（独）科学技術振興機構（JST)中国総合研究センター第16回研究会

中国におけるナノテクノロジー･材料分野の発展現状と動向

2009年6月11日

日本テピア株式会社

テピア総合研究所

胡　俊杰

中国のナノテクノロジー研究のはじまり

- 1980年代後半、ナノ構造材料に関する研究がスタート
- 1990年代後半、ナノデバイスの構築に関する研究がスタート
- 2000年以降、バイオ、医薬分野に関するナノ技術研究がスタート
- 2000年11月、科学技術部主導の下、中央政府の関連省庁が共同で「国家ナノテク指導調整委員会」を設立
- 2001年、国家ナノテクノロジー発展計画を策定。以来、国家レベルのナノテクノロジー研究の推進を展開

国家ナノテクノロジー指導調整委員会（2000年11月当時）

氏名	委員会役職	所属および役職
徐冠華	主任	国家科学技術部部長
馬頌徳	副主任	国家科学技術部副部長
程津培	常務副主任	国家科学技術部副部長
朱道本	副主任	国家自然科学基金委員会副主任
白春礼	副主任 首席科学者	中国科学院副院長
師昌緒	顧問	中国工程院院士、中国科学院院士
郭桂蓉	顧問	総装備部科学技術委員会副主任
その他20名	メンバー	国家発展改革委員会、国家財政部、国家教育部、国家品質監督検査検疫総局、国家科学技術部、中国科学院、北京大学、清華大学、復旦大学など

出典：国家ナノ科学センターHPより整理作成（所属は当時）

ナノテクノロジー研究の推進政策(1)

- 2001年7月、科学技術部、国家計画委員会(当時)、教育部、中国科学院、国家自然科学基金委員会が共同で「国家ナノテクノロジー発展綱要(2001～2010年)」を公布。

- 2001年9月、国家科学技術部は「国家ナノテクノロジー発展綱要」を踏まえ、「国家ナノテクノロジー発展指南枠組み」を公布。

ナノテクノロジー研究の推進政策(2)

「国家ナノテクノロジー発展網要(2001～2010年)」の概要

➢**目標:**

ナノテクノロジー発展の基盤を構築し、ナノテクノロジーの開発と応用で重大な突破を成し遂げ、総合的・持続的なイノベーション能力を持つ研究グループを育成する。

➢**主要任務:**

・ナノテクノロジーに関する基礎的研究の強化。
・ナノ材料の製造と加工、ナノデバイスの構築と集積、ナノ加工、ナノスケールでの構造分析と性能測定、国家安全に関わるナノ技術など中核技術の開発。
・ナノ材料とデバイスの応用を開拓し、ナノ技術研究成果の移転を推進。
・国家ナノテクノロジー研究開発基地の建設。
・ハイレベルのナノテクノロジー人材の育成。

➢**対策:**

・国家ナノテク発展計画を策定し、ナノテクノロジーの発展を指導、調整する。
・「第10次5ヵ年」期間中、「国家ナノテクノロジー特別行動」を実施し、研究経費を優先的に保障し、管理面も重点的に強化する。
・国家ナノ科学技術センターおよびナノテクノロジー・応用国家工程研究センターを設立する。また、ナノテクノロジー成果の移転と産業化に優遇政策を与える。
・ナノテクノロジー・イノベーションの促進のため、知的財産権保護を強化する。
・大学にナノテクノロジー関連学科を設置し、人材を育成する。
・海外との交流を強化し、技術レベルを先進国と同程度に引き上げるよう努力する。

ナノテクノロジー研究の推進政策(3)

「国家ナノテクノロジー発展指南枠組み」に明記した重点研究方向

- ナノ材料の基礎研究と応用研究
- ナノデバイスの開発と集積技術
- ナノ加工と製造に関する技術
- ナノスケール構造分析と性能に関する研究
- ナノ技術の医学分野への応用
- ナノ技術の生物学、農業分野への応用
- 製造、測定および研究用装置の自主開発

中国のナノテクノロジー研究体系

国家ナノテク指導調整委員会

計画、指導、調整

中国科学院
重大プロジェクト

国家自然科学基金
重大、重点プロジェクト

国家科技部
863計画、973計画
難関攻略計画など

発展改革委員会
産業化プロジェクト

国家教育部
重大プロジェクト

申請　依頼

研究機関　大学　企業

実施

ナノ構造材料　ナノ加工技術　ナノエレクトロニクス　バイオ、医薬　ナノサイエンス

ナノテクノロジー研究の推進政策(4)

中国は「第10次5ヵ年計画」期間(2001～2005年)において、「国家ナノテクノロジー発展綱要(2001～2010年)」と指南に基づき、ナノテクノロジー研究に延べ 15億元(約225億円)を投入し、基礎研究と応用研究で飛躍的な進展を遂げた。一方で、創造的な成果が少ないことに加えて、持続的発展の基礎能力が十分でなく技術移転の能力が不足している等の課題が浮き彫りになっている。

このような状況を踏まえ、2006年2月、中国政府は2020年までを視野に入れた科学技術政策に関する長期的方針を示した「国家中長期科学技術発展規画綱要(2006～2020年)」を策定公布した。

ナノテクノロジー研究の推進政策(5)

国家中長期科学技術発展規画綱要(2006～2020年)では、基礎研究分野の重大科学研究のテーマとしてナノテクノロジー研究が盛り込まれている。具体的な重点研究課題は次の通り。

- ナノ材料の制御可能な調整・自動組立・機能化
- ナノ材料のメカニズム、特性および制御メカニズム
- ナノ加工と集積原理
- コンセプトおよび原理段階のナノデバイス、ナノエレクトロニクス、ナノバイオ・医学
- 分子集合体と生物分子の光学的、電子的、電磁的特性と情報の伝達
- 単一分子の挙動と制御
- 分子マシン、ナノスケール計測

ナノテクノロジー研究の推進政策(6)

科学技術部が2006年10月27日に公布した「国家『第11次5ヵ年』科学技術発展規画」でも、重大科学研究計画の1つとしてナノ科学技術研究を指定し、中国独自のナノ材料やナノデバイス、ナノバイオ・医学分野の研究システムを構築し、世界をリードする複数の研究グループを創設するとの目標を掲げた。

