

第4章 内外比較によるイノベーション創出に関する課題

2、3章でみてきたとおり、日本における「知の融合」を通じたイノベーションの展開には、成功事例も多いものの、課題も残されている。本章では、欧米との比較において「知の融合を通じたイノベーション」に関し、日本がどのような課題に直面しているのかについて調査した結果を報告する。

はじめに4.1では、第2章のインタビュー調査において指摘された海外比較の視点からの問題提起について概観する。4.2では、視点を変え、具体的に米国で「イノベーション」と認識されている過去四半世紀の科学技術を取り上げ、それらにおける日本と欧米の貢献を比較することにより、日本の科学技術の特色と課題について考察する。4.3ではマネジメント関係の課題に関連する事項（ブレイクスルーのマネジメントと研究開発マーケティング）について、参考となる最近の海外での事例分析等を紹介する。第2章で、複数の「死の谷」が存在する可能性が指摘されているが、ここでは発明と製品化の間のプロセスに着目し、ブレイクスルーの重要性を問題提起している事例調査を紹介する。以上を踏まえ、4.4で内外の事例等の比較により見出される日本のイノベーション創出に関する課題をまとめる。

4.1 インタビュー調査にみられる日本の課題

4.1.1 日本と欧米におけるイノベーションと知の融合の関係

第2章で説明した国内事例のインタビュー調査から、日本と欧米におけるイノベーションと知の融合の関係や、それらを可能とする条件・環境の違い等について抽出すると、比較的共通に認識されている問題点としては以下の3点を挙げることができる。

- (1) 産業イノベーションについてみると、企業という組織の必要から分野を超えた技術の融合は行われている。ただし、企業の目的に沿った研究開発に関する情報収集や技術の評価を的確に行うなどの技術や研究開発を適切にマネジメントできる人材が、日本では不足しているのではないかと思われる。海外企業が、学会などで積極的に専門情報のみならず関連情報の収集をして、知の融合に結びつけていることと比較すると、情報収集面での投資や先見性のある研究および商品開発の企画などに工夫の余地があるのではないか。
- (2) 他方、大学などを中心とした基礎研究におけるイノベーションの面では、基礎研究においても応用の視点を持つ、あるいは、実際に技術を動かして見せるまでの取り組みといった姿勢が、必ずしも日本では高く評価されない状況にある。このため、研究者もそこまでのインセンティブを持ちにくく、さらには、異分野の知の融合を目指して異分野の研究者に対して研究成果を開示する積極性はほと

んどみられない。欧米では産学の協力関係の構築が積極的に行われ、常に、新しい基礎研究の成果が商品化に結びつくかどうかを考えられている¹²。

また、産学連携や大学発ベンチャーなどの事例をみても、たとえ異分野であってもどこに市場があるかを見極め、明確な期間設定の下でベンチャー設立を考える米国などと比較すると、日本では市場化までの展望が明確でないケースがみられる。結果として、具体的なイノベーションに結びつきにくいケースが多いのではないか。

(3) さらに、一般に、日本の基礎研究の分野において異分野融合型研究が十分に進展しているとは認識されていないが、その理由としては、

- 1) 教育システムの違い（日本では高校卒業後にかなり分野を特定してしまい、異分野間を渡り歩くことがない、このため、研究リーダーのレベルでも異なる分野の研究者が集まってしまう例が少なく）や、
- 2) 研究開発の目的、ターゲットが具体的に明確化されていないため融合が効果的に進まない、

などの事情が指摘された。

本節では、こうした問題意識を念頭に置きつつ、在米経験のある関係者へのインタビューを行い、問題の整理を行った。ご協力いただいたのは、シリコンバレーに常駐経験を有し、米国のベンチャー創出環境等に詳しい印牧直文氏（NTTアドバンステクノロジー株式会社）と比較的新しい異分野融合型学問である「認知科学」分野で最近までCalTech（カリフォルニア工科大学）で研究活動に従事されていた渡邊克巳氏（東京大学先端科学技術研究センター）である。

4.1.2 技術の評価とマネジメント

科学技術の進歩のスピードが加速している現状では、現役の研究者であってもその先端動向をフォローし続けることには多くの努力を要する。しかし、日本の企業では、このような科学技術を巡る状況にも関わらず、経営者あるいは経営の意思決定に関与するクラスに、科学技術の動向や将来の展開について専門的知識を持たない文系の人材が就いている場合が多かったり、理系の人材であっても最新の科学技術の動向を的確に理解し、研究開発から商品化への企画立案をうまくこなせる人材が少なかったりする傾向がある。米国企業における経営陣の陣容とは違いがあるのではないか、日本では技術を正しく評価できる人材が少ないことが大きな問題ではないかとの意見があった。

¹² なお、イノベーションに向けての国レベルの取組みを提唱している報告書としては、米国の *Innovate America: Thriving in a World of Challenges and Change*, 2004, Council on Competitiveness（通称、パルミザーノ・レポート）が有名であるが、EUにおいても、独立専門グループの報告書として *Creating Innovative Europe*, 2006 などが2005年の新リスボン戦略に引き続いて公表されている。

