー、製造技術、社会基盤、フロンティア)である。その中で情報通信分野は全体の8%を少し超える位の割合になっている。(図3. 1)

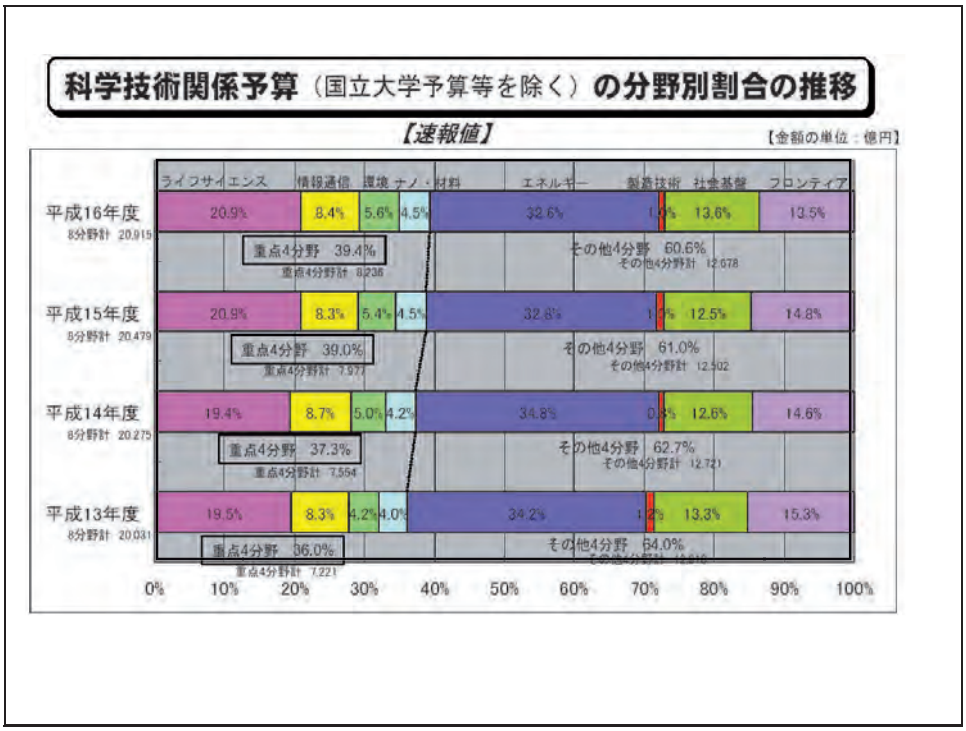


図3. 1

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JSTのPriority Settingにむけて～」石田秋生氏　プレゼン資料より

科学技術予算全体(3兆6千億円)の約1割、3, 600億円が競争的資金といわれるものである。これを第二期科学技術基本計画中に6千億円にする目標であるが現時点ではその達成は非常に厳しい状況である。

競争的資金については、現在大体30ぐらいのプログラムがあり、それぞれ各分野に特化したプログラムがある。この中で基盤的な研究に対するファンディングソースとして一番大きなものが科研費で、科研費は全体で1, 800億円余ということで、3, 600億円の約半分強が科研費である。その次に大きなものが科学技術振興機構 JST の戦略的

創造研究推進事業の 463 億円で約 13%、ついで厚生科研費 379 億円、科学技術振興調整費 386 億円がそれぞれ全体の 10%強であり、この 4 つのプログラムで全体の 80%以上を占めている。(図3．2)

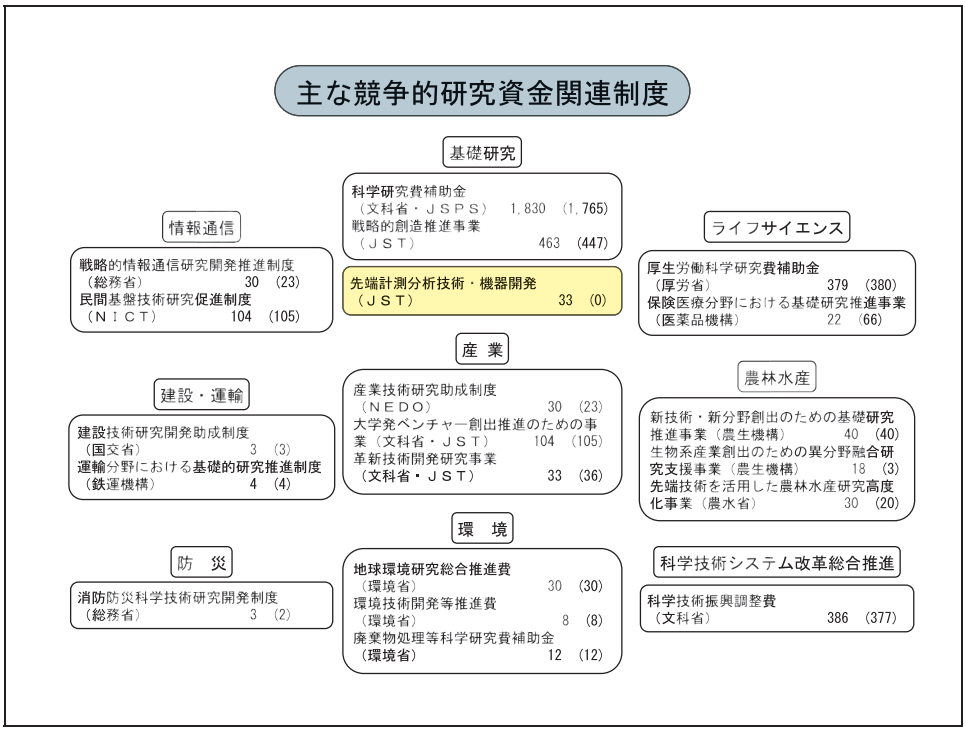


図3．2

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」石田秋生氏 プレゼン資料より

情報通信分野は第二期科学技術基本計画の重点4分野のひとつに挙げられているが、さらに詳細の分野別推進戦略が総合科学技術会議より出されている。この情報通信分野については、以下の４つが重点領域として挙げられている。

① 高速・高信頼性情報通信分野
→モバイルインターネット、高機能デバイスなど

② 次世代情報通信技術
→次世代ヒューマンインターフェース技術、量子工学技術、融合領域など
融合領域とは、例えば宇宙開発と通信分野との融合であるとか、環境計測と通信との融合など。

③ 広範な研究開発分野のための基盤技術等
→科学技術データベースの整備、スーパーコンピュータネットワーク、計算科学技術など

④ 人材育成、確保

現在、総合科学技術会議では情報通信分野の施策全体をまとめて「e－Japan戦略Ⅱ」という形で位置づけている。

図3．3(次ページ)の上の部分が産業の活性化に資するようなプログラムでデバイス開発、ネットワーク関係、ソフトウェア、情報セキュリティなど、下の部分がブレークスルーを目指す次世代の技術開発で、次世代情報通信技術、融合領域などである。