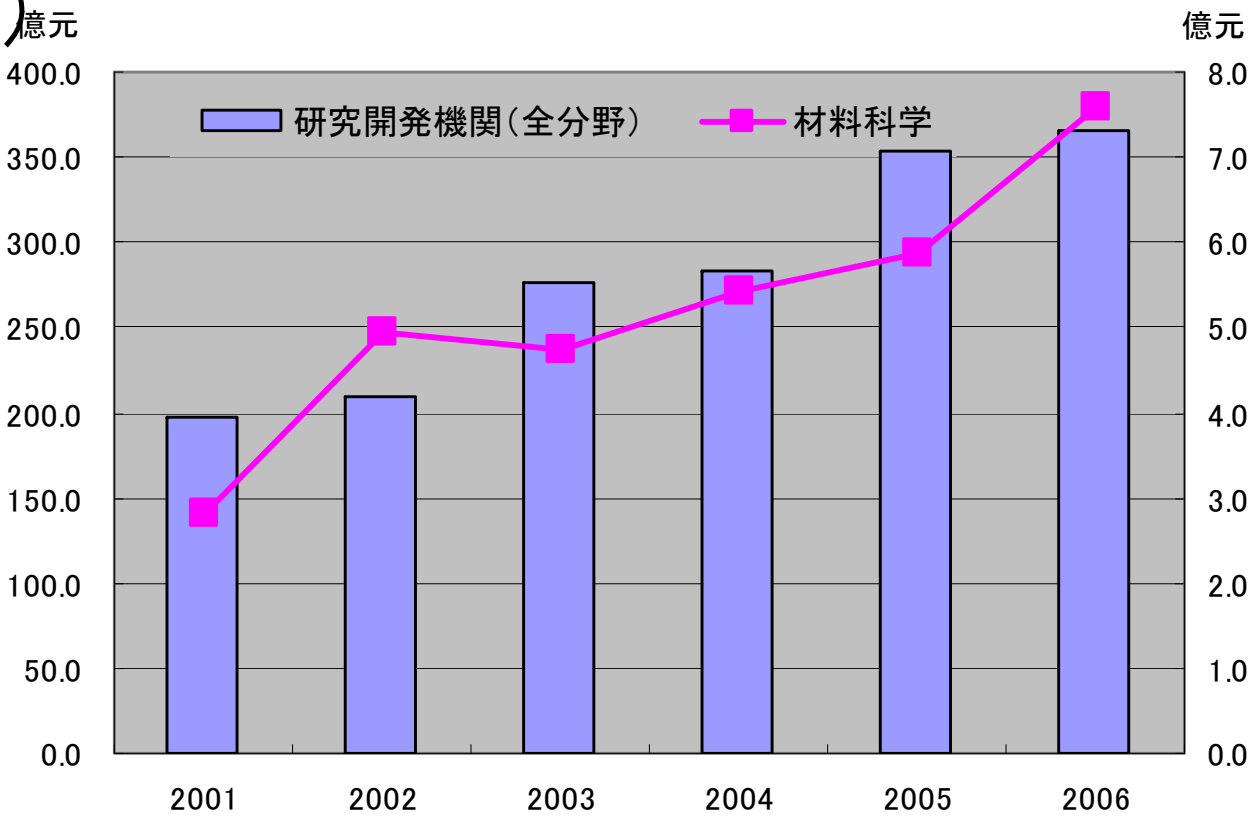
さらに、ナノ材料、ナノデバイスの設計・製造技術を開発し、ナノレベルの相補性金属酸化膜半導体(CMOS)デバイス、ナノ薬物担体、ナノエネルギー変換材料、環境浄化材料および情報記録材料を研究するとした。

国家ナノテクノロジー指導調整委員会（2007年6月～）

氏名	委員会役職	所属および役職
万鋼	主任	国家科学技術部部長
程津培	常務副主任	国家科学技術部副部長
曹健林	副主任	国家科学技術部副部長
白春礼	首席科学者、 専門家グループ長	中国科学院常務副院長
朱道本	副グループ長	国家自然科学基金委員会副主任
綦成元	副グループ長	国家発展改革委員会巡視員
その他	メンバー	国家発展改革委員会、財政部、教育部、国防科工委員会、総装備部、国家品質監督検査検疫総局、科学技術部、中国科学院、中国工程院など

出典：国家科学技術部HPより作成（所属は当時）

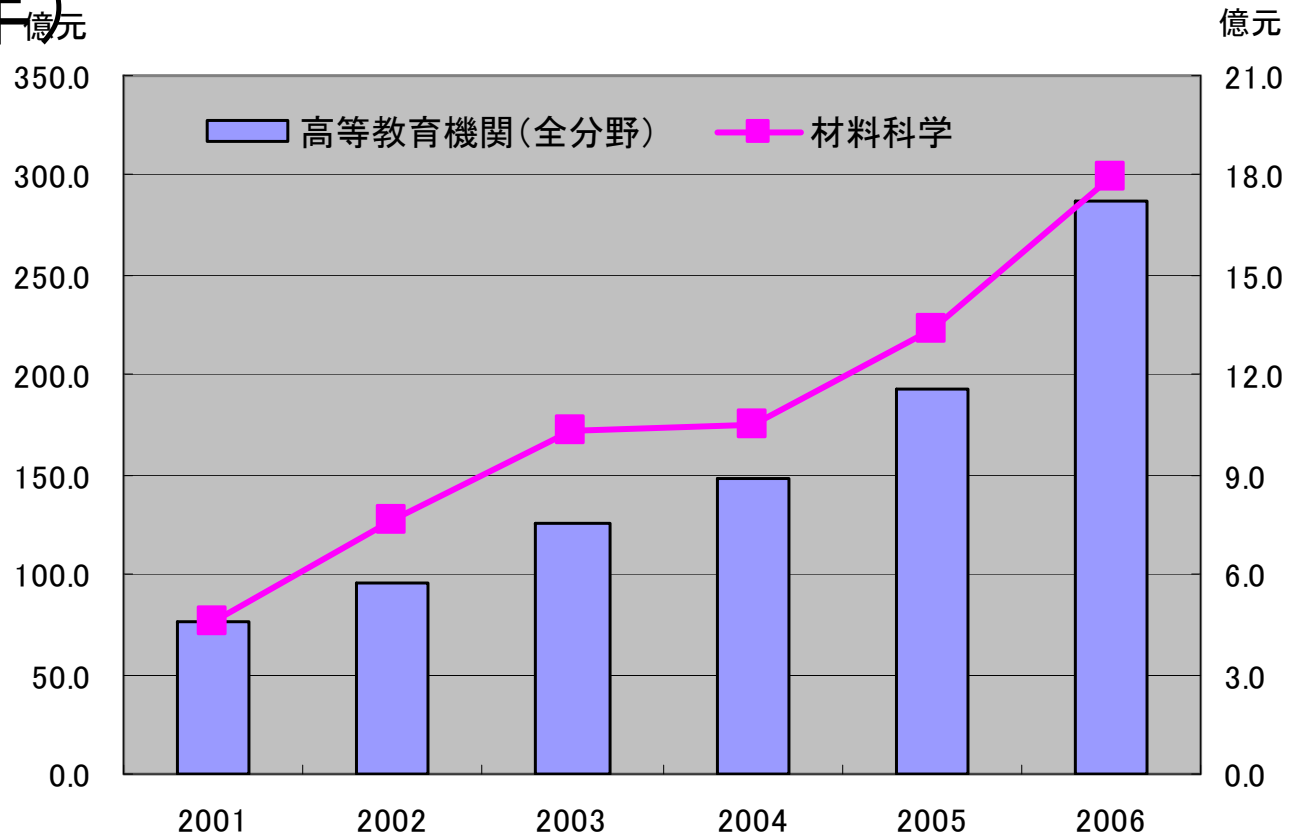
材料分野の研究開発内部支出（研究開発機関）（2001～2006年）



出典:「中国科技統計年鑑」

- 2006年材料分野における研究開発機関の内部支出は2001年に比べ1.7倍増
- 2006年、科学技術全58分野のうち、材料分野の内部支出は9位（研究開発機関）