これと関連し、米国では技術やベンチャーの評価においても真剣なプレゼンテーションや議論の場を設け、付帯する情報（企業規模の大小や過去の実績、紹介者の有無等）に左右されずに判断し、評価する文化が確立しているが、日本では必ずしもそうした内容中心の評価とはなっていない、判断が外側に付帯する情報（大企業の後ろ盾、有名教授の推薦状やその大学名、肩書きなど）に左右されやすい傾向があるのではないかとこの意見もみられた。

4.1.3 イノベーションと市場

米国では、研究開発の場においても顧客を重視する傾向、すなわちどうしたら使われるかを日本よりも重視する考え方が強いとの見方がある。また、前述のように、規模の小さい新しい企業からの従来に無い発想に対しても、市場から正当な高評価が得られる可能性のあることが、顧客や市場を理解しようとするインセンティブになっている可能性もある。

印牧氏は、ベンチャー事業評価における傾向について、日本のベンチャーでは、どちらかという、技術の生みの親が重視されている傾向があるが、市場への販売や顧客ベースの物事の考え方に立つと、むしろ技術をチューニングして製品化する育ての親となるベンチャー企業が重要であること、日本ではそういった人材が少なく、評価も高くない状況にあることを指摘している。

なお、学界では、日本に限らず、世界的にみても「技術の生みの親」は高く評価されるのは当然のことである。したがって、アカデミックな分野でのイノベーションと製品化に向けてのイノベーションは、区別して考える必要があり、製品化におけるイノベーションあるいはベンチャーの評価において、上記コメントを位置づけることが適当と考えられる¹³。

イノベーションとして商品・サービスを市場に提示するまでのタイムスパンについても、米国では3年程度と極めてサイクルが短く、常に出口戦略を考えている。この点は、一面では、競争的環境が激しすぎるため長期的な戦略に立ったイノベーションは起こしにくいとのマイナスの可能性も考えられるが、米国経済のダイナミズムを生み出していることにはつながっているだろう。かつての日本は、10年単位の長期に渡るイノベーション創出に繋がるような取り組みを行っていた。これは、当時の米国にとっては脅威であったわけだが、日本の社会風土を考えると必ずしも米国流の短期スパンを追いかけるのではなく、むしろ長期のイノベーションに取り組むべきではないか、との意見もあった。

現在では、日本の企業も大学などの研究組織もグローバル化した競争にさらされている。長期の視点に戻るべき、あるいは、アンケートでも指摘された基礎研究が重要であるとの戦略が、現実的に有効な選択肢となり得るのかについては、難しいとの見

¹³ 4.2 に示す 25 のイノベーション事例においても、フラッシュメモリーに関する舛岡氏の貢献、青色発光ダイオードに関する中村氏の貢献などの評価は日本でも米国でも高い。

方もあり、より広い視点からの検討が必要な問題である。

4.1.4 異分野の融合を進める人材形成

研究現場からの意見としては次のようなコメントがあった。

「異分野融合が大切であるということ自体は、むしろ日本の方が声高に唱えられている感がある。しかし、そこから本当のムーブメントを起こすためのマネジメント法が、日本ではうまく展開されていないように思われる。異なる分野を融合させた新規研究分野の展開には、カリスマ性のある指導的研究者の役割も重要である¹⁴。異分野融合は、短期的な成果という面から見るとマイナスにもなるため、日々の研究費獲得に追われている研究者にとっては、米国においてもハードルが高い。異分野融合を行うには、さまざまな関心事項に着手できる余裕（研究費などの経済面、精神面いずれにおいても）が必要であろう。また、人材育成システムにおいても、米国では、大学院でマスターからドクターに進学する際に、分野を変えることを奨励するようなグラント支給メカニズムも一部存在している。」

国内インタビューでもみられたとおり、これまでの「知の融合」は、主に有能な個人の中で実現されるイメージが強かった。リーダーについては、依然として広い視野と見識が求められるとの意見が多いが、より一般的にみれば、すでに分野によっては共同作業が前提となっており、また、今後一層チームとしての知の融合の重要性が高まるとの意見も強い。したがって、特定の個人が異なる分野に精通するような教育は必ずしも必要ではなく、また、適当でもないかもしれないが、結果として相互のコミュニケーションを促すような複線的な教育制度のあり方は、人材育成の重要なポイントとなる可能性もある¹⁵。

4.2 イノベーションと知の融合：技術面から見た日本と欧米との比較

4.2.1 日米欧の比較によるイノベーションの技術的側面からの分析

本節では、知の融合という視点からイノベーションの技術的側面に主眼を置き、技術の基となる自然科学、数理科学の新しい発見と、そうした科学技術の基礎に目を付

¹⁴ 渡邊氏の所属していた大学院のプログラム (Computation and Neural Systems) は、ノーベル物理学賞を受賞した Richard P. Feynman 教授の教育・研究イニシアティブの流れを汲むものであり、教授の一貫した考え方の下にさまざまな分野の研究者を集めることに成功した。

¹⁵ Stanford 大学理事長の John Hennessy は、クロストレーニングは専門分野を越えた共同作業の準備としては役に立つが、そのためには学生が少なくとも一つの学問分野について十分な基礎を身に付けていなければならないことに気づいたとして教育上の課題を論じている (Stefik、後掲書での記述)。

