

次世代研究探索プログラム（工学編）

Research on Advanced Research Field in Engineering

 キーワード

次世代研究、シニア・レビュー+ピア・レビュー融合方式調査、
戦略研究

1. 調査の目的

近年、科学技術創造立国を目指して、基礎研究振興の必要性が強調されている。しかし応用研究・開発研究から切り離された基礎研究が画期的な成果を必ずしも生み出すとは限らない。科学研究はそれほど単純な構造ではない。もともと科学研究は、「仮説の提唱とその実証（一次モデル）」と「展開と標準化（二次モデル）」と整理され、更に一步進めて考察すると「実社会との融合・統合（三次モデル）」が必要である。そして各モデルの間を繰り返し循環する構造を持つものと考えられる。これが次世代に求められている科学研究のモデルであり、「基礎 応用・開発」という単線的発展構造のみが科学研究の道筋とはいえないであろうか。このような循環の第一歩として従来の基礎研究と応用研究の中間のカテゴリーとして「戦略研究」という概念を取り入れる方策が登場してきている。その意味するところは「実用を目的としながら、しばしば基本問題の解明にまで溯って進める必要がある研究」であり、これは今後、我が国が科学技術創造立国として発展していくために不可欠な概念であるといえよう。工学分野における、こうした観点からの次世代研究のテーマ探索が今、緊急の課題といえよう。

そこで、本調査研究プログラムでは、「次世代研究探索研究会」（工学編）を設け、我が国全体としていかにしてこうした次世代研究を盛り上げていくべきかについて研究することにした。その一環として委員会は工学の各研究分野で先端的な研究を推進している国内研究者に向けて、画期的で独創的な研究課題としてどのような課題があり、どのような研究者がいると意識されているかについて広くアンケート調査ならびに面接調査を実施した。

2. 調査研究成果概要

2.1. 調査の方法

現在、我が国は科学技術基本法（1995年）の制定、科学技術基本計画の策定（1996年）を踏まえて、科学技術全般にわたる基盤強化を図ろうとしている。しかし、ブレークスルーを目指す研究はそれ自体、野心的かつ個性的な側面を持ち、制度的に処理しにくく、コンセンサスをとって進めるようなものではなく、そうであるがゆえに意識的に高品質な「次世代の発展を支え世界的に注目を集めるチャレンジングな科学研究」、すなわち、『次世代

研究』の組織的な発掘を行う必要があるとの指摘がある。

次世代研究探索プログラムは上記の問題意識に踏まえ、科学技術基本法 の精神に沿って、我が国が世界に誇るべき純正研究、次世代の発展を支え、世界的な注目を集めるチャレンジングな研究、あるいは応用研究の萌芽を発掘することを目的に、1997年に最初に実施された調査研究プログラムである。

1)シニア・レビュー+ピア・レビュー融合方式

次世代研究探索プログラムが採用した調査研究方法は、同プログラム(工学編)の総括責任者であった和田昭允氏(理化学研究所ゲノム研究センター長)が考案したものである。

まず対象分野であるが、今回の調査研究プロジェクトにおいては平成9年度に実施された理学編に続いて工学分野を対象として実施された。

同プログラムにおいては、独創的な次世代研究は独創的方法で発掘しなければならないと考え、和田氏の創意により従来の「ピア・レビュー方式」と「シニア・レビュー方式」の両者を組み合わせた独特のレビュー方式を試みた。

和田氏自身による、この方式の説明を以下に引用する。

「...我が国では研究助成対象の選定は、主として政府や財団から選ばれた選考委員が、かなり広い専門分野からの多くの申請書を検討するシニア・レビュー・システムである。経験を積んだシニアの広域的な知識と良識にたいする信頼の上に成り立っている。

これと対極的なのが米国のシステムであって、専門に近い複数の同僚が申請書を採点する、いわゆるピア・レビュー・システムである。

これらには、ものの見方の広域性や先見性、専門知識の深さ、研究者間の人間関係、科学の進歩にとって多数決方式は意味があるか？

などのいろいろな問題が含まれており、一長一短がある。また、選考事務にかかる手間と時間と経費などの重圧も複雑に絡んでくる。筆者は責任感と先見性を持った、優れたシニアがいれば前者が、それがいなければ後者が優れていると考えるが、現実的にどちらが優れていると即断する事は慎重であるべきと思う。本調査では両者の複合方式を試みる...。」

まず、次世代研究探索研究会第1層委員会を工学の4分野、すなわち情報・電子・通信工学系、機械・エネルギー・宇宙工学系、材料・物質・生命工学、建設・環境工学系の有識者を主査として組織した。第1層委員会委員の推薦によって、4分野ごとの先端的研究者による第2層委員会を組織した。第2層委員会は、4分野について期待される次世代研究テーマについて適確な見識を備えていると期待される国内先端的研究者を各50~60名