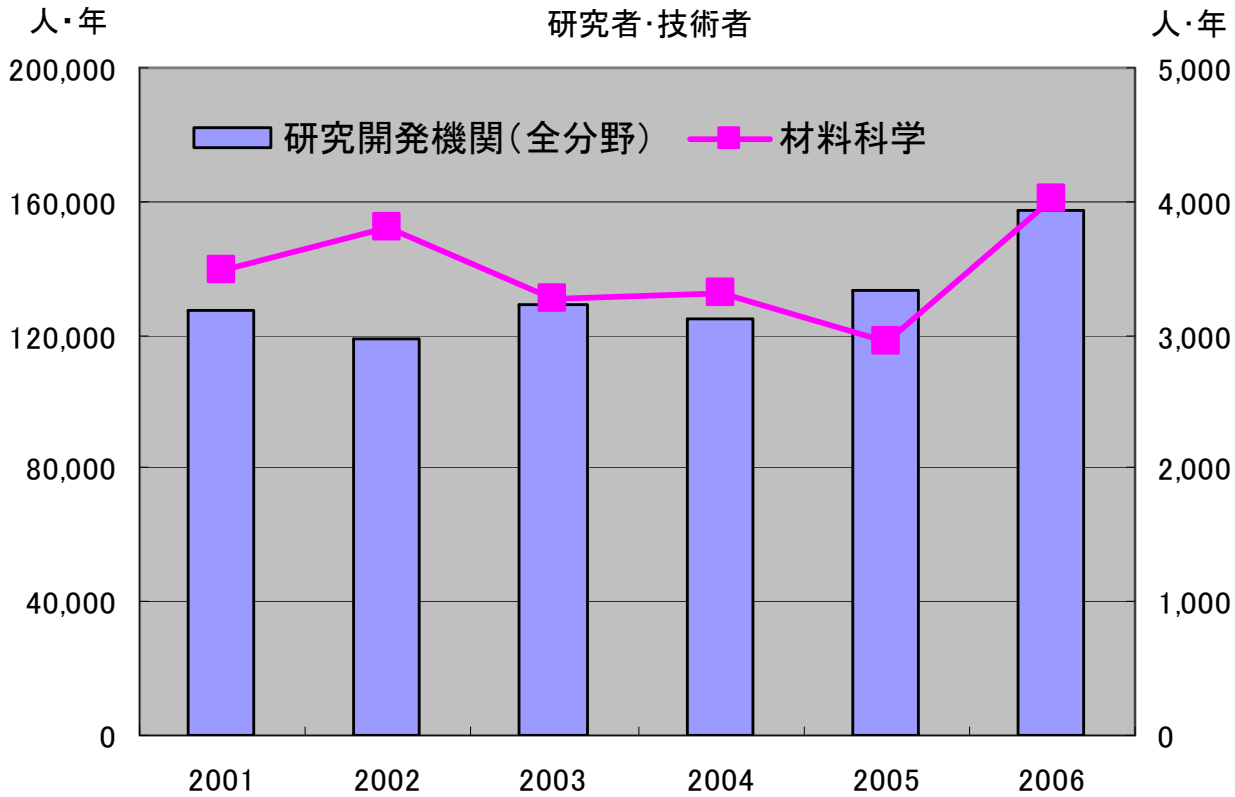
材料分野の研究開発内部支出（高等教育機関）（2001～2006年）



出典:「中国科技統計年鑑」

- 2006年材料分野における高等教育機関の内部支出は2001年に比べ2.9倍増
- 2006年、科学技術全58分野のうち、材料分野の内部支出は5位（高等教育機関）

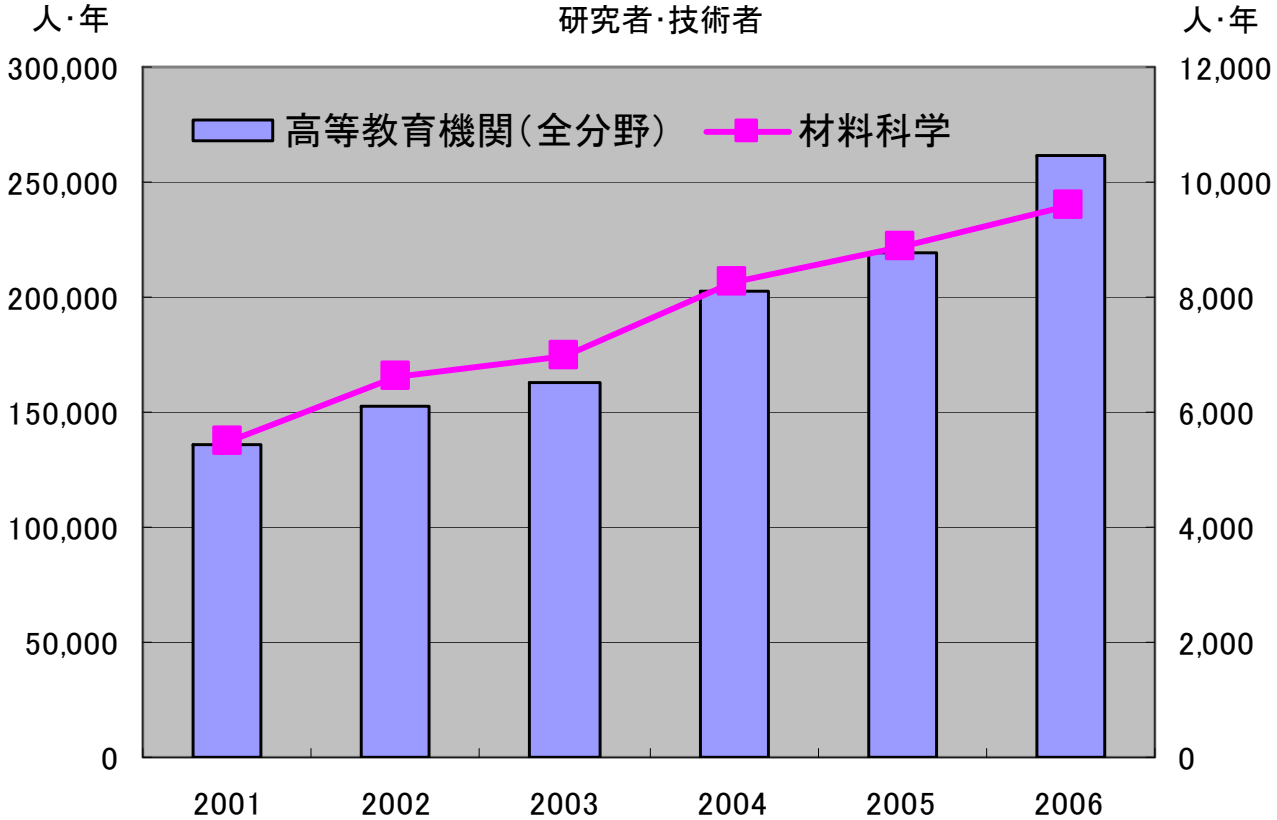
材料分野の研究開発投入人的資源（研究開発機関）（2001～2006年）



出典：「中国科技統計年鑑」

- 2006年材料分野における研究開発機関の人的資源の投入は2001年に比べ総数は増えたが、1件あたりの人的資源投入はやや減少
- 2006年、科学技術全58分野のうち、材料分野の人的資源の投入は8位（研究開発機関）