け製品化へと結びつけたプロセスにおけるイノベーションを分析する。第2章において調査した日本におけるイノベーション技術を、欧米との比較で技術的側面から分析して世界的な視点で位置づけるとともに、結果としてイノベーションとなった技術の展開から、日本が課題として認識すべき事項、イノベーションにおける知の融合の果たす役割を考える。

CNN は、2005 年に 25 周年記念行事の一つとして LEMELSON-MIT PROGRAM が組織したパネルによる「過去四半世紀におけるトップ 25 の技術革新（医学、バイオを除く）」を発表した¹⁶。リストは、「1980 年以降広く使われるようになった、多くのアメリカ人によく知られており、日々の生活に直接に実感できるインパクトを与え、または、将来の我々の生活をすっかり変えるかもしれないような技術革新」との考え方で取り上げられている。このため、リストに掲げられている 25 の科学技術がトップ・イノベーションとして妥当であるかどうかについては、必ずしもすべて納得できるとは限らないし、また、これら 25 のイノベーションの元となるアイデア、あるいは基礎的科学技術の芽は、歴史的に半世紀、場合によってはそれ以上にまで遡ることができるものも多い。25 の技術すべてが過去 25 年間の科学技術における真の意味での革新的技術であるかといえば異論がある。しかし、ここで選ばれた 25 の技術の多くが、日本においても人々の生活の中に民生品として入り込み、日常生活に少なからぬ変革を与え、かつ、工業、ビジネス、経済にも大きな影響を与えていることは概ね間違いないところであり、日本が果たした技術的貢献も非常に多く含まれている。

そこで、この 25 の科学技術のリストを分析することにより日本が課題として認識すべき事項、イノベーションにおける知の融合の果たす役割を考えてみよう。

4.2.2 過去四半世紀（1980-2005 年）におけるトップ 25 の技術の分析

表 4.1（本章末に掲載）は、25 の技術イノベーションについて、その技術の元となるアイデア、科学技術の発見と、製品化における貢献を示したものである。ただし、これらのイノベーション科学技術の最初のアイデアや研究発表をした人物および年、あるいはこれらのアイデア、発見の技術的発展、商品化に貢献した人々（企業）については、種々の視点からのいくつかの意見があり、表 4.1 は一つの見方を整理したものとしてご覧いただきたい。

表 4.1 から、日本がイノベーションに貢献した科学技術を、基礎的分野（Ⅰ）と技術開発、商品化技術分野（Ⅱ）、および、どちらにも貢献しない技術分野（Ⅲ）に区分す

¹⁶<http://edition.cnn.com/2005/TECH/01/03/cnn25.top25.innovations/index.html> 及び <http://web.mit.edu/invent/n-pressreleases/n-press-05CNN.html> 参照。LEMELSON-MIT PROGRAM は、Lemelson 財団が MIT に設けているイノベーション顕彰等を行うプログラム。なお、より長期のイノベーションについての事例紹介としては、例えば、Constable, George and Somerville, *A Century of Innovation: Twenty Engineering Achievements that Transformed our Lives*, The National Academic Press, 2003 などがある。

ると、おおよそ、以下のようになる。

表 4.2 日本の貢献分野による分類試案

I. 日本が基礎的分野でイノベーションに貢献した分野
4. ファイバー光学、15. 二次電池（ニッケル水素電池）、17. OLEDs、18. 表示パネル(PDP)、19. HDTV、21. ナノテクノロジー、22. フラッシュメモリー
II. 日本が技術開発、製品化においてイノベーションに貢献した分野
2. 携帯電話、3. パーソナルコンピュータ（実装、周辺技術）、 4. ファイバー光学、6. 民生用 GPS（自動車のナビゲーション）、 7. ポータブルコンピュータ、8. 記録ディスク、9. 民生用デジタルカメラ、 10. RFID タグ、11. MEMS、14. ATM（紙幣認識技術、紙幣枚数カウント技術、その他の周辺技術）、15. 二次電池、16. ハイブリッドカー、17. OLEDs、 18. 表示パネル（PDP、液晶パネル）、19. HDTV、21. ナノテクノロジー、 22. フラッシュメモリー、25. 短距離、高周波無線
III. 基礎的分野でも技術開発、製品化においても日本のイノベーションが少ない分野
1. インターネット、3. パーソナルコンピュータ（OS、ソフト関連）、 5. 電子メール、12. DNA 指紋、13. 自動車用エアバッグ、20. スペースシャトル、23. ボイスメール、24. 新しい補聴器（人工内耳）

日本は、I の基礎的分野では、材料分野、PDP、HDTV で貢献している。PDP、HDTV は NHK 技研が世界に先駆けて開発した技術であり、また、光ファイバーは、NTT と電線メーカーとが協力して開発した技術である¹⁷。OLEDs（有機発光ダイオード）は、1950 年代からの赤松秀雄、井口洋夫、松永義夫氏らの有機半導体の研究がベースにあり、1977 年の白川英樹氏の高導電性ポリアセチレンの発見（2000 年ノーベル化学賞）といった研究が、日本における有機 LED 研究の発展につながっている。フラッシュメモリーは、舛岡富士雄氏の個人的な発明によるところが大きいですが、その背後には日本の高度な半導体集積回路技術がある。