を推薦した（実績合計 1,235 人）。

このアンケート被調査者集団を便宜上、孫集団と呼称する。同様に第 1 層委員会を祖父委員会と呼称し、第 2 層委員会を親委員会と呼称する。このことから本調査が独特な祖父、親、孫の 3 層構造を形成しているということが理解されよう。

図 1 . シニアレビュー + ピアレビュー融合方式調査の階層構造

第 1 層委員会（総括責任者：岩崎 俊一 氏）

第二層委員を推薦 + 調査結果全体をレビュー



第 2 層委員会（情報・電子・通信工学系、機械・エネルギー・宇宙工学系、
材料・物質・生命工学、建設・環境工学系）

アンケート・面接調査候補者を推薦 + 調査結果をレビュー



孫集団（アンケート被調査者集団）

孫集団が期待される次世代
研究テーマとその担い手の
研究者を推薦



本調査ではこの孫集団に対してアンケート調査と面接調査を実施した。アンケート調査と面接調査の詳細は本編で紹介する。

調査結果を第 1 層・第 2 層の委員のレビューに供し、各委員の率直な意見を編集した。あわせて、密度の高い意見抽出を意図して、限られた人数ではあったが面接調査を行った。

これらの結果を総合して、自然科学の広い分野における研究者と研究課題のネットワークをキーワード・インデックスの形で描き、多くの課題と研究者を鳥瞰することに役立つべく試みた。我が国における研究動向の把握、研究における過密あるいは過疎の状況、近隣分野との関係、研究者や研究分野間の思いがけない相関の発見など、柔軟な活用が期

待される報告書として作成した。

2) アンケート調査と面接調査の詳細

先ずアンケート調査の詳細である。調査対象研究者の選抜は次のように実施された。第2層委員会で、次世代研究テーマとして期待できるテーマを挙げていただけそうな先端的研究に従事する研究者をアンケート調査対象者として抽出した。また岩崎総括責任者の推薦により、日本学術会議第5部会員全員も調査対象研究者として選出した。そして記述式アンケート調査票を1,235人に発送したのである。

アンケート調査

工学編研究会分科会（第二層）委員により推薦された国内研究者に対して、アンケート調査を実施し、工学分野における次世代研究テーマとして有望な研究テーマとその担い手となる研究者を推薦していただいた。なお電子メール・アドレスが判明する研究者についてはオンライン・アンケートを実施することも部分的に検討した。

工学編研究会によるシニアレビュー

アンケート調査結果を、各分科会委員がレビューを行った。

面接調査

特に分科会委員の強い推薦のあった研究者及びアンケート調査結果から興味深い研究に携わる研究者に対しては面接調査を実施した。

調査研究期間：平成10年10月1日～平成11年3月19日

2.2. 調査研究結果概要

期待される次世代研究テーマ

本調査研究の結果、下記の表に第1層並びに第2層委員会が推薦した分野別次世代研究テーマである。

第1層別委員の推薦次世代研究テーマ一覧			
機械・エネルギー・宇宙系	エネルギー・環境	バイオ	ミクロ
材料・物質・生命系	マイクロサイエンス技術	循環型生産システム要素技術	地球環境工学の展開
環境・建設系	個人個人のライフスタイルが地球環境に与える影響分析	安全性が安心と結びつく対策と政策の総合評価法	PPP・incrimination・mitigation

第2層分野別委員の推薦次世代研究テーマ一覧

機械・エネルギー・宇宙工学系委員の推薦テーマ			
1	エネルギー・環境	バイオ	ミクロ
2	ニューガラスの成型技術	海洋由来の生理活性物質の探索と利用	紙のように薄いアクチュエータ
3	マイクロシステム工学（ミクロとマクロの中間新領域の工学の構築）	材料物性（永遠に必要な不可欠な課題）	分子熱工学（今後発展さすべき熱工学の新領域）
4	マイクロスケール場の熱移動（ナノテクノロジー）	環境調和型都市エネルギーシステム（社会問題を含めて）	広義のエネルギー変換技術（燃料電池、マイクロガスタービンなど）
5	マルチレベルのシステムインテグレーション	ミクロとマクロを統合した材料強度評価	高齢化社会に対応するバイオメカニクス研究
6	人間中心の機械システム化技術の研究	マイクロ・ナノマシン技術の研究	生物型機械システムの構成論的研究
情報・通信工学系委員の推薦テーマ			
1	次世代インターネット	「場」の研究	知的社会基盤工学
2	高度情報化社会の信頼性確保	大規模言語資源の作成と共有化	知的社会基盤工学
3	階層化インターネットプロトコル型コンピュータネットワーク	ネットワーク対応インテリジェントシステムLSI	超微細超大規模システム創出科学的生産方式
環境・建設工学系委員の推薦テーマ			
1	建築における工学の有効性と限界	公共の意味とその定着	全員参加型建築生産システム
2	地震予知の実用化	地震動予測	地盤と建物の連成
3	既存土木構造物の診断と補強	廃棄物処理と土壌汚染	構造物の塑性領域での挙動と破壊過程の解明
材料・物質・生命工学系委員の推薦テーマ			
1	塩素の循環技術体系	マイクロサイエンス技術	自己組織化による材料プロセス
2	医用・医療工学	環境工学	食糧工学
3	ポスト0.1 μm微細加工技術	酸化物エレクトロニクス	量子コンピューティング
4	生物材料の解析と高機能化	材料開発と材料解析	材料の極微細立体加工
5	マイクロサイエンス技術	循環型生産システム要素技術	地球環境工学の展開