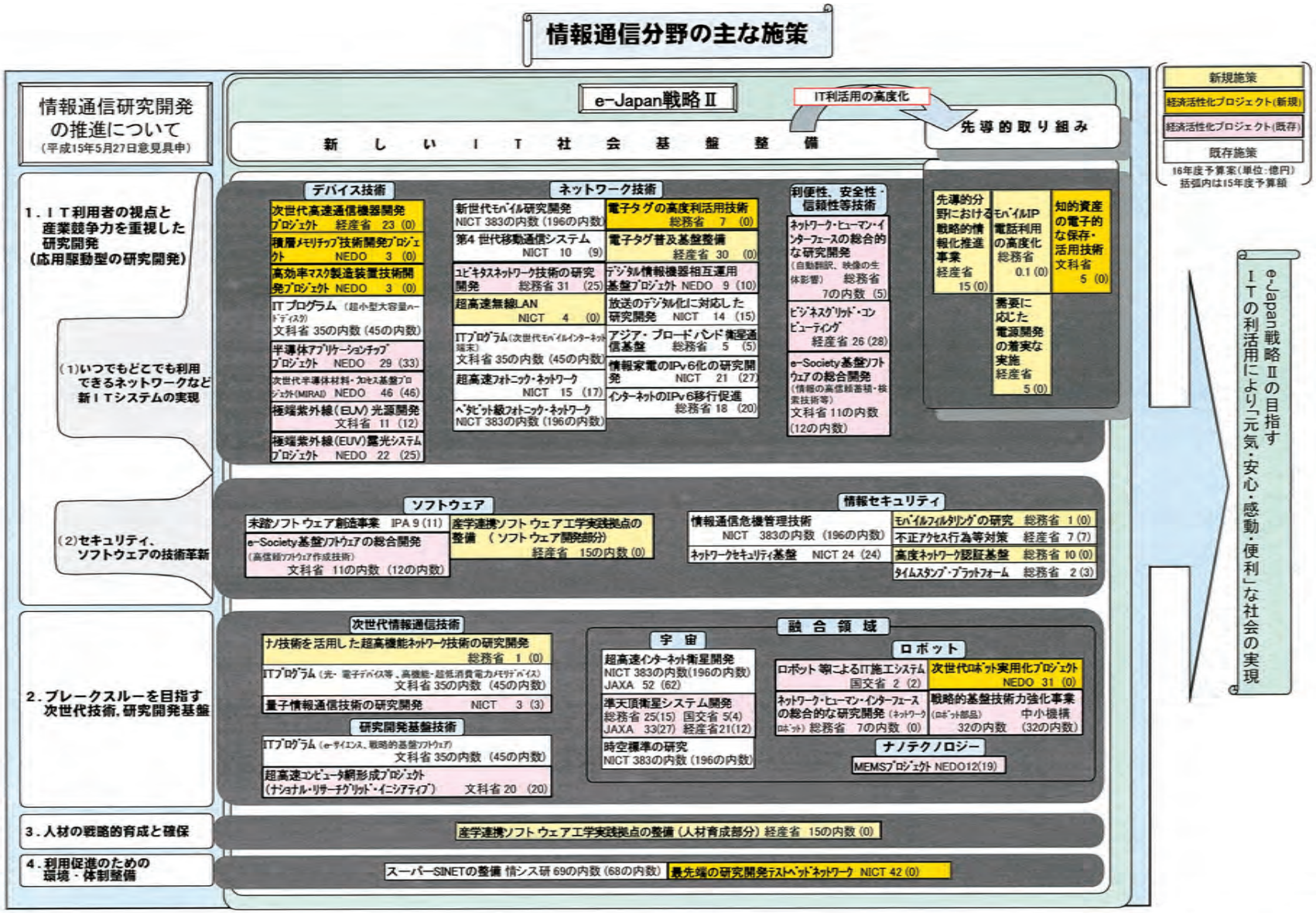


図３．３

出典：FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～ JST の Priority Setting にむけて～」石田秋生氏　プレゼン資料より

(b)JST の実績と現状

JST は大きく分けて図3．4に示す 5 つの事業を行っている。

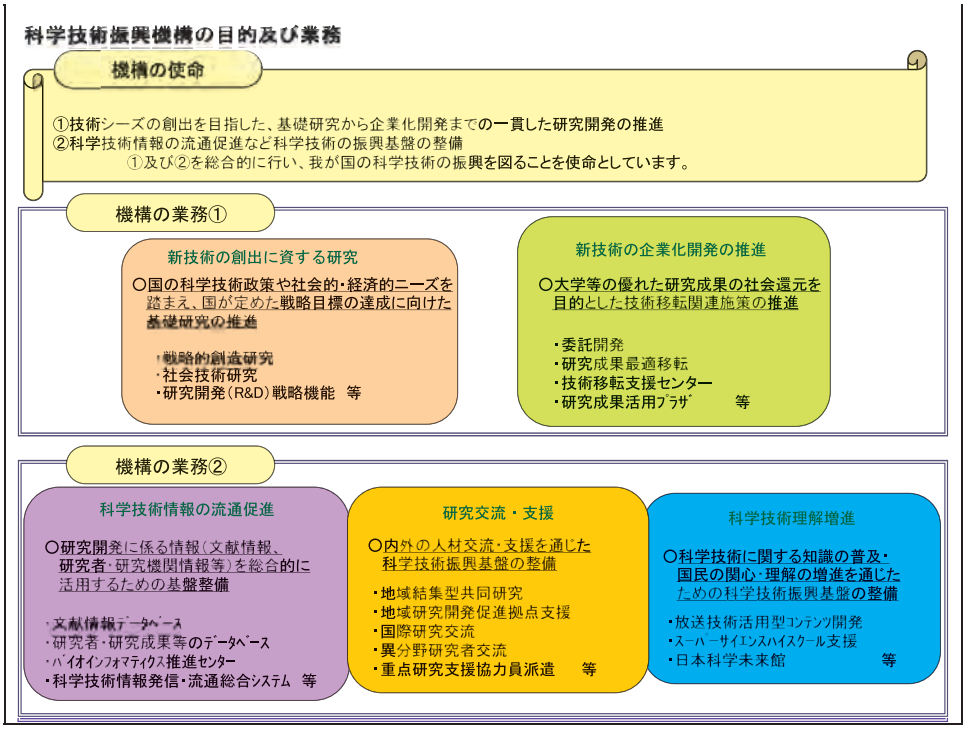


図3．4

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」石田秋生氏 プレゼン資料より

平成 16 年度予算として JST 全体で約 1,100 億円あり、このうちの約半分が基礎研究に対する支援に充てられている。

基礎研究全体では 550～560億円の予算があるが、その内の 460億円強～550億円弱が戦略的創造研究推進事業である。

この事業は、国が戦略目標を JST に示し、その目標達成に向けて研究領域を JST が創る。この研究領域にはいくつかのタイプがあり、①公募型(研究チームタイプ:CREST、個人タイプ:さきがけ)、②総括実施型(ERATO)に分かれている。平成16年度予算の規模は、さきがけが約70億強、CRESTが300数十億円、ERATOが約80億円である。

下記に研究領域タイプ別の戦略目標、研究領域、期間を示す。

CREST

| 戦略目標 | 研究領域 | 期間 |
|---|---|---|
| 「情報通信技術に革新をもたらす量子情報処理の実現に向けた技術基盤の構築」 | 量子情報処理システムの実現を目指した新技術の創出 | 2003<br>～進行中 |
| 「医療・情報産業における原子・分子レベルの現象に基づく精密製品設計・高度治療実現のための次世代統合シミュレーション技術の確立」 | シミュレーション技術の革新と実用化基盤の構築 | 2002<br>～進行中 |
| 「新しい原理による高速大容量情報処理技術の構築」 | 情報社会を支える新しい高性能情報処理技術 | 2001<br>～進行中 |
| 「大きな可能性を秘めた未知領域への挑戦」 | 高度メディア社会の生活情報技術 | 1999<br>～進行中 |
| 「情報処理・通信における集積・機能限界の克服実現のためのナノデバイス・材料・システムの創製」 | 超高速・超省電力高性能ナノデバイス・システムの創製 | 2002<br>～進行中 |
| | 新しい物理現象や動作原理に基づくナノデバイス・システムの創製 | 2001<br>～進行中 |
| | 高度情報処理・通信の実現に向けたナノファクトリーとプロセス制御 | 2002<br>～進行中 |
| | 高度情報処理・通信の実現に向けたナノ構造体の構築と利用 | 2002<br>～進行中 |
| 「分子レベルの新機能発現を通じた技術革新」 | 電子・光子等の機能制御 | 1998<br>～2004 |