II の技術開発、商品化技術では、日本はおおよそ 7 割の分野で主導的な役割を果たしている。特に、携帯電話機器、表示装置、デジタルカメラ、記録ディスクなどは、日本人の関心の高さ（国民性）と強く関連している。二次電池の開発も、こうした携帯機器に欠かせないもので、ビジネスとなる商品で日本企業の得意とするところでの技術発展におけるイノベーションの成果は大きい。特に、種々のハード技術の複合化という点では、日本における企業の高い技術がこれを支えている。光ファイバーおよびその通信技術も NTT を中心とした開発と政府の支援もあり、日本の貢献は大きい。し

¹⁷ 第 2 章、国内インタビューにおける該当事例参照。

かし、その基礎となる技術を詳細に見ると、本質的なイノベーションは欧米発の基礎技術に負うところも多い。例えば、LSI における銅配線の導入、光通信における波長多重技術、デジタルカメラの JPEG 圧縮技術などがその例である。自動車のハイブリッド化は、政府の CO2 削減政策による圧力の効果も大きい。日本における自動車産業の技術力に負うところも大きい。

Ⅲは、コンピュータの OS、ソフトに関連した分野で、この分野では日本は完全に立ち遅れ、まだまだ米国追従の感がある。また、スペースシャトルやそれに関連した航空機、人工衛星などは、米国が国の多大な資金のサポートで開発してきた科学技術であり、日本においては国の支援がない限り、開発は困難であろう。次世代スーパーコンピュータのプロジェクトへの日本政府の支援は、この分野および周辺技術の発展のために大きく貢献するものと思われる。

CNN トップ 25 にはあげられていないが、日本における過去およそ 25 年の重大なイノベーション技術としては、以下の技術が加えられよう。

乗用車生産方式（カンバン方式）、総合的品質管理（TQM）、新幹線、VTR、DRAM、電子腕時計（クォーツ、電波）、NC 工作機械、炭素繊維（カーボンナノチューブ）、窒化物半導体（GaN 青色発光など）、太陽電池、ゲーム機器その他。

4.2.3 日本の貢献にみられる傾向

表 4.1 の 25 のイノベーションの基礎となる科学技術は、半世紀あるいは 2 世紀の昔まで遡ることができるものもある。日本での基礎科学技術におけるイノベーションは、政府、旧国鉄、NTT、NHK などによる大きなプロジェクトに支えられたものが目に付く。米国においても、軍の支援による科学技術のイノベーションが多い。また、技術化、製品化におけるイノベーションへの力は、国民の関心の高さ、すなわち、商品化してビジネスとなるかという点と深く関係しているように見える。売れて利益を出せる商品であれば、企業も力や資源を集中し、新しい技術を開発し、必要とあれば異分野の科学技術を取り入れて融合し、技術革新、イノベーションを生み出している。

また、いずれのケースをみても、あるものを実現するという強い目的意識を持って研究や技術開発をすることが、「知の融合」につながる大きなファクターと言えそうであり、この点は、スーパーコンピュータや自動車、低損失光ファイバー、超小型 EDFA アンプ、携帯電話における小型配線実装技術などの事例に示されているのではないだろうか。

もちろん、製品開発における融合の前提として、基礎的な科学技術（要素技術）のイノベーションが利用可能であることの重要性も軽視されてはならない。その意味では、日本の各分野が蓄積してきた技術が大きな貢献をしている。

「知の融合」と関連付けてみると、複数の分野の技術が核となった技術も含めてみ

れば、4. ファイバー光学、8. 記録ディスク (CD、DVD) 、11. MEMS、15. 二次電池、16. ハイブリッド自動車、21. ナノテクノロジー (特に今後の展開)、24. 新しい補聴器 (人工内耳) が挙げられよう。このうち、特に融合の要素が強いのは、11. MEMS、15. 二次電池、16. ハイブリッド自動車などであるが、これらの場合には、必ずしも国の支援のプロジェクトが重要な役割を果たしたわけではない。しかし、二次電池、ハイブリッド車などは厳しい CO₂ 規制や世界的な環境問題対応の流れが目的を明確に規定している。ファイバー光学の場合にも、その製造技術は、窯業、化学の分野であるが、光通信の光ファイバーの製造に関しては、むしろ、電子、通信、光学関連分野の科学技術者が開発に貢献した。これは、光通信に求められる性能要求を正しく理解し、性能目標がはっきりしていたこと、そして関連技術を持っていたことによる。光学、光通信、電子分野の総合的理解のあるリーダー達が、窯業や化学技術者の支援により、低損失光ファイバー、光増幅ファイバー、波長多重、パルス多重、ソリトン伝送技術などを開発したものであることが注目すべき点である。