アンケート調査結果

次世代研究探索プログラムにおいては、わが国の先端的研究者 1,235 人へのアンケート調査を実施し、回収数 : 375 通 (内有効回答 337 通)、回収率 : 30.4 % (有効回収率 27.3 %) の結果を得た。その概要を以下に紹介する。

アンケート対象者は、機械・エネルギー・宇宙工学系、材料・物質・生命工学系、情報・電子・通信工学系、環境・建設工学系各分科会委員会委員の推薦によって国内において先端的研究に従事していると考えられる国立研究機関、公設試験研究機関、国公立大学、企業等の研究者 1,235 人 (学術会議第五部会員、29 人を追加として含む) を選出した。

[アンケート調査集計結果]

1) 推薦された次世代研究テーマの概要

研究テーマの件数

機械・エネルギー・宇宙工学系、材料・物質・生命工学系、情報・電子・通信工学系、環境・建設工学系各分科会の各分野で推薦されたテーマは合計で 696 件が抽出された。内訳は下記の通りである。

表 1 . 推薦された各分野別次世代研究テーマの件数

分野	テーマ数 (件)
機械	263
物質	193
通信	83
建設	157
合計	696

アンケート調査で、次世代研究の重要な担い手として推薦された研究者数は総数で 1,384 人であった。これは重複を含んだ数値である。

3) 数多く推薦された研究テーマの特徴

アンケート調査で回答者に多数推薦 (5 件以上) された研究テーマ (それを担う研究機関を含む) を以下に分野別に示す。

- 機械・エネルギー・宇宙工学系分野で多く推薦された次世代研究テーマ -

推薦件数	推薦された研究機関	推薦された研究テーマ
5	東北大学	超精密マイクロ加工 マイクロスケールエンジニアリング マイクロマシン 海洋を用いたCO ₂ 吸収と投棄システムの確立 バイオエンジニアリング
6	東京大学 東京大学工学系研究科 東京大学工学部 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻	乱流制御 マイクロ・ガスタービンの開発研究 乱流の摩擦低減法に対する直接数値シミュレーション 熱流体工学の分野で機能性熱流体デバイスの創生とシステムの総合デザインの体系化 超小型ガスタービンを利用した分散型エネルギーシステム
5	東京大学生産技術研究所 東京大学生産技術研究所 東京大学生産技術研究所 東大・生研 東大生産技術研究所	材料・機器の冷却の高速化・高効率化 エネルギー貯蔵に関する研究 自然エネルギーの開発 エネルギーシステム工学 微小スケールにおける熱流動
6	宇宙開発事業団	宇宙輸送系 完全再使用型宇宙輸送システム スペースデブリ 完全再使用型宇宙輸送機技術 大型宇宙構造物技術
8	宇宙科学研究所	宇宙推進（電気推進を含むアドバンスド推進）・Advanced Propulsion 自律系ロボティクスの研究 完全再使用型宇宙輸送システム 宇宙輸送系 スペースデブリ 完全再使用型宇宙輸送機技術 大型宇宙構造物技術
8	金属材料技術研究所	超鉄鋼材料 長寿命域での疲労強度評価 リサイクラブル・マテリアル
		超伝導材料 数値計算による材料強度評価 強度評価体系の確立 微細構造の強度