材料分野の研究開発投入人的資源（高等教育機関）（2001～2006年）



出典：「中国科技統計年鑑」

- 2006年材料分野における高等教育機関の人的資源の投入は2001年に比べ、総数が着実に増えたが、1件あたりの人的資源投入はやや減少
- 2006年、科学技術全58分野のうち、材料分野の人的資源の投入は8位（高等教育機関）

材料分野の書誌収録実績（2001～2005年）

年度	書誌収録				順位
	SCI	EI	ISTP	合計	
2000	2,363	589	690	3,642	4
2001	2,713	649	495	3,857	4
2002	3,760	844	883	5,487	3
2003	5,261	1,021	1,328	7,610	3
2004	4,718	1,697	442	6,857	4
2005	6,657	3,433	1,975	12,065	5

注：SCI ： Science Citation Index
EI ： Engineering Index
ISTP： Index to Scientific & Technical Proceedings

出典：「中国科技統計年鑑」

➢2005年、科学技術全58分野のうち、材料分野の論文収録総数は化学、物理学、コンピュータ工学及び電子・通信・自動制御に続いて5位

ナノテクノロジー分野の研究費投入

「863計画」と「難関攻略計画」におけるナノテクノロジー分野の研究費投入（2001～2005年合計）

計画名	項目	金額（万元）
863計画	国家財政投入	20,000.00
	地方投入	1,368.90
	民間投入	22,118.05
	合計	43,486.95
難関攻略計画	国家財政投入	13,000.00
	地方投入	49,017.00
	民間投入	
	合計	62,017.00

出典：「納米科技発展宏観戦略」をもとに作成

➢中国は第10次「 5ヵ年計画」期間中（2001～2005年）において、ナノテクノロジー研究に延べ15億元（約225億円）を投入した。その大半は863計画や難関攻略計画など国家科学技術主体計画の関連研究開発の実施に投入。

ナノテクノロジー分野の研究者構成

「863計画」と「難関攻略計画」におけるナノテクノロジー分野の研究者構成（2001～2005年）

計画名	分類	人数
863計画	高級研究者	754
	中級研究者	459
	その他	700
	合計	1,913
難関攻略計画	高級研究者	224
	中級研究者	251
	その他	373
	合計	848

出典：「納米科技発展宏観戦略」をもとに作成

➢2007年現在、中国では合計50以上の大学と中国科学院に所属する20以上の研究所でナノテクノロジーに関する研究が行われている。研究者数は少なくとも3,000名を超えている。（国家ナノ科学技術センターの白春礼主任の発言）

ナノテクノロジー分野の研究成果

「863計画」と「難関攻略計画」におけるナノテクノロジー分野の成果（2001～2005年）

項目	863計画	難関攻略計画
国内の発表論文数	930	287
海外での発表論文数	960	136
特許取得件数	150	172
うち発明特許取得件数	131	160
国家自然科学賞受賞数	3	3
民間および海外受賞数	8	8
成果移転プロジェクト数	23	31
成果移転収入(万元)	1,354	5,060
生産高増加分（万元）	240,334	77,964
納税(万元)	15,367	－

出典：「納米科技発展宏観戦略」をもとに作成

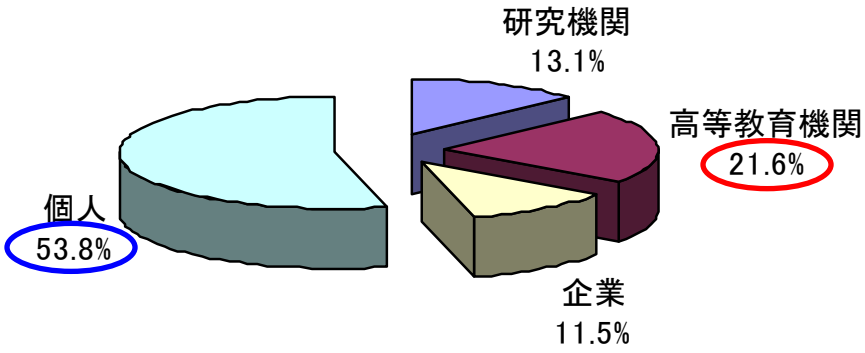
ナノテクノロジー分野の特許出願状況

分類	特許出願公開件数			
	1985～2002年		1985～2007年4月	
	発明	実用新案	発明	実用新案
研究機関	294	15	1,130	60
高等学校	487	24	4,388	148
企業	258	25	1,490	145
個人	1,211	70	1,323	328
合計	2,250	134	8,331	681

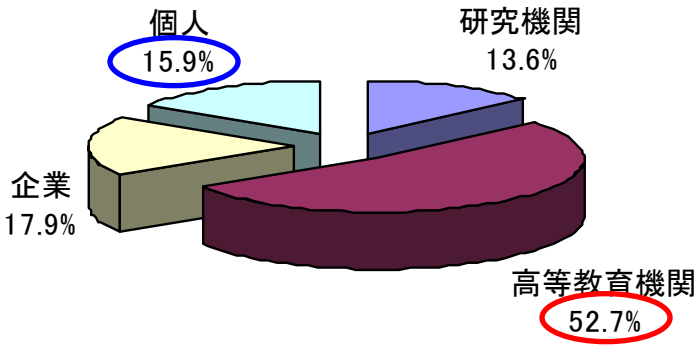
出典:「納米科技発展宏観戦略」をもとに作成

➢ナノテクノロジー分野の発明特許と実用新案の出願公開件数がわずか4年の間に急増したのは、第10次「5カ年計画」期間中に中国政府が政策、資金の面からナノテクノロジー分野の発展に力を注いだことが大きく影響している。