4.3 研究開発マーケティングとマネジメント

イノベーションを担う企業や研究開発組織にとっては、研究開発やイノベーションへの展開をどのように進めることが合理的なのかは、当然のことながら大きな問題である。この点を明らかにしようとする最近の研究動向として、本節では、ブレイクスルーをもたらす研究の役割に着目した事例分析と「Science-to-Business Marketing」のアプローチを紹介する。

4.3.1 ブレイクスルー・ゾーンのイノベーション・マネジメント

「知の融合」に係わる欧米のイノベーションの事例は、『ブレイクスルー -イノベーションの原理と戦略』で紹介されている¹⁸。ここでは、ゼロックス PARC (Palo Alto Research Center) の経験を中心に、新たな根本的なイノベーションはどのように生まれ、どのように導入されてきたのかについての考察が展開されている。著者の Stefik は、パソコンの原点となった Alto や GUI、マウス、レーザープリンタなどを世に送り出してきた PARC の研究室長の一人であり、ドットコム・ブームの終焉で方向転換を迫られていた企業研究所のあり方を考える中で、発明と製品化の間に必要な「ラディカル・リサーチ (根本的研究)」の重要性とその担い手について考察している。

著者は、基礎研究と商品化され得る新たな技術開発の間の段階を「ブレイクスルー・

¹⁸ Mark Stefik (著)、Barbara Stefik (著)、鈴木 浩 (監訳)、岡 美幸 (訳)、永田 宇征 (訳)、ブレイクスルー -イノベーションの原理と戦略、オーム社、2006 年。

ゾーン」として捉え、このゾーンでの技術の発展、導入メカニズム、必要な要素などについて考察し、様々な知の融合が働いてイノベーションを実現している状況を解き明かそうとしている。イノベーションは、発明だけでは実現しないし、製品開発だけでも生まれない。基礎研究（「何が可能か？」）の結果と製品開発（「何が必要か？」）の間にある根本的研究（ラディカル・リサーチ）では、障害物が研究の焦点になるため、その打開策を見つけるために多くの専門領域の研究者が投入され、境界領域で新しいアイデアが生まれることが多いとの事例を示している。また、そのための相互理解、すなわち創造性と協調体制を増進する研究所の文化などについても言及されている。

根本的研究の中核をなす2つの問いは、「何が必要か？」と「何が可能か？」であり、それらの中の「ダンス」（衝突と相互作用）が必要である、としている。また、近年の「オープンイノベーション」（他社からの技術の買取りや自社技術の販売）は経済合理性に適っているものの、さらに発明とブレイクスルーを創出するオープンイノベーションまでを進めないと、漸進的な改良以上の真のイノベーションは得られないのではないかとの問題提起を行っている。

4.3.2 サイエンス・トゥ・ビジネス・マーケティング

研究開発の立案に関連しては、「サイエンス・マーケティング（Science Marketing）」という研究分野の活動が始まっている。これは、これまでの例えば、「リサーチ・オン・リサーチ」が主として「科学計量学（サイエントメトリクス）」と呼ばれる手法を用いて科学研究論文の単語や引用関係等の統計値を分析し、科学研究、科学知識の産出の本質に迫ろうとするものであったのに対し、研究開発の「マーケティング」を動機とした研究活動である¹⁹。

この分野の活動の一つに、Thomas Baaken 教授をリーダーとするドイツのミュンスター応用科学大学（Muenster University of Applied Science）における

「Science-to-Business Research Center」を中心とするグループの活動がある（参考文献[1]～[3]）²⁰。このセンターは、研究開発の力量や成果の商品化に関しての戦略的アプローチに係わる研究を世界的に展開している。成功している企業は、必ずマーケティング戦略を持って活動しており、企業の研究活動も顧客デマンドを正確に知り、それに基づいて研究内容を調整しているはずである。「なぜ、多くの研究機関はマーケティング戦略を構築して行動しないのだろうか？」という疑問はごく自然である。

¹⁹ 研究開発の状況を俯瞰し、技術が企業の製品にどのように使われているかを評価して、企業の目的意識に沿った製品開発戦略に資するという研究活動に関する研究分野が「リサーチ・オン・リサーチ（R on R）」である。

²⁰ <http://www.science-marketing.com/> 参照。

すなわち、「Science-to-Business Marketing」のアプローチは、ビジネスにおける通常の製品・サービスのマーケット・メカニズムが研究のマーケットにも同じように働いているという確信に基づくアプローチである。第三者機関からの研究機関への資金提供を大幅に増やすためには、顧客ニーズに一貫して焦点を当てることが必要である。採用されているアプローチの特徴は、全ての研究開発の出発点から「マーケットの特定」を行い、常に、研究の遂行にお金を払う「研究の顧客」を考慮の中心に置くことにある。このセンターのプロジェクトの目的は、「研究の商品化」についての新しいモデルやツールを開発し、テストし、提供することにある²¹。

現在は、グローバル化、国内市場の成熟、急激な技術変化などが企業経営の戦略に変化をもたらしており、企業や大学などの研究機関の研究活動にも、以下のように影響を与えている。