12	工業技術院機械技術研究所	<p>生命工学 エネルギー・環境 ナノテクノロジー 環境調和型都市エネルギーシステム 人間と調和する機械技術 診断・治療統合医療システム リバース・エンジニアリング 生産システムの高度情報化 エミッションレスの生産システムの実現 環境対応型生産技術 省エネルギー技術 実装工学</p>
7	航空宇宙技術研究所	<p>閉鎖生態系生命維持技術 スペースデブリ 完全再使用型宇宙輸送機技術 大型宇宙構造物技術 完全再使用型宇宙輸送システム 宇宙輸送系</p>
10	<p>東京大学</p> <p>東京大学・インバース・マニ ュファクチャリングラボ 東大・工学部 東京大学人工物工学センタ 東京大学大学院(工学系研究 科) 応化・平尾研</p>	<p>計算熱流体工学 大規模爆風伝播のデータベース 実装工学 モデル論 ものづくりのためのインテグレイティドモデリング 製品ライフサイクル工学</p> <p>異種材料間の超音波振動接合技術 生産文化・生産哲学 必要機能を原子・分子のオーダーから創る量子化学的 生産技術</p>
7	<p>東北大学</p> <p>東北大学流体科学研究所</p>	<p>廃棄物の再利用・非燃焼処分技術開発 動体視力の機序の解明とその練習法の開発 非破壊検査・診断 界面科学と新規機能流体 省エネルギー流体工学 計算流体力学(CFD)と実験流体力学(EFD)の開発と共 存 情報伝達・パニックの解析</p>

- 機械・エネルギー・宇宙工学系分野で多く推薦された次世代研究テーマ -

推薦件数	推薦された研究機関	推薦された研究テーマ
5	大阪大学産業科学研究所 大阪大学	マテリアルズ・テーラーリング 生命理工学 DNAの解読・人為操作 酸化物エレクトロニクス
6	名古屋大学 名古屋大学工学研究科 名古屋大学	生体機能及びその模倣に関する研究 生体模倣材料プロセッシング 形態制御デバイス プラズマ材料科学 バイオミメティック材料工学 高機能薄膜の開発

- 情報・電子・通信工学系分野で多く推薦された次世代研究テーマ -

推薦件数	推薦された研究機関	推薦された研究テーマ
9	ATR ATR ATR ATR ATR ATR ATR 人間情報 ATR (知能映像通信研究所)	自然語による情報処理 対話システムの研究 バリアフリーなマン・マシン・インターフェース 文脈情報処理の研究 類似性とは何か ワイヤレススーパーアクセスシステム構築の研究 話し言葉の音声理解技術 感性情報処理 「場」の研究 (現実社会の映像、音声と、コンピュータによる合成映像、音声との融合による新規なサイバースペース (「場」) 間通信に関する研究)
16	NTT (情流能研) NTT NTT NTTアクセスサービスシステム研 NTT研究所 NTT研究所 NTTコミュニケーション科学基礎研究所 NTT・CS研 NTT先端総研 NTTデータシステム科学研究所 NTTドコモ NTT等	サービスシステム基盤技術 ヒューマンインターフェース IPベース光ネットワーク ワイヤレススーパーアクセスシステム構築の研究 バリアフリーなマン・マシン・インターフェース 光情報処理、光波ネットワーク 社会情報学 類似性とは何か システムLSI 社会情報学 ワイヤレススーパーアクセスシステム構築の研究 広帯域モバイルインターネットプロトコルとネットワーク アーキテクチャ 情報科学
	NTTサイバースペース研究所	デジタルコンテンツ制作、流通、保護に関する研究

	NTTサイバースペース研究所	「場」の研究（現実社会の映像、音声と、コンピュータによる合成映像、音声との融合による新規なサイバースペース（「場」）間通信に関する研究）
7	東大 東京大学 東京大学 東京大学 東大 東京大学大学院・工学研究科物理工学&JRCAT、十倉グループ 東京大学先端科学技術研究センター	計算物理学 高性能計算 情報科学 ヒューマンインターフェース 文脈情報処理の研究 機能調和光エレクトロニクス材料の開発 サービスシステム基盤技術

- 建設・環境工学系分野で多く推薦された次世代研究テーマ -

推薦件数	推薦された研究機関	推薦された研究テーマ
7	早稲田大学理工学部建築学科	教育手法の多様化と教育実験 都市基盤システムの複合化・総合化 材料物性および建築・都市情報に関するデータベースの構築 バーチャルリアリティによる室内環境評価法 コンパクトな都市の形成に関する研究 環境問題 資源循環型都市街区モデルの開発
6	千葉大学工学部	一般住宅市街地の更新 建築計画 資源循環型都市街区モデルの開発 都市居住 超高層集合住宅の建替え技術の開発 東洋思想を踏まえたあいまい意思決定システム
5	京都大学	全員参加型建築生産システム 建築生産システムの数学的（集合論、関係代数論）記述 建築生産における管理技術の体系化 建築工事における安全に関する研究
7	建設省(建築研究所)	地下空間利用 建造物の修復、維持、保全、再生 建築構造学 建築の性能、技術と関連法規に関する研究 建造物の性能設計システム バーチャルリアリティによる室内環境評価法 ライフスタイルの改变の可能性とその省エネルギー効果