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」石田秋生氏　プレゼン資料より

さきがけ

| 戦略目標 | 研究領域 | 期間 |
|---|---|---|
| 「情報通信技術に革新をもたらす量子情報処理の実現に向けた技術基盤の構築」<br>「新しい原理による高速大容量情報処理技術の構築」 | 量子と情報 | 2003<br>～進行中 |
| | 情報基盤と利用環境 | 2001<br>～進行中 |
| | 相互作用と賢さ | 2000<br>～進行中 |
| | 機能と構成 | 2000<br>～進行中 |
| | 協調と制御 | 2000<br>～進行中 |
| 「医療・情報産業における原子・分子レベルの現象に基づく精密製品設計・高度治療実現のための次世代統合シミュレーション技術の確立」 | シミュレーション技術の革新と実用化基盤の構築 | 2002<br>～進行中 |
| | 情報と知 | 1997<br>～2003 |
| | ナノと物性 | 2001<br>～進行中 |
| | 光と制御 | 2001<br>～進行中 |
| 「非侵襲性医療システムの実現のためのナノバイオテクノロジーを勝つようした機能性材料・システムの創製」<br>「情報処理・通信における集積・機能限界の克服実現のためのナノデバイス・材料・システムの創製」「環境負荷を最大限に低減する環境保全・エネルギー高度利用のためのナノ材料・システムの創製」 | 情報、バイオ、環境とナノテクノロジーの融合による革新的技術の創製 | 2002<br>～進行中 |

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」石田秋生氏　プレゼン資料より

ERATO

| 戦略目標 | 研究領域 | 期間 |
|---|---|---|
| | 後藤磁束量子情報 | 1986<br>～1991 |
| | 山本量子ゆらぎ | 1993<br>～1998 |
| | 今井量子計算機構 | 2000<br>～2005 |
| | 西澤完全結晶 | 1981<br>～1986 |
| | 西澤テラヘルツ | 1987<br>～1992 |
| | 榊量子波 | 1988<br>～1993 |
| 「情報処理・通信における集積・機能限界の克服実現のためのナノデバイス・材料・システムの創製」 | 大野半導体スピントロニクス | 2002<br>～2007 |
| 「新しい原理による高速大容量情報処理技術の構築」 | 合原複雑数理モデルプロジェクト | 2003<br>～2008 |

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」石田秋生氏　プレゼン資料より

上記のプロジェクトの他にもバイオインフォマティクス等の研究情報基盤の整備や研究開発活動等のデータベース化など情報流通関係事業も行っている。

成果は下記の表に示すように平成 11 年度からずっと増加している。

CRESTでみると、平成15年度の成果全体に占める情報分野の割合は論文が25%、特許が 23%である。これに対して情報分野の予算の比率は 15%なので、予算に比べた出願件数、論文発表件数で見る限りかなり「効率」が良いことがわかる。

・チーム型研究(CREST タイプ)

| CREST | H11 | H12 | H13 | H14 | H15 |
|---|---|---|---|---|---|
| 論文発表数（報） | 86 | 208 | 396 | 607 | 619 |
| 比率(%) | 5 | 7 | 12 | 20 | 25 |
| 特許出願件数（件） | 5 | 22 | 35 | 78 | 111 |
| 比率(%) | 2 | 5 | 7 | 13 | 23 |
| 予算（百万円） | 1197 | 2538 | 5048 | 7090 | 7564 |
| 比率(%) | 3 | 6 | 10 | 13 | 15 |

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」石田秋生氏　プレゼン資料より

「さきがけ」でみると、平成 15 年度の全体に占める情報分野の割合は論文が 38%、特許が 41%に対し、予算の比率は8%なので、「効率」はさらに良いことがわかる。これは、個人を単位とした研究で「1 千万円で個人1人が行う」という研究のスケールから見ると、情報関係は適していると言えるのではないか。

・個人型研究(さきがけタイプ)

| さきがけ | H11 | H12 | H13 | H14 | H15 |
|---|---|---|---|---|---|
| 論文発表数（報） | 27 | 30 | 115 | 226 | 312 |
| 比率(%) | 9 | 12 | 26 | 36 | 38 |
| 特許出願件数（件） | 4 | 6 | 15 | 51 | 79 |
| 比率(%) | 12 | 14 | 16 | 31 | 41 |
| 予算（百万円） | 968 | 1615 | 2652 | 3590 | 4156 |
| 比率(%) | 2 | 4 | 5 | 7 | 8 |

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」石田秋生氏　プレゼン資料より

ERATOでみると、平成15年度の全体に占める情報分野の割合は論文が 14%、特許が 4%に対して予算の比率は 2%なので、「効率」はやはり良いことがわかる。ただしこの議論は内容にまで踏み込んだものではなく、特許や論文の件数にのみ着目したものであることは注意が必要である。

・総括実施型研究(ERATO タイプ)

| ERATO | H11 | H12 | H13 | H14 | H15 |
|---|---|---|---|---|---|
| 論文発表数（報） | 10 | 0 | 6 | 30 | 36 |
| 比率(%) | 4 | 0 | 2 | 9 | 14 |
| 特許出願件数（件） | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 比率(%) | | 0 | 2 | 3 | 4 |
| 予算（百万円） | 0 | 126 | 494 | 583 | 976 |
| 比率(%) | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」石田秋生氏　プレゼン資料より

JSTでは以前から情報関係には取り組んで来ていたが、予算が増えたのは比較的最近である。図3．6 ◆ に示すように、2000年度あたりから徐々に増加して2004年度には基礎研究予算の10%強を占めるに至っている。ただし IT という名目で予算が配分されてはいるが、実態は情報関係とは言えないものも5%強あることには注意が必要である。(図3．5、図3．6)