- (a) 一企業のみでは世界的なイノベーションは難しく、企業間のイノベーションという知のコラボレーションが必要である。
- (b) 国際競争が激化し、政府のファンディングが増えている一方、大学では学生からの授業料収入の減少で、研究資金の獲得のために研究の商品化に向けた新しい方法の必要性が高まっている。
- (c) 政府は、研究開発の産学連携の推進に力を入れ始めている。

このような流れの中で、資金や遂行の連携だけでなく、マーケティングの観点で連携を考える必要が生じている。Science-to-Business Research Center は、1997年からSMILE（教育・開発における戦略的マーケティング・プロジェクト）でマーケット・リサーチを行い、学生、教職員、卒業生、報道機関、公的機関、企業の意識を調査した。その結果、以下の点などが明らかとなったとしている。

- (a) 異なる産業セクターは、異なる期待を持っている。
- (b) 研究部門を持つ企業と持たない企業では、行動が異なる。
- (c) 産学連携の経験のある企業は、大学の研究内容を「応用」と「市場」志向で見る。

また、初期段階での潜在顧客の巻き込みについては、例えば、米国は全方位的研究に莫大な資金をつぎ込むなど、国により違いがあるようである。産学の関係マーケティングに関するチームワークや公開、モチベーションに関する考え方についても違いがあることも分かっている等としている。このほか、アカデミック分野の研究者の戦略マーケティングについての教育の問題、研究に対するインセンティブの問題、研究の移転に関する問題などが研究されている。

²¹ このアプローチを利用するグループと潜在顧客は、それぞれ、大学や研究機関の戦略に責任を持つマネジメント層、研究の遂行に責任を持つ研究者自身が考えられる。

4.4 知の融合によるイノベーションに向けて

以上に示したインタビューやイノベーション事例に関する技術の分析、海外研究動向の調査等を踏まえ、日本における知の融合によるイノベーションに向けた取り組みに有用と考えられる視点を次にまとめる。

4.4.1 明確な目標設定と知の融合を可能とするインフラストラクチャ

4.2 でみたように、基礎科学技術のイノベーションは、半世紀あるいは世紀を越える長い歴史に支えられて実現したものも多い。このため、米国でも日本でも、政府や巨大プロジェクトに支えられたケースが少なくない。日本でいえば、政府や旧国鉄（現JR）、電電公社（現NTT）、NHKなどが、米国では軍の支援や宇宙・航空関係などのプロジェクトによる科学技術のイノベーションが多い。また、技術化、製品化におけるイノベーションへの力は、社会・経済環境によるところが大きい。すなわち、商品化してビジネスになるかという点に深く結びついているようにみえる。

こうした点を鑑みると、イノベーションにおける「知の融合」は自然発生的に偶然に生まれることは少なく、あるものを実現するという強い目的意識を持って研究や技術開発をすることが、結果として「知の融合」によるイノベーションを生み出す大きなファクターとなっているように考えられる。

「知の融合」におけるもう一つの重要なファクターは、共通の活動領域・活動空間や相互理解である。異分野の知の融合が効果的に行われるためには、そのような異分野の科学技術（人、研究所、企業等）の存在を知ることが必須である。ICTの発達が物理的距離のもたらす制約を緩和し、グローバルな活動を容易にしているとはいえ、近くに利用できる科学技術を求められる環境の存在は、知の融合を生み出すために非常に効果的である²²。同時に、そうした物理的な環境を生かせる高いコミュニケーション能力も不可欠であろう。インタビューでもしばしば指摘されたように、「共通言語」は不可欠のインフラストラクチャである。文字通りの「言語」である場合も、また、言語として機能し得る「共通ツール（解析技術など、さまざまな技術分野に共通する技術など）」である場合も含めて、融合を可能とするプラットフォームの構築が必要条件であり、同時にその設計や構築をリードできる人材が大きな役割を果たしている。

このことは、上記産業技術の分野に限らず、アカデミックの場合でも同様の事例がみられる。認知科学（Cognitive Science）は、1980年代以降にその具体的な分野が形成されてきた比較的新しい学問分野であるが、G. A. Miller(2003)は、それまでの行動主義的な心理学の改革の必要を感じていた数人の研究者がスローン財団の働きかけを契機に分野横断的な会議を開き、異分野を融合した学問分野の形成に取り組んでい

²² PARCでの事例については前掲書、国内事例については第2章参照。

った様子を回顧している²³。1978年、カンザスシティに集まった研究者は、人間がどのように表現し、計算しているのかを理解するためには、従来の心理学、哲学、言語学、コンピュータ科学、文化人類学、神経科学の6分野をつなぎ、融合した研究が必要であることを議論し、その後の活発な学際的な研究、さらには、今日の認知科学分野の確立へと研究を展開していった。こうしたプロセスによる知の融合は、現状のディシプリンに疑問を持ち、新しいディシプリンの必要を確信していた研究者の意思が分野を超えて可能としたものであり、「知りたいこと」に関する明確な目標設定の下で進められたことに共通性がみられる。

4.4.2 応用と企業化への展望:イノベーションを担う機関

イノベーションが最終的には社会に価値をもたらす活動である以上、市場に製品として提示できるまでのプロセスが展望されていなければならない。この点に関連する事例として、コロンビア大学の産学連携とTLO（技術移転）関係の組織であるS&TV（Science and Technology Ventures - The Technology Transfer Unit of Columbia University）に着目してみよう。