ナノテク分野の特許出願件数の内訳



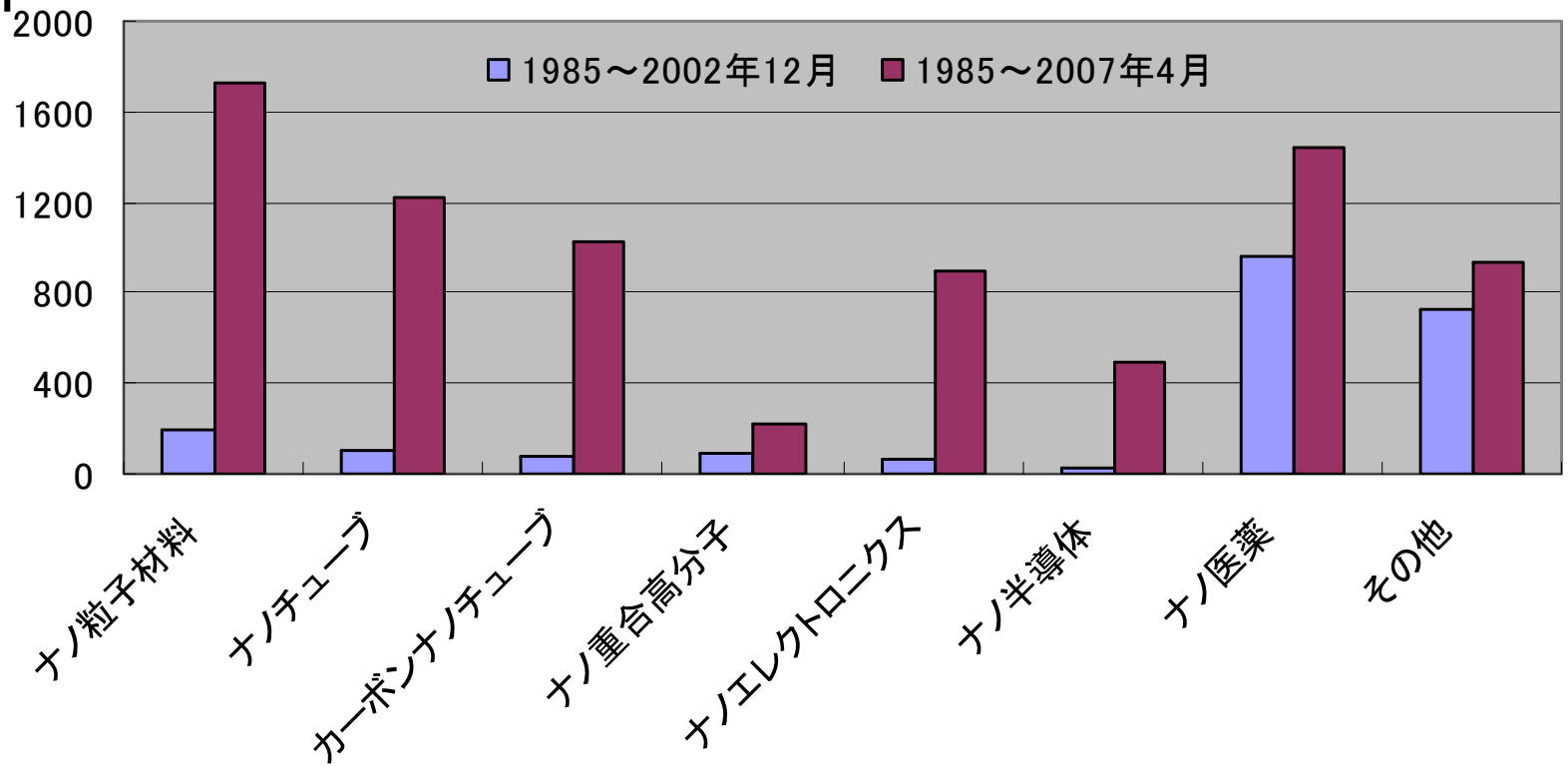
1985～2002年12月



1985～2007年4月

- 2002年までは個人出願公開件数の割合が最も高く、全体の53.8%を占めた
- 高等教育機関の出願公開件数は、2003年から2007年4月にかけて大幅に増加し、全体の52.7%を占めた。

分野別発明特許出願件数の推移



- 近年、中国はナノ粒子材料、ナノチューブ、カーボンナノチューブなどの基礎研究を積極的に行っているため、こうした分野での特許出願件数が多く、全体の約半分を占めている。
- ナノエレクトロニクス分野での応用はまだ比較的少ないものの、特許出願公開件数は大幅に増加している。
- 医薬分野での特許出願公開件数は数的には多いが、その多くは漢方薬に関するものである。

中国のナノテクノロジー基準一覧（2007年末現在）

No.	基準名	分類
1	GB/T13221-2004ナノ粉末粒度分布の測定　X線小角散乱法	国家基準
2	GB/T19587-2004固形物質比表面積測定用ガス吸着BET法	国家基準
3	GB/T19588-2004ナノNi粉末	国家基準
4	GB/T19589-2004ナノZnO	国家基準
5	GB/T19590-2004超微細炭酸カルシウム	国家基準
6	GB/T19591-2004ナノTiO_2	国家基準
7	GB/T19619-2004ナノ材料用語	国家基準
8	GB/T20307-2006ナノスケールの走査型電子顕微鏡の測定法原則	国家基準
9	GB/T18735-2002電子顕微鏡(AEM/EDS)用ナノ薄型基準サンプルの汎用規範	国家基準
10	GB/T19345-2003非結晶、ナノ結晶軟磁性帯状材料	国家基準
11	GB/T19346-2003非結晶、ナノ結晶軟磁性材料の交流磁性エネルギーの測定方法	国家基準
12	GB/T19627-2005粒度分析－光子相関スペクトル法	国家基準
13	HG/T3791-2005塩素化エチレン－ナノ炭酸カルシウムの原位置重合浮上法による塩素化ポリエチレンの作成	業界基準
14	HG/T3819-2006ナノ合成水滑石	業界基準
15	HG/T3820-2006ナノ合成水滑石の分析方法	業界基準
16	HG/T3821-2006ナノ水酸化マグネシウム	業界基準

➢中国国家基準化管理委員会は2005年2月28日、7つのナノテクノロジー基準を公布し、同年4月1日から正式に施行された。さらに、ナノテクノロジー基準化委員会が設立され、中国のナノテクノロジー基準の制定と審査を行っている。

ナノテクノロジー分野の国際協力(1)

➢中国は、1980年代から科学研究および技術開発の国際協力に力を入れてきた。ナノテクノロジー・材料分野においても、二国間および多国間での国際協力を行っている。

国名	国際協力内容の抜粋
中国－英国	2005年1月、「中英科学技術協力計画」を策定し、ナノ材料を含む6つの優先協力分野で積極的に共同研究活動を行うとした。その後、中英材料協会を設立し、ナノ材料、エネルギー材料、バイオ材料を中心とする共同研究が行われた。
中国－ドイツ	2005年4月、中国科学技術部とドイツ科学技術省は湖南省長沙市に中独ナノバイオ技術協会を共同で設立し、「中独ナノバイオ技術国際シンポジウム2005」を開催した。
中国－米国	2005年6月、浙江省政府および浙江大学は米国のカリフォルニア・ナノシステム研究所と共同で浙江国際ナノテク研究所を設立し、システムバイオ学やナノ材料製造などを中心に共同研究を行っている。同研究所は2008年、浙江国際ナノテク共同研究開発センターに改組され、国家レベルのナノ技術開発センターに指定された。
中国－韓国	2005年7月、両国は「中韓ナノ技術研究センターの共同建設に関する覚書」に署名し、2007年7月までに中国国家ナノ科学技術センターと韓国科学技術院にそれぞれナノ技術研究センターが設立された。
中国－日本	2005年11月、中国国家ナノ科学技術センターと三菱商事イノベーションセンターが協力し、ナノハイブリッド材料の共同開発を行った。また、2007年12月、日中間のナノ技術の開発と応用に関する産官学協力を促進するため、中国科学技術部の許可を得て上海の国家ナノ技術・応用研究センターに日中ナノ技術産業化協力基地が設立された。
中国－フランス	2006年、科学技術部の支持の下で、アモイ大学とフランス国家科学研究センター、パリ高等師範学院がアモイに「ナノバイオ・化学国際共同実験室」を設立した。同実験室は2008年、国家レベル国際科学技術研究開発センターに指定された。
中国－ロシア	2008年10月、「両国間のナノテクノロジー戦略協力連盟の設立に関する協定」を両国首相会談の場で締結した。