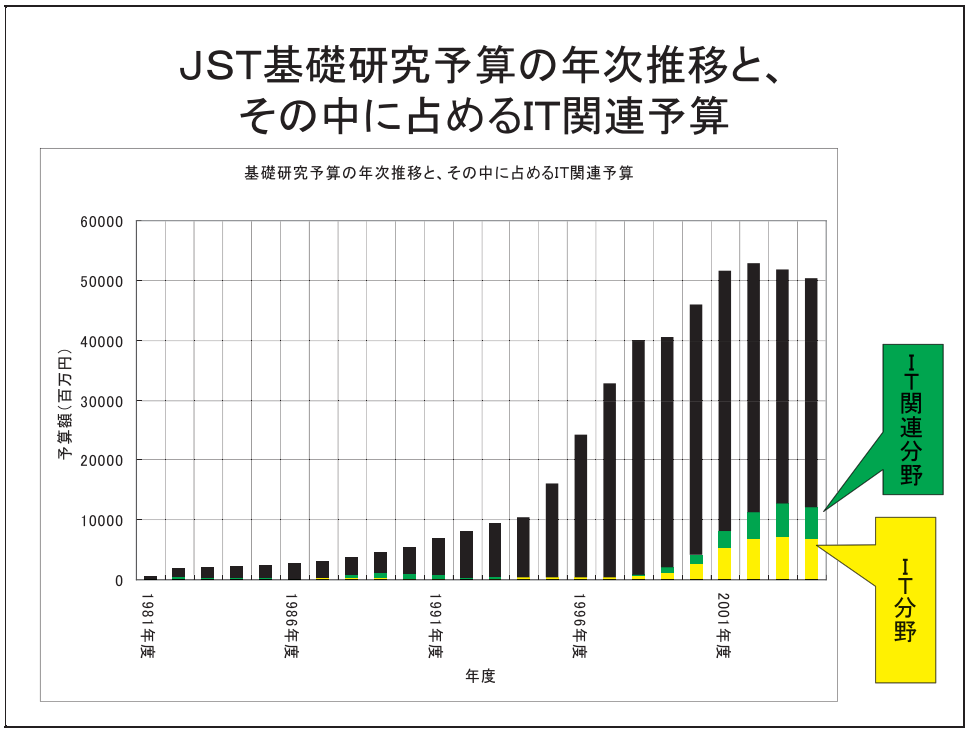


図3．5

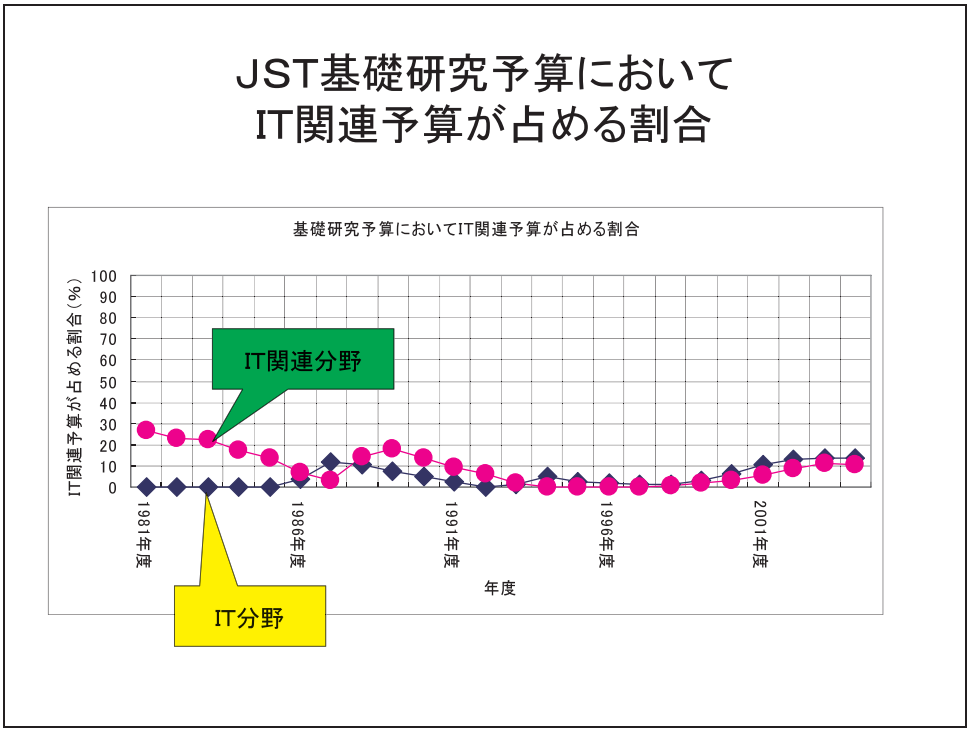


図3．6

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」石田秋生氏　プレゼン資料より

(3．2)情報分野の特徴・特殊性

(a)情報分野の重要性

世界各国とも情報分野を戦略的な重点分野に定めて注力している(図3．7)。

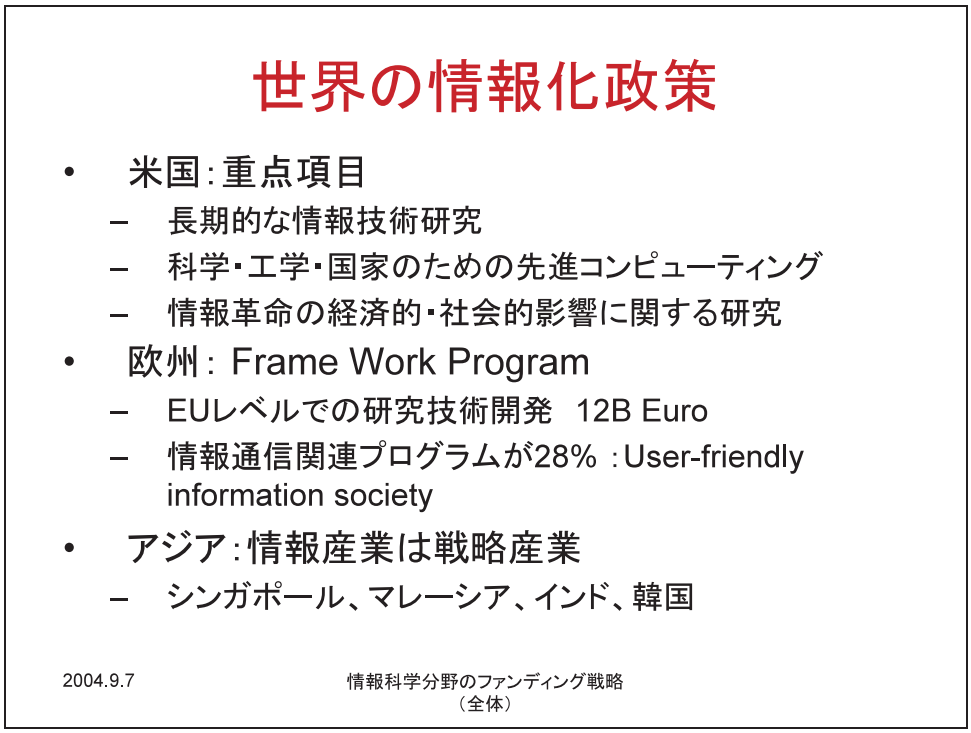


図3．7

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JSTのPriority Settingにむけて～」田中 英彦先生 プレゼン資料より

たとえば米国では情報革命が経済的・社会的に及ぼす影響も含めて長期的な情報技術研究を推進している。欧州では EUレベルでの研究技術開発(Frame Work Program)に12B Euroを投じているが、そのうち情報通信関連プログラムは28%を占めている。またアジアではシンガポール、マレーシア、インド、韓国などの諸国で情報産業は戦略産業と位置づけられている。これに対して我が国では、情報分野は「重点4分野」の一つには位置づけられているものの予算配分としては科学技術関係予算のうち 8%強といった程度であり、諸外国に比べるとその比率は極めて低い状況である(田中)。

情報技術は企業活動の「イネーブラー」であり、それなしでは新しい企業群、たとえば Amazon、eBay、Google などは現れなかったと言える（図3．8）。

## Demonstrated Value of IT(存在感)

- Fundamental technological ***enabler*** for Modern Enterprise
  - ***Enterprise Transformation***
    - AMAZON, e-Bay
    - WALMART ( largest data warehouse/data mining)
    - DELL( direct ordering/deliver integrated B2C,B2B) FEDEX
    - Google($20B)

図3．8

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」喜連川　優先生　プレゼン資料より

また科学分野においても「イネーブラー」の役割を果たしており、生物学、天文学（仮想天文台）、高エネルギー物理学（実験に代わるシミュレーション）、薬学（創薬シミュレーション）などにおいて必須の技術である（喜連川）（図3．9）。

- Fundamental technological enabler for computational science
  - VALUE: NEW SCIENCE(so far impossible without advanced IT)
  - Biology, Astronomy(virual observatory), High Energy Pyhisics(stopping experiments)  Drug design in medicine.

図3．9

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」喜連川　優先生　プレゼン資料より

現在のほとんどのシステムはきわめて Software Intensive になっており、ソフトウェアや OS、データベースマネジメントシステムに関するエクスパティーズを保有することは国としても必須である(喜連川)。

情報技術は、現在国策として進んでいる政治改革、地方分権、環境重視政策を支える技術である。また、国家のさまざまな分野の競争力を向上させる基盤である(白鳥)(図3. 10)。