Columbia大学は、2001年にそれまでのColumbia Media Enterprise(CME)をDigital Knowledge Ventures(DKV)²⁴に、Columbia Innovation Enterprise(CIE)をScience and Technology Ventures(S&TV)にそれぞれ再編した。これは、商業化の機会の増加に対応したものと説明されているが、産学連携とTLOに関する新しい機関であるS&TVの概要説明²⁵および年次報告(S&TV, Annual Report 2005)をみると、日本の大学等の類似機関と比較し、つぎのような特徴がみられる。

第1には、研究の基礎段階から商業化までを一手に支援する考え方および組織体制にある。日本の大学では、産学連携本部とTLO組織が別なことが多く（場合によっては知財本部も実質独立組織）、研究の基礎段階から知的財産化、さらに商業化までの一貫した支援の例は多くない。米国の例では、ライセンス担当者は、明確に科学技術分野によって分けられて配置されており、法務の面だけでなく、研究内容に対応できる専門性が感じられる。Health Science分野には9名（うち4名が博士）、それ以外の分野に5名（うち3名が博士）が配置されている。第2に、S&TVは、外向きの知的財産や研究活動の宣伝的な活動だけでなく、研究者へのサービスを重要視している。研究費を産業界から獲得して研究者に配分する組織であることを明確に記していることは、日本との大きな違いに見える。知的財産のライセンス等だけでなく、共同研

²³ Miller, G.A., The cognitive revolution: a historical perspective, *TRENDS in Cognitive Science*, vol.7, No.3, March 2003.

²⁴ <http://dkv.columbia.edu>によると、DKVの主な事業は、学内および外部に対して、Web-Site Development、Editorial Services、E-learning、Interactive Kiosks、Video Production、Collections and Directoriesを行うとされている。

²⁵ S&TV Web ページ、<http://www.stv.columbia.edu/>

究立案も産業界と研究者の両方にアドバイスする機能を有し、基礎研究の推進からその商業化まで、大学と産業界が Win-Win の関係を構築する仲立ちが一つの機関だけで行える利点は大きいのではないかと推察される。

同様の傾向は、TLO 機関の成功事例として有名な Stanford 大学や MIT においても見ることができる。Stanford 大学の Office of Technology Licensing (OTL) では、知的財産ライセンス等業務だけでなく、産業界との共同研究等についての契約業務は OTL 内の一部門である Industrial Contracts Office (ICO) で行うことになっている²⁶。OTL と ICO のディレクターは兼務であり一体性がある。OTL でも、ライセンスやリエゾン担当者は科学技術の修士または博士ないしは MBA の取得者がほとんどで、かつそれぞれの担当科学技術分野を明確に定めている。研究者サービスの点でも、例えば 2004-05 年の OTL Overview では、OTL の活動によって、ロイヤリティ収入と共同研究契約による追加的な研究費を研究者にもたらし、循環的に大学の研究アクティビティを向上させるコンセプトが示されている²⁷。S&TV と同様に、OTL 一箇所で、科学技術の内容的な議論も行いながら、ライセンスをするかあるいは共同研究に遡るかなどの判断が行えるようである。

MIT では、産業界との契約そのものは TLO 外の機関 (Office of Sponsored Programs) で行われるようであるが、TLO は窓口としての役割は有しており、“encourage industrial support of research” を含む TLO のミッションや、Ph.D または MBA 取得者を含むスタッフ概容 (<http://web.mit.edu/tlo/www/index.html>) などから、S&TV や OTL と同じような方向性が感じ取れる。

日本の大学における産学連携組織と TLO の関係を見ると、大学の 42 承認 TLO 機関のほとんどが外部 TLO であり、大学研究との一体的な運営はなされていない²⁸。しかし、研究段階から商業化までを一貫して支援するための、産学連携組織、知的財産関係組織、TLO 組織の一体性向上の動きは少しずつ見られており、近年ではこれらが一体となった産学連携組織も現れてきている²⁹。

米国では、4.3 で紹介した Stefik の著書でも、「イノベーションの初めの段階である基礎研究は大学で行われ、利用可能な技術の創造は企業の研究所や開発組織が担う」という流れが、歴史的にも機能してきたとの一般的理解がみられる。経営や技術をめぐる環境変化が、これまでの企業研究所の役割の見直しを迫っているが、それではど

²⁶ 外部資金一般についての契約業務は、Office of Research Administration (ORA) 内の Office of Sponsored Research (OSR) で行われる。OTL 内の ICO は、臨床試験契約を除き、産業界からの委託研究、産業界との共同研究、または素材移転契約の交渉と締結の責任部署である。

²⁷ Stanford 大学 OTL Web サイト、
<http://otl.stanford.edu/about/resources/otloverview.pps>

²⁸ 経済産業省大学連携推進課、産学連携施策、
http://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/top-page.htm

²⁹ 佐賀大学「産学連携推進機構」(2005 年)、千葉大学「産学連携・知的財産機構」(2006 年)