ナノテクノロジー分野の国際協力(2)

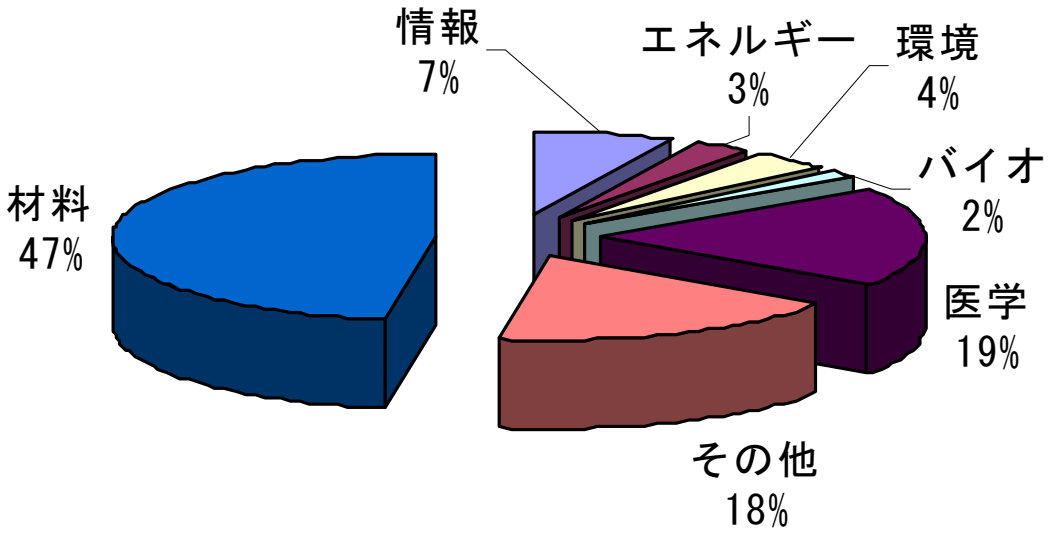
今後の動向

科学技術部が2006年11月29日に公布した「『第11次5ヵ年』国際科学技術協力実施綱要」(「“十一五”国際科技合作実施綱要」)では、ナノテクノロジー分野は第11次「5ヵ年計画」期間中の戦略的重点分野に位置付けられており、今後、下記の課題について、重点的に国際協力を行うとの方針を明らかにしている。

- ナノ加工とナノデバイス
- ナノ構造材料
- ナノ医学とナノバイオ
- ナノ構造の表象方法と計測
- ナノデバイスの集積に関する中核技術
- ナノ理論とモデル

ナノテクノロジー分野の現状(1)

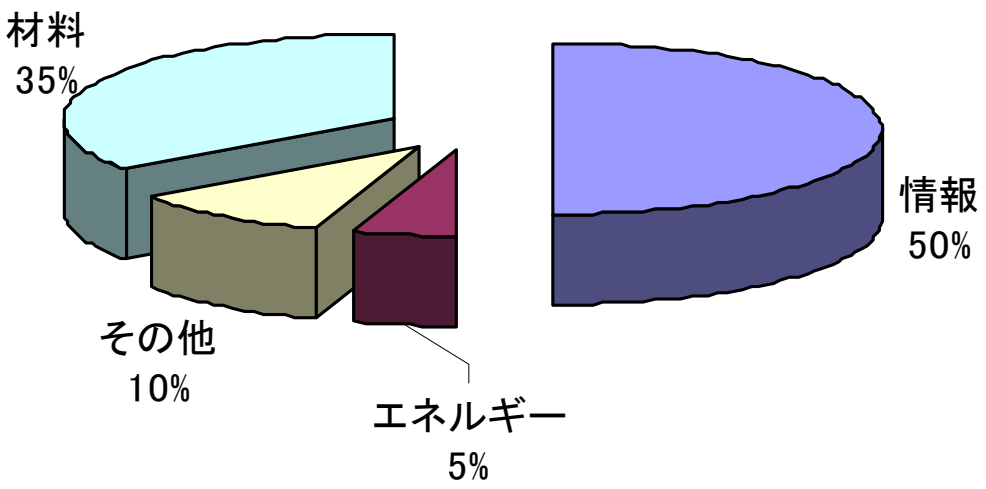
➢分野別ナノテクノロジー研究PJ数
(「863計画」(2001～2010年))



第10次、第11次の両5ヵ年計画期間中の「863計画」におけるナノ研究プロジェクトは173件に達する。このうち98件は大学が、また62件は研究機関が担当している。

ナノテクノロジー分野の現状(2)

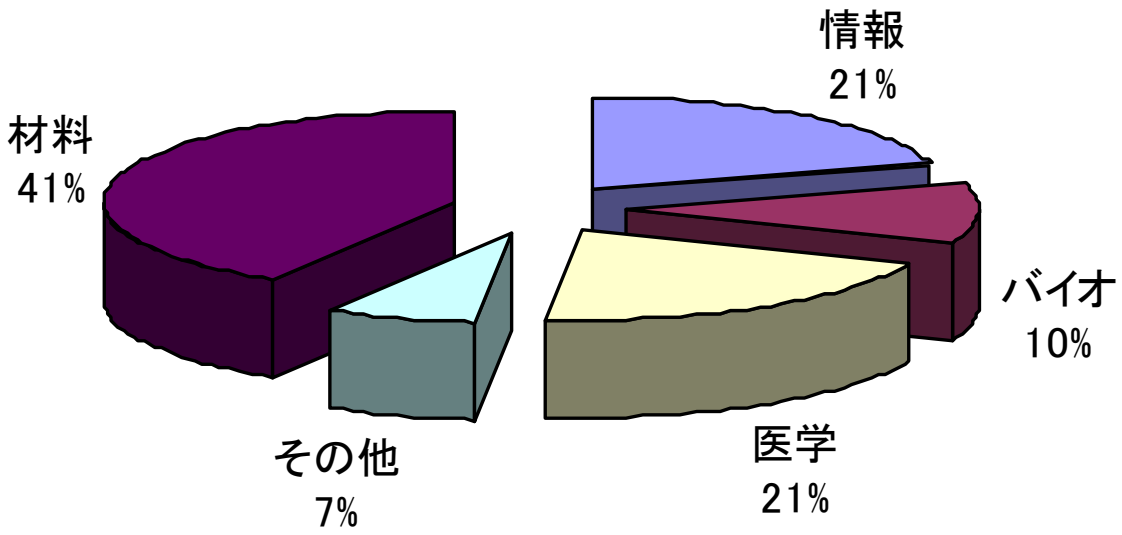
➢分野別ナノテクノロジー研究PJ数
(「973計画」(1999～2011年))