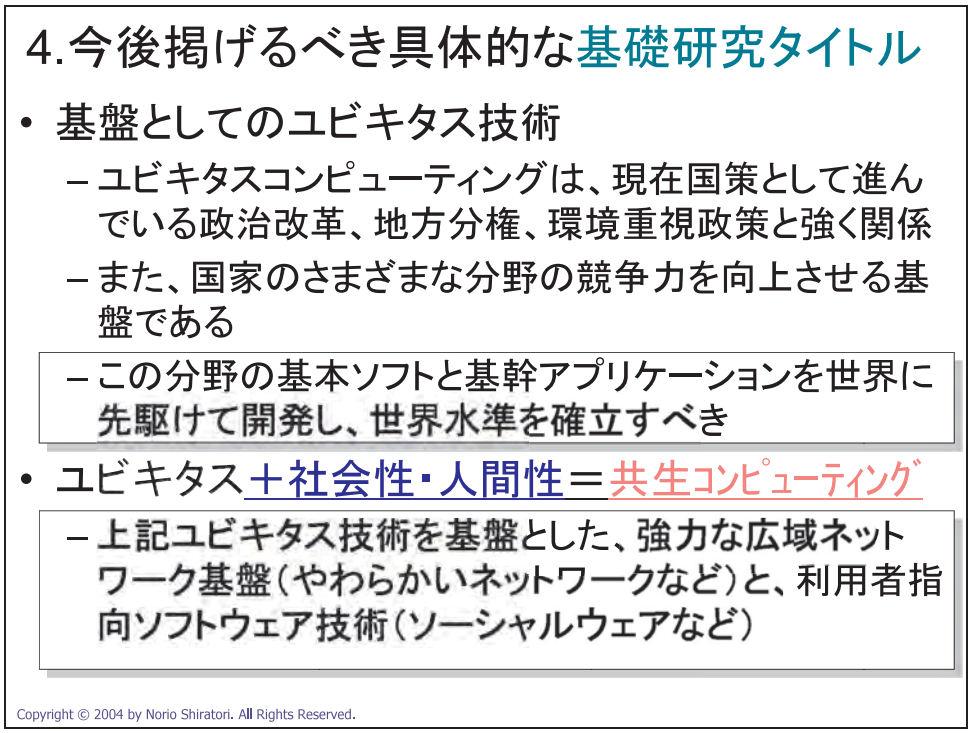


図3. 10

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」白鳥　則郎先生　プレゼン資料より

企業や国プロも含めて 10年先を見た基礎研究としては、 日本の成長を支える情報処理技術基盤が重要である(林)。

(b)情報分野のわかりにくさ

情報分野は非常に複雑であり、他分野の人が重要性を理解することが難しい。人類はソフトウェアのような複雑な論理を持ったシステムを構築した経験がない。たとえば携帯電話のマニュアルは自動車のマニュアルよりもはるかに分厚いことからもわかるように、ソフトウェアインテンシブなものは機能、論理が複雑である(井田)。

情報分野はエレクトロニクス、デバイスの研究者から見てもわかりにくい。たとえば「青色発光ダイオードを世界で初めて作った」といえばわかりやすいが、ソフトウェアは説明してもわかりにくい。そのためファンディングの必要性も訴えにくい(白鳥、喜連川)。

重要なことはいかに外部の人にもわかってもらえるようにするかということであり、単に複雑だと言うだけでは問題は解決しない。複雑なものをいくつかのレイヤーに切り分けて説明をするとともに、わかりやすいマイルストーンを提示する努力が必要であろう（井田）。

またアピールできる目標を掲げることが重要で、いわゆる「生活の知恵」をいい意味で考えるべきではないか（村岡）。

(c)ソフトウェアの特殊性

ハードウェアはジェネレーションがあって古いものが新しいもので置き換えられていく。これに対してソフトウェアは「腐らない」、すなわち昔の技術のベースの上に新しい技術が継承される要素が大きい。たとえばコンパイラはコンピュータが始まって以来ずっとその概念は変わっていない。そのためファンディングがなされにくいという側面があるのではないか（林）。

情報系は世の中で実際に使われないと意味がない分野であり、工学部で扱われている。しかしたとえば飛行機と比べるとものづくりの対象がはっきりしていない。はっきりしていないのに工学部にあるというのも、今さら議論しても始まらないことではあるが問題かもしれない（林）。

(d)情報分野の重要性に対する認識

図3．11は数年前に科学技術庁（当時）が行った技術予測の結果の一部である。

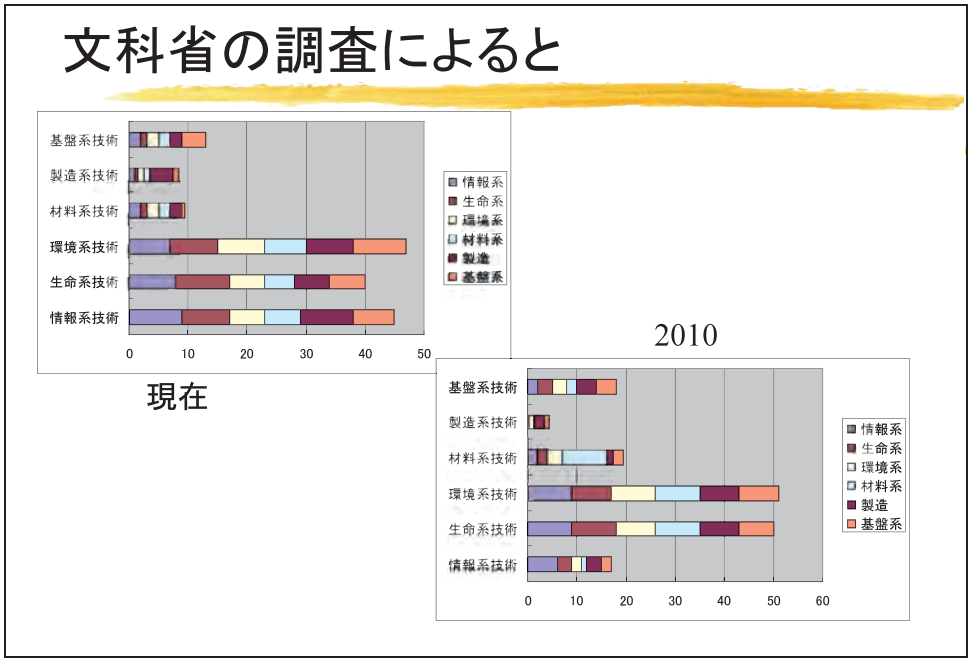


図3．11

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」村岡　洋一先生　プレゼン資料より

情報系、生命系、環境系、材料系、製造系、基盤系の各分野の研究者がどの分野を重要と思っているかをアンケート調査した。調査時点（数年前）では情報分野を重要とする意見が45%で、生命系、環境系とほぼ拮抗していた。しかし2010年における予測では生命系、環境系はそれぞれ50%に伸びているのに対して、情報系を重要とする意見は約17%と著しく減少している。とくに他分野の研究者からはそれほど重要な分野とはみなされていないことがわかる（村岡）。

過去20年にわたってコンピュータサイエンスを志望する学生数は減少しており、Carnegie Mellon University では志望者数が、2001年の3200名から今年は2000名に減っている。その理由のひとつとして、コンピュータサイエンスが従来余りにも実用的側面を重視してきた結果壮大な可能性が感じられなくなり、学生から見て魅力のない学問と見られるようになったためではないかと考えられる（村岡）（図3．12）。

このようにアンケートなどからは情報分野の重要性に対する認識の低下が見られるが、これがそのまま、情報分野の重要性が減ると考えることは短絡的である。この分野の分かり難さ（上記（b）参照）やソフトウェア分野の特殊性（上記（c）参照）、実用性などが関係した結果であり、この分野自体の重要性は上記（a）で述べたように今後ますますあらゆる学問・科学技術の基盤としてのキー技術となることに変わりは無い。

**今年、カーネギーメロン大学のコンピュータ学科に志願した学生数は2000名だった**
（2001年の志願者数は3200名）

- 近年見られる学部生の減少傾向は、ここ20年間続いてきたコンピュータ科学を学ぶ学生数減少という、もっと大きなトレンドの一部に過ぎないという。この20年にわたる減少傾向は、1990年代後半のインターネットバブルの影響で、一時的に歯止めがかかっていただけ根本的な問題は、コンピュータ科学が取り組み甲斐のある分野であることを世間にアピールできていない点にある。
- これまでコンピュータ科学の分野では、マシンを通して人類の文化を発展させることの面白さよりもむしろ、実用的な側面を宣伝することに重点が置かれてきた。そのため、壮大な可能性を感じさせる生態学や化学と比べて、魅力のない学問だと世間から思われるようになってしまった。
- 「VoIPやEコマースなどと言われて、コンピュータ科学が、宇宙の歴史を紐解くことより魅力的な学問だと思う人は少ない」（Lee）