の機関が発明と製品開発の橋渡しを行う根本的研究を担えるのか、という時代に即した問題意識がある。他方、日本の現状をみると「基礎研究は大学で、製品化技術は企業の研究所が」という流れは必ずしも広く機能しているモデルとはなっていない。この点にも注意する必要があるが、産学連携活動担当者の科学技術専門性向上も含めて、研究者と産業界の両方に対するトータルサポートとの視点は一つの方向性を示唆するものかもしれない。

4.4.3 人材、組織のあり方とインセンティブの仕組み

人材や組織のあり方、また、そうした人々を動機づける仕組みも重要である。

第1に、特に「知の融合」を通じたイノベーションは、明確な目的の下でこそ成功する可能性が高い活動とすれば、リーダーの的確な役割は重要である。

第2に、具体的で明確な目的意識の共有は、異なる分野の人々が効率的に研究や技術開発に取り組むための動機づけのためにも不可欠である。もちろん、その裏づけとなる基盤技術、あるいは、要素技術のイノベーションが存在することが前提であり、融合の強調が基礎となる要素技術の重要性を看過することとなってはならない。教育においても同様であり、個々の深い専門性があるからこそ、融合の意義が高まることが見失われてはならない。

第3に、組織や文化のあり方は、当然のことながらイノベーションの創出に関係する。イノベーションが社会に成果をもたらすまでのプロセスや方法にはさまざまな可能性があり、一概に規定できるものではない。しかし、「知の融合」が機能するとすれば、少なくともコミュニケーションが容易であるための多くの工夫が役に立つであろう。国内企業においても、そうした面を意識し、研究開発部門を同一フロアに配置するなどの例もみられるが、空間的、時間的に凝縮された中で明確な目的を持った人々に合理的なインセンティブの仕組みが付与されることが可能性を広げる。これらに関する具体的な議論は、第2章で展開されているとおりである。

本章では、米国のベンチャー企業の例などにも言及したが、研究開発や事業化、あるいは起業のプロセスやそのファイナンス、社会の受容性など、イノベーションをめぐる環境は国によって大きく異なる。欧米型をそのまま輸入することが直ちに日本でも有効な仕組みとして機能するわけではないことは、さまざまな制度の議論においてすでに経験されている。むしろ、参考にすべきは社会経済と研究開発の相互作用のあり方や発明、ブレイクスルー、イノベーションを担う各機関の役割分担のあり方などであり、その上で日本に必要な具体的な課題についてそのタイムテーブルと目標に関する関係者間のコンセンサスを得ることが重要であろう。本報告書の第2、3章で行われた分析に基づき、欧米の経験を参考としつつも、日本独自のイノベーション創出環境整備戦略を設計し、継続していくことが求められる。

参考文献

- [1] Thomas Baaken, “Science-to-Business Marketing – a new way of successful Research Commercialization by getting Research closer to Markets” , *Proceedings of the First International Conference / Workshop on Business, Technology and Competitive Intelligence* (October 25-26, 2005), pp.301-311.
- [2] Calolin Plewa and Pascale Quester, “The Effect of a University’ s Market Orientation on the Industry Partner’ s Relationship Perception and Satisfaction” , *Proceedings of the First International Conference / Workshop on Business, Technology and Competitive Intelligence* (October 25-26, 2005), pp.417-441.
- [3] Friedrike von Hagen, Stefanie Gosejohann and Volker Hölscher, “International Research Customer Satisfaction Surveys (Germany and Australia) and Research Providers Surveys (Germany and Europe)” , *Proceedings of the First International Conference / Workshop on Business, Technology and Competitive Intelligence* (October 25-26, 2005), pp.384-394.

表 4.1 1980 年以降におけるトップ 25 のイノベーション (CNN の 25 周年記念行事の一つとして LEMELSON-MIT PROGRAM が組織したパネルによる「過去四半世紀におけるトップ 25 の技術革新 (医学、バイオを除く)」より)

(注：太字は日本の貢献に関連した事項)

イノベーション	アイデア・基礎科学技術	技術展開・商品化技術
1. インターネット	1950 J. C. R. Licklider がアイデアを発表 1990 Tim Berners-Lee (CERN) が自ら考案した World Wide Web クライアント及びサーバ実証実験に成功	1994 Berners-Lee が World Wide Web Consortium(W3C)を MIT に設立 1992 Marc Andreessen と Eric Minner により Mosaic 作成
2. 携帯電話	1947 D. H. Ring (Bell Labs) アイデアを発表 1973 Martin Cooper (Motorola) 携帯電話を発明し、最初の通信に成功	1977 携帯電話の公衆試用がシカゴで開始 1979 世界で最初の商用携帯電話 (自動車用) システム運用を東京で開始 1983 シカゴでアメリカ最初の商用携帯電話システム運用開始
3. パーソナルコンピュータ	1971 Intel 4004 (Federico Faggin, Ted Hotf, Stan Mazov の設計) の開発 1974 Altair 社 Mark8 を開発 1976 Steve Paul Jobs, Stephen Gary Wozniak, Ronald Gerald Wayne による Apple I の開発 1977 同、Apple II の開発	1975 Altair 8800 の発売 1975 Bill