1999年から2011年にかけての「973計画」におけるナノテクノロジー研究プロジェクトは、終了分も含めて全部で20件ある。このうち13件は研究機関が、7件は大学が担当している。

ナノテクノロジー分野の現状(3)

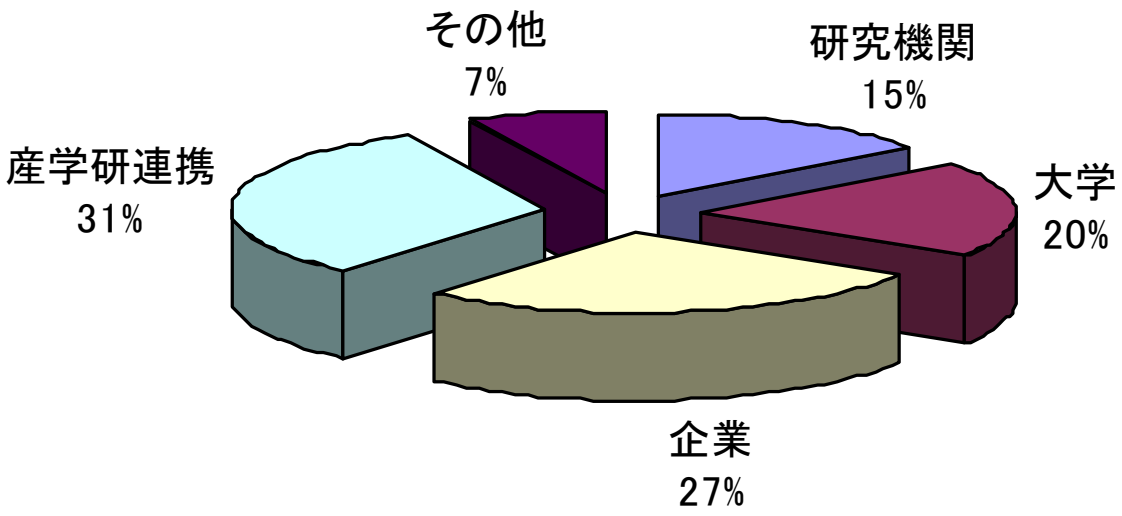
➢分野別ナノテクノロジー研究PJ数
(「重大研究計画」(国家自然科学基金、2006～2011年))



重大研究計画におけるナノテクノロジー研究プロジェクトは全部で29件あり、このうち14件は大学が、残りの15件はすべて中国科学院に属する研究機関が担当している。

ナノテクノロジー分野の現状(4)

➢分野別ナノテクノロジー材料産業化特別PJ数(「難関攻略計画」)



「難関攻略計画」(現「国家科学技術支援計画」)の下で始まったナノテクノロジー産業化特別プロジェクトは、全部で41件あり、その多くが新機能材料の産業化プロジェクトである。

ナノテクノロジー分野の現状(5)

➢国家重点新製品計画

「国家重点新製品計画」におけるナノテクノロジー関連プロジェクトは全部で119件あるが、そのほとんどはナノ構造材料・新機能材料の開発であり、ナノ技術を応用した装置、システムの開発プロジェクトはほとんどない。

ナノテクノロジー分野の動向（1）

➢ナノ構造材料、新機能材料

➢中国のナノ構造材料・新機能材料分野では、一部利益率の高いところで技術導入が進んでいる。

➢表面改質関連研究が国の重点プロジェクトに採用された関係で、研究水準や技術開発水準が急速に向上している。

➢超分子やデンドリマー（dendrimer）の研究も活発化している。

➢一方で、複合系材料や精密重合高分子については、これまで不足が指摘されていた研究インフラの整備が進み、海外の帰国組を中心に研究水準や技術開発の向上が進んでいる。

ナノテクノロジー分野の動向(2)

➢ナノ加工技術分野

➢ナノ加工技術分野では欧米帰りの研究者によって研究が立ち上げられているものの、本格的な立ち上げには時間を要するとみられている。

➢ナノ加工技術の研究開発やプラットフォームの建設などに努力が傾注されていることから、ナノスケール加工技術条件は着実に改善されつつある。

➢清華大学－FOXCONNナノ科学技術センターにはナノスケール加工および計測設備がほぼ揃っており、国家ナノ科学技術センターのナノ加工プラットフォームも建設中である。

ナノテクノロジー分野の動向(3)

➢ナノエレクトロニクス分野

➢有機エレクトロニクスの研究水準や固体照明・発光デバイスの産業技術力で最先端にあるが、全体としては他国とまだ差がある。

➢近年、欧米の留学組が帰国して研究の中核となり多くの研究が行われていることから、近い将来、急速に実力が向上すると考えられている。

➢特に固体照明や発光デバイスの研究では北京大学、清華大学を中心に結晶成長、LEDプロセス、照明応用という一貫したプログラムの下で研究、人材育成が進められている。産業技術力も世界トップレベルにある。

ナノテクノロジー分野の動向(4)

➢ナノバイオ･医薬分野

➢近年、欧米の留学組が帰国し、中心的存在として多くの研究開発を行っている。

➢研究成果はまだ少なく、技術開発水準もそれほど高くないものの、臨床研究に対する規制が少ないため、体内輸送システムや再生医療分野においてナノ材料の応用が大きく進展する可能性があると見られている。

ナノテクノロジー分野の最新動向(1)

➢国家重大科学研究計画(ナノ製造に関する基礎的研究)

➢国家重大科学研究計画の一つである「ナノ製造に関する基礎的研究」PJは2年間の準備期間を経て、2009年から正式にスタートした。
➢国家自然科学基金委員会は5年間で総額1.5億元の研究補助金を捻出する予定。
➢2009年度の研究補助金は4000万元。

2009年度の研究補助金計画

分類	研究期間	PJ数	補助金額
育成PJ	3年以内	40	50万元/PJ
重点支持PJ	4年以内	6～8	200～300万元/PJ

注:育成PJは、ナノ製造に関する最先端の基礎研究PJを指す。
　重点支持PJは、研究の価値があり、且つすでに一定の基礎研究がなされ、近い将来に重要な研究成果が得られる可能性があるPJを指す。

ナノテクノロジー分野の最新動向(2)

➢2009年国家重大科学研究計画(高等教育機関、ナノ関連)