図3．12

出典：FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」村岡　洋一先生　プレゼン資料より

このようにアンケートなどからは情報分野の重要性に対する認識の低下が見られるが、これがそのまま、情報分野の重要性が減ると考えることは短絡的である。この分野の分かり難さ（上記（b）参照）やソフトウェア分野の特殊性（上記（c）参照）、実用性などが関係した結果であり、この分野自体の重要性は上記（a）で述べたように今後ますますあらゆる学問・科学技術の基盤としてのキー技術となることに変わりは無い（田中）。

情報分野の重要性についての認識が不十分である別の原因としては、情報分野がますます「基盤技術」化していることも挙げられる。上記のように情報分野はあらゆる産業、学問の基盤となっているが、逆にそれゆえに日常的なものになり、人々が情報分野をとりたてて意識しなくなっている要素もあると考えられる。そのために実際に情報分野に携わっている、あるいはその恩恵を受けている人の数は膨大であるにもかかわらず、情報分野を重要と考える人の数は減少しているように見えるのではないだろうか。前述した情報分野の特殊性やわかりにくさを克服して誰でもが情報機器を無意識に使いこなせるようにすることは、今後の社会からの、必須の要請である。その結果として人々が情報分野の重要性を意識しなくなるという必然の結果を招く。これは当然の方向であるが、現状はそういう理想環境からは程遠い。上記のような理想的な状況に情報科学技術を持ってゆくためには、インターフェースやディペンダビリティ、知能科学など、まだまだ多大な研究開発が必要である（田中）。

すなわち、情報分野を「基盤技術」として誰でもが意識しないまでに高度化するには、情報分野の研究を一層専門化・深化させていかなければならない。これはより高度な情報分野の開拓であり、より人間に近い知能、高性能処理、高度なインターネット利用、全く新しい情報処理方式や機器、などの研究が必要である。このような研究によって、誰でもが情報機器を高度に使いこなす抜本的なITリテラシー（情報処理駆使能力）の向上が可能となり、引いては国力の向上に繋がる。逆にこのような高度な研究が遂行可能であるかどうかは、その時代の国民がもつ IT リテラシーのレベルに依存する。低レベルの環境下では、高度な情報環境の研究は不可能である。この観点からも、単に自分たちだけでこの分野が重要であると思っているだけでは不十分で、情報分野の研究に対するファンディングの必要性を、社会に広く理解してもらうためのアピールを強く行っていくことが重要である（田中）。

## (3．3)情報分野における国のファンディングのあり方

(a)ソフトウェア研究に対するファンディングの型

情報分野にもっとファンディングが必要ということはわかるが、本当に資金不足なのか、もっとお金をかければもっとよい研究ができるのかを真剣に考えてみるべきである。逆に言えば、もし資金が不足であるならば何をやるのにいくら足りないのかを明示的にアピールしないと今の構図は変わらない(村岡)。

ソフトウェアの研究は装置型ではない。装置型の研究は最初に大きな投資をして装置を購入すればあとはそれを使って実験をしていけばよいが、ソフトウェア研究では人材が装置でありむしろあとの方ほど投資が必要になる。今の制度では人材が育ってきていいソフトが書けるようになってきたところでファンディングが途絶えてしまう(産業技術総合研究所　グリッド研究センター　関口　智嗣　センター長)。

ソフトウェアとハードウェアのお金のかけ方は研究フェーズかものづくりフェーズかで異なる。ものづくりフェーズではハードウェアもソフトウェアもお金のかけ方はあまり違わない(林)。

(b)国のファンディングの方向性

情報分野はハードウェア、ソフトウェアの総合分野であり、単に局所的な成長分野にのみファンディングしても効果は薄い(白鳥)(図3．13)。

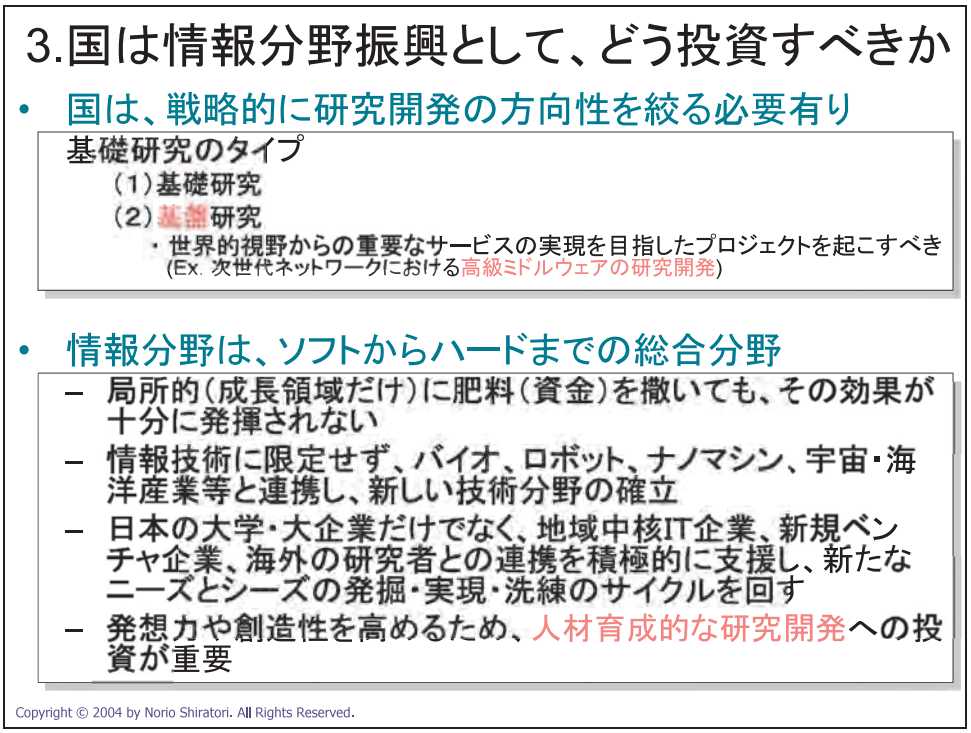


図3．13

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」白鳥　則郎先生　プレゼン資料より

国でなくてはできない研究をサポートしてほしい。たとえばGRIDなどのソフトウェア基盤など。また成果を、出来たソフトウェアだけで見るのではなく人材育成の観点からも見る必要がある（井田）。

長期的な観点からファンディングしてほしい。現在アメリカは成果を重視しすぎて短期的視野での研究が多いように感じる。数値目標が立てやすく評価しやすい研究領域は、ファンディング側もサポートしやすい。むしろそれが難しい領域をサポートしてもらいたい。その場合、研究の評価ができる名伯楽が必要で、それが日本の次の世代を決するのではないか（喜連川）。

（c）現在のファンディング制度の問題点

従来の評価基準で情報分野の研究の人やファンディングを決めているところに問題がある。たとえば産学協同で国のプロジェクトをやっても大学の先生の給料は変わらない。ただ大学も少しずつではあるが変わりつつある。数年前はプロジェクトを取ってくると事務の人からは仕事が増えると嫌がられたが、最近は変わってきている（白鳥）。

JSTとしても非常に悩ましい問題である。大学の先生方にも人件費を払えないのか政府全体の議論がある（石田）。

この問題はファンディングを受ける大学側にも問題がある。科研費で人件費が出せるようになっても大学側の規制がある。国立大学が独立法人化されたので規制をなくす方向で考えるべきである（中央大学　理工学部情報工学科　土居　範久　教授）。

企業が国のプロジェクトに参加したときにすべての人件費が出ないことが多々有り、企業がプロジェクトに参加する場合の障害となることが多い。大学には教育と研究の二つの機能があるが、大学の先生の給料は教育の費用から出されている。一方評価は研究で行われるというねじれ現象がある（林）。

今のファンディング制度は大学院生の人件費がタダということが前提になっている。今は時代が変わった。たとえばポスドクを一人雇えば 600 万円くらいはかかる。研究室全体では数千万円が必要になる。人件費にお金が割けるような仕組みが必要である（井田）。

（d）アメリカとの比較

アメリカで国がサポートしている研究は、たとえばTera　Gridなどのインフラ作りが相当に大きな位置を占めている。またシステムとして実用的なものの構築にファンディングされている（村岡）。

国としてのサポートはテーマも大事だがいかにサポートするかが重要である。NSF を見ると HPCC、ITR、Cyber Infrastructure などの umbrella 的なテーマ、あるいは Cross Cutting と呼ばれる複数のエリアの融合されたテーマには$B 規模の大きなファンディングを出しており、それぞれの中での特徴がうまく出せるようなものを引っ張っている。NSF のグランドプロポーザルを見るとほとんどすべての基礎的なコンピュータ

サイエンスが含まれている。ファンディングの施策としては幅広いもののほうがよいのではないか（喜連川）。

(3．4)情報分野研究の方向性

重要であるにもかかわらずこれまで不当に扱われてきたテーマの再訪、とくに基盤技術の確立が重要である。産業に大いに寄与しうるテーマで、かつ垂直統合的テーマ(理論から応用までカバーするもの)が望ましい。また他分野(バイオ、環境、認知、ナノテク技術など)との融合領域も研究テーマとして重要である(村岡)。

国は戦略的に研究開発の方向性を絞るべきである。基礎研究には狭義の基礎研究と基盤研究とがあるが、基盤研究としては世界的視野からの重要なサービスの実現を目指したプロジェクトを起こすべきではないか。たとえば次世代ネットワークにおける高級ミドルウェアの研究開発などもその一例であろう(白鳥)(図3．14)。

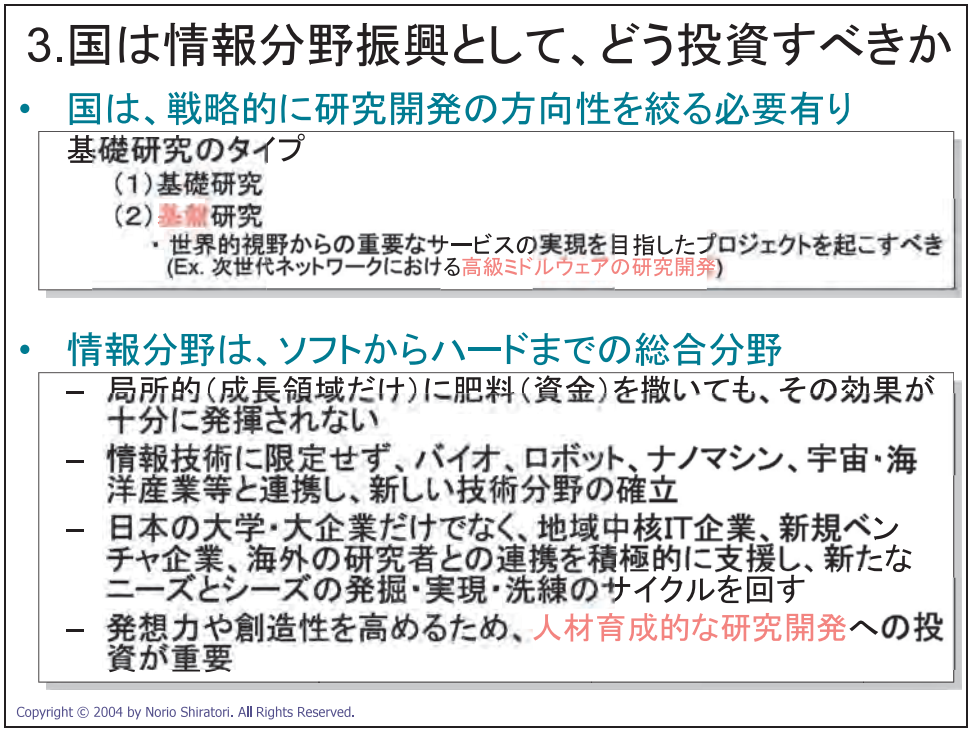


図3．14

出典:FIT2004「情報科学技術分野のファンディング戦略
～JST の Priority Setting にむけて～」白鳥　則郎先生　プレゼン資料より

10年先を見た基礎研究としては、日本の成長を支える情報技術基盤が最重要である。とくにものづくりと知識創造活動において日本が圧倒的に優位に立てる基盤技術が必要であり、それは高度な情報技術である。また基礎研究だけでなく実用化研究を並行して進める必要がある。同時に企業との共同研究のプロセス、成果評価に関する研究も必要であり、企業(製造現場やビジネス)のニーズや課題の理解とそこからの評価・フィードバックが重要である(林)。

## 4.　具体的な研究テーマ

### (4. 1)ソフトウェア技術

(a)ソフトウェア作成高度化技術

ソフトウェアの開発工数を減らすため、ソフトウェアの自動合成、自動検証技術の研究。

具体的な研究テーマとして下記などが挙げられる。

① 高レベル仕様表記法:高レベルな仕様を記述できる方法論の確立
② プログラム自動合成技術:仕様からプログラムを自動合成する技術
③ プログラム検証技術:プログラムの誤りを検出し、さらに正当性を検証する技術
④ 自動仕様書作成:プログラムから仕様書を作成する技術

(b)サーバサイド・コンピューティング・サービス

ソフトウェアの開発・流通・利用を促進するために、ソフトウェアをサーバ側で実行し、クライアントはサーバに計算サービスを依頼して結果を受け取る、サーバサイド・コンピューティングの技術開発と、サーバーサイドコンピュティングの考え方に基づいたサービスを促進するための総合的な研究。

具体的な研究テーマとして下記などが挙げられる。

① セキュリティ技術:サーバ資源、クライアント情報、クライアント資源の保護
② 負荷分散技術:高負荷分散処理とそのための負荷予測技術
③ 検索技術:最適サービス検索技術、自動評価のためのネットワークロボット
④ サービス共通 API:サービスの種類に応じたサーバ共通の API による利用促進技術

### (4. 2)生産技術(もの作り基盤技術)

設計の初期の段階からコンピュータを活用し、対象をモデル化し、仮想的な製品をコンピュータの中に作り上げることにより、実際の試作・製造の前に各種検証を完了できる、コンピュータ環境、シミュレーション技術、CAD／CAM／CAE技術の研究。

具体的な研究テーマとして下記などが挙げられる。

① 高速シミュレーション技術:高速計算アルゴリズムとコンピュータシステム
② モノつくり仮想化環境:対象世界のモデリングとその動作環境
③ 組み込み型システム技術:仮想化世界と実世界のインタフェース技術
④ CAD／CAM／CAE:設計支援技術の構築

(4．3)バックヤード系技術

(a)Super Resilient System

問題箇所の同定、その修復、あるいは進化システムを持った超高信頼性システム構築の研究。

具体的な研究テーマとして下記などが挙げられる。

① resilient 化技術

② 巨大システムモニタリング技術

③ 回復技術

④ 進化技術

(b)セキュアOS

インターネット利用が増大する中、サイバー空間からの攻撃に対しては個人に任されているのが現状である。誰もが安心／安全／快適にインターネットを使用できるOS技術の研究。

具体的な研究テーマとして下記などが挙げられる。

① 強制アクセス制御

② 最小特権

③ 侵入検知機能

(4．4)情報管理技術

(a)情報爆発にむけたサイバーインフラと情報融合

情報の構造化による情報価値の抽出と統合的管理。さらに抽出情報の信頼度を推定する方法の研究。

具体的な研究テーマとして下記などが挙げられる。

① 情報融合化方式

② 情報融合によるデータ管理

③ 情報トラスト

(b)永年情報アーカイブ

爆発的に増大する情報をいつでも利用可能にする情報金庫構築の研究（蓄積装置、蓄積方法、検索方法の研究を含む）。

具体的な研究テーマとして下記などが挙げられる。

① 永年アーカイブ技術

② 超インテリジェント検索機構

(4．5)知識高度利用技術

インターネットの普及により、大規模な知識ベースが構築され始めた。この大規模知識ベースを自由に活用するために知識の体系化、統合化を自動でおこなう技術、また、蓄積された知識を高速に、高度に扱うための検索技術、共有化技術の研究。