No.	大学名	首席科学者	研究テーマ
1	中国科学技術大学	謝　毅	省エネ分野におけるナノ材料の敏感性に関する研究
2	中国科学技術大学	温　龍平	ナノ薬物担体による薬物標的性及び治療効果の強化に関する研究
3	清華大学	賈　金峰	ナノスケールでの亜波長構造の構築及びその光学的性質に関する研究と関連デバイスの開発
4	清華大学	李　亜棟	構造、寸法及び形状が制御可能なナノ単結晶の合成と大量作製
5	北京大学	劉　忠範	準一次元半導体ナノ材料の構造制御、物理性質の測量及びデバイス開発
6	北京大学	朱　星	ナノスケールでの光学、電気学及び力学的高精度計測方法に関する研究
7	北京大学	張　強	難溶性薬物の治療効果の改善へのナノテクノロジーの応用に関する基礎的研究
8	北京大学	彭　練矛	カーボンナノチューブによるナノデバイスの開発
9	南京大学	施　毅	半導体ナノワイヤの構造制御、集積及びデバイスへの応用に関する基礎的研究
10	南開大学	劉　育	重要な応用背景を持つナノスーパー分子組織体の構築及びその機能に関する研究
11	復旦大学	蒋　新国	誘導性を持つナノ薬物担体の開発及び脳疾患の治療と診断への応用
12	復旦大学	丁　建東	組織修復及び代替用ナノ生物材料に関する研究
13	武漢大学	龐　代文	ウイルスと細胞の相互作用をリアルタイムで計測するナノ蛍光測定技術の開発及びその過程の可視化
14	四川大学	李　玉宝	再生医学と器官修復へのナノ材料の応用に関するメカニズム研究
15	北京航空航天大学	陳　立泉	ナノハイブリッドエネルギー材料の作製、表象研究及びリチウムイオン電池への応用に関する基礎的研究
16	東南大学	顧　寧	生物医学ナノ材料の細胞に対する作用に関する研究
17	吉林大学	趙　修建	大気汚染物質の測定及び浄化へのナノ材料の応用に関する基礎的研究
18	南京郵電大学	黄　維	ディスプレイへの有機ナノ材料の応用及びそのメカニズムに関する研究
19	山東大学	徐　現剛	金属/媒質の異質ナノ構造中のカップリング現象及びその光電変換装置への応用
20	中山大学	李　志兵	高精細電界放出ディスプレイ用ナノ材料の構造とデバイス物理現象の検討

たんぱく質、量子制御、ナノテクノロジー及び発育・生殖など4分野計60の研究PJのうち、ナノ関連PJは20あり、全体の1/3を占めている。

その他分野の動向

1）エネルギー・環境

- 太陽電池
- 二次電池
- 超伝導利用
- **水処理用膜分離技術**
- 光触媒および光による水素発生

2）産業用構造材料

- 鉄鋼材料
- アルミ材料
- 高機能セラミック材料

水処理用膜分離技術(1)

中国における水処理用膜の主な用途

- 産業用水の浄化
- 海水淡水化
- かん水淡水化
- 市政汚水の再資源化
- 飲用水浄化

水処理用膜分離技術(2)

➢中国国内の膜製品の概況

膜種類	膜材料	膜形状	モジュール形式	メーカー数	主要メーカー
イオン交換膜	PS t 、PCE 、PPO、PTFE、	平膜		70	浙江千秋社、山東天維社など6社
RO膜	APA、CA/CTA	平膜(複合膜)、中空糸膜(非対称膜)	スパイラル型(8吋、4吋、2吋)、中空糸型	6	匯通源泉社、北斗星社、北方膜社、海洋社、阿欧社、鼎創源社
NF膜	CA、APA、PEK	平膜、中空糸膜	プレート型、スパイラル型、中空糸型	5	杭州水処理センター、北方膜社など
UF膜	PS 、PAN 、PVDF 、PSA 、CA、CTA、PES、PVC 、PEK 、SPS、PVC、ステンレス、セラミック	平膜、中空糸膜、管状膜	中空糸型、プレート型、管状型	約100	天津膜天膜社、海南立昇社、南京九思社、招遠膜天社、大連欧科社など22社
MF膜	CN-CA 、PA6 、PAN 、PVDF 、PP 、PES 、PS 、PTFE 、ステンレス、セラミックス	平膜、中空糸膜、管状膜	プレート型、中空糸型	40	上海一鳴社、慶江化工場、中科院高能研究所、江蘇久吾社など18社

水処理用膜分離技術(3)

➢水処理用膜に関する研究開発･応用の現状(1)

(1)イオン交換膜

中国では未だ全フッ素硫黄酸(カルボキシル酸)膜やそれらの複合膜、双極膜は生産できない。現在生産できるのは一般の電気透析用陰、陽イオン交換膜であるが、いずれも非均一膜がメインであり、均一膜は陰膜しか生産できず、製品の種類、規格も少ない。

(2)RO膜

中国国内企業のRO膜の生産プロセスは既に成熟し、RO膜の全シリーズの生産が可能であり、低圧純水膜の製造技術も成熟している。しかし、国内企業の生産設備の制御精度は低く、更に技術導入時に最新で最も優れた生産プロセスと技術を導入できていないため、海水の淡水化膜と超低圧RO膜は今でも安定した大量生産ができない。また、国産RO膜モジュールの耐汚染性、耐洗浄性、耐酸化性も劣っており、海外の最も優れた製品と比べ2～5年遅れている。

水処理用膜分離技術(4)

➢水処理用膜に関する研究開発･応用の現状(2)

(3)NF膜

中国国内でも基本的なNF膜製造技術は確立されているが、生産は安定しておらず、製品の種類･生産量とも少ない。膜材料はAPA、PIP、SPES、CAのみである。海外では飲用水設備に大量に応用されているが、中国ではこの分野は未だ試験段階である。

(4)UF/MF膜

国内のUF/MF膜の種類、規格は多いが、UF膜のろ過分子量は基本的に10,000～65,000であり、MF膜の平均孔径も基本的に0.1μm、0.2μm、0.4μmの3種類である。一方、海外のUF膜製品はろ過分子量が2,000～300,000と幅が広く、MF膜も平均孔径が0.1～30μmのあらゆる要求を満たすことができる。また、膜の製造過程で中孔尺度の制御技術が未だ確立されておらず、国内のMF膜の孔径分布は非常に広い。

水処理用膜分離技術(5)

➢水処理用膜の研究開発重点

(1)電気透析用のイオン交換膜の研究においては、高耐腐食性、高耐熱性、高浸透性と高耐汚染性を有する膜及び双極膜を開発し、電気透析とイオン交換技術を発展させる。

(2)UF、MF膜の研究においては、膜の流束、強度を高める。膜の耐汚染能力を向上し、寿命を延長する。洗浄とクリーニングの技術レベルを向上し、膜の効率を高める。モジュールとシステムの組み立て技術を発展させ、プラント設備の性能を高める。

(3)NF、RO膜の研究においては、膜の流束、分離効率を高めると共に、操作圧力を下げ、耐酸化、耐腐蝕及び耐汚染の能力を高める。

水処理用膜分離技術(6)

➢解決すべき重点技術課題

- ➢高流束、耐酸化、耐汚染、耐洗浄RO膜設備
- ➢新型の高強度、高流束、耐汚染中空糸膜と膜材料
- ➢膜モジュール構造の最適化設計と工事化、自動化技術
- ➢膜生物反応器技術装置の集積化技術及び応用
- ➢新しい膜材料、紡績プロセスの技術
- ➢中空糸式セラミックスUF/MF膜の製造技術
- ➢規則的な孔構造のMF膜の製造
- ➢実際の応用過程で必要な集積膜の設計と開発

ご清聴有難う御座いました