具体的な研究テーマとして下記などが挙げられる。

① 知識共有技術:ドメインオントロジの確立
② ドメイン毎の知識体系化:オントロジに基づく対象世界のモデリング
③ 知識検索技術:知識を高速、高度に検索する技術
④ 知識統合化技術:多面的な利用を可能とする知識の統合化

(4．6)システム開発

(a)共生コンピューティング

ユビキタスコンピューティング技術では解決されない実世界と仮想世界(インターネット上の情報空間)との共生を実現する新しい情報処理概念の創生を目指した日本発の独創的な研究。

具体的な研究テーマとして下記などが挙げられる。

① 社会的現実感創生技術
② 感覚的現実感創生技術
③ フレキシブル・ネットワーキング技術
④ 共生エージェント・プラットフォーム

(b)超低価格インフラ構築技術

情報通信インフラに多額の投資をできない所のために安価にインフラを構築するための技術の研究。

具体的な研究テーマとして下記などが挙げられる。

① 超低価格ネットワーク技術
② 超低価格ネットワーク技術用超ロバストミドルウエア
③ アプリケーション開発

## 5.　JST のファンディングのあり方

### (5. 1)現状

第3章(3－1)「情報分野に対するファンディングの現状」で明らかになったとおり、JSTにおける情報分野へのファンディングは過去5年ほどの間にようやく基礎研究予算の10%程度にまで増加はしてきたがまだ絶対的に少なく、とくにソフト基盤やコンピュータ科学の基礎(OS、言語、ネットワーク)へのファンディングはきわめて少ないのが実情である。

### (5. 2)望まれるファンディングのあり方

大きな流れは競争的資金、プログラムオフィサーということであろうが、その際にオープン性が非常に重要である。米国ではワークショップなどにより議論がされ、テーマが実際のものになるまでにいくつかのステップを踏んでいる(村岡)。

国は戦略的に研究開発の方向性を絞る必要がある。とくに基盤研究の分野で、世界的視野から重要なサービスの実現を目指したプロジェクトを起こすべきである。その一例は次世代ネットワークにおける高級ミドルウェアの研究開発である。また情報分野はソフトからハードまでの総合分野であり、一部の成長領域にだけファンディングしても効果は期待できない。情報技術単独ではなく、バイオ、ロボット、ナノマシン、宇宙・海洋産業等と連携した新しい技術分野の開拓を目指すべきであろう(白鳥)。

重要性や緊急性の高いテーマには集中的な投資が必要である。その際、研究開発の狙いや可能性を的確に判断できる目利き、伯楽が決定的に重要である。したがって長期的にはそのような的確な評価のできる人材の育成が重要である。また企業と大学が協力できる長期のプロジェクトを可能にするファンディングシステムが必要である。ただし成果の評価を厳格に行うことは勿論必要である(白鳥)。

国がどのようなテーマにファンディングするべきかも重要だが、どのようにファンディングするかも重要である。米国では Cross Cutting と呼んでいるが、他分野との融合を促しそれぞれの中での特徴がうまく出せるようなテーマ設定が望ましい。NSF のアプリケーションを見るとほとんど全ての基礎的なコンピュータ科学分野を含んでいる。ファンディングの施策としては広く考えた方がよい。最近の米国の動向を見ると成果を重視する傾向が強いように感じる。我が国はむしろ長期戦略をもって進めるべきであろう。その際最も重要なのはやはりシニアなディレクター、伯楽であり、数値目標が立てにくい研究領域への支援を期待したい(喜連川)。

国民の税金を使った大規模ファンディングを受ける研究では、新規性だけを追い求めるのではなく、必ず約束したものを作り上げる、提示した目標に到達するという覚悟が推進する研究者側に必要ではないか。その意味では、「愚直」と思われるほどの一連の研究作業をも厭わない覚悟が研究者に必要と思う(井田)。

重要なのはやはり魅力のあるテーマである。人材育成については我が国は特殊な状況にある。たとえば携帯電話のソフトを作っている人に情報工学科や情報科学科の卒業生はいない。プログラミングに携わる人を尊重しないという風潮があり、我々自身がしっかり反省する必要がある。そういうことを考えた上で出てきたものをJSTに担当してもらうという形が必要である（土居）。

## 6.　むすび

### (6．1)方向性

今回のワークショップの議論を通じて出された今後の方向性は以下のように整理される。

① 情報分野はあらゆる企業活動、生活、学問の基盤となる重要な分野である。それにもかかわらず現状ではそれにふさわしいファンディングがなされているとは言い難い。また情報分野ではとくに人材育成が重要であるがそれも十分には行われていない。

② 情報分野は国民から見てわかりにくいので、わかりやすい説明をする努力をするべきである。その研究がどのように社会に貢献するのかを前面に出して説明するべきである。

③ 自然の摂理を対象にする研究に対して、情報分野は従来余りにも人工物を対象にして実用的側面を強調してきた。そのため研究に壮大な可能性が感じられないのではないか。しかしこれはそのまま情報分野の重要性が減ることを意味しない。魅力あるテーマを設定するとともに社会に対するアピールを強く行っていくことが重要である。

④ 効率至上主義ではなく人と共生するための情報科学技術(たとえば共生コンピューティング)の研究を訴求するべきである。

⑤ 情報分野を単独で考えるのではなく、IT(Information Technology)、BT(Bio Technology)、ET(Environmental Technology)、CT(Cognitive Technology)、NT(Nano Technology)などの融合領域を検討すべきである。

### (6．2)具体的な研究テーマ

① ソフトウェア技術
－ソフトウェア作成高度化技術、ソフトウェア要素・基盤技術、サーバサイド・コンピューティング・サービス

② 生産技術(もの作り基盤技術)
－もの作り仮想化環境、組込型システム技術、CAD、標準化指標作成

③ バックヤード系技術
－Super Resilient System、Processor Architecture、Secure OS

④ 情報管理技術
－情報爆発にむけたサイバーインフラと情報融合、永年情報アーカイブ

⑤ 知識高度利用技術
－知識共有技術、ドメインごとの知識体系化とその高度利用

⑥ システム開発

－共生コンピューティング、開発途上国向けIT、単機能でも良いので日本製の優れたソフトウェアインフラ

（6．3）総括

情報分野について研究者側とファンディングエージェンシー側がこのような議論を行ったことは従来にはなかったことであり、今回 FIT の場において実現したことは意義のあることであったと思われる。情報分野の特殊性、外部の人とくに Tax Payer にいかに理解してもらうかが重要ということが改めて浮き彫りになった。会場からは、このような機会を一度だけに終わらせず引き続き開いて欲しいとのコメントもあり、関係者には興味を持っていただいたと思われる。この議論をもとに今後 JST において適切な戦略作りに役立てて行きたい。

末筆ながら、今回のイベント企画のコーディネータを務めていただいた田中英彦先生、パネラーとしてご参加いただいた村岡洋一先生、白鳥則郎先生、井田哲雄先生、喜連川優先生、林弘常務取締役、講演いただいた石田秋生部長、また企画段階でご支援いただいた萩谷昌己先生、湯浅太一先生ほか関係者に感謝いたします。

学会戦略セッション
「FIT2004　第3回情報科学技術フォーラム」
情報科学技術分野のファンディング戦略
ーJSTのPriority Settingにむけてー
報告書

平成17年2月

独立行政法人科学技術振興機構
研究開発戦略センター

Copyright 2004 by CRDS/JST

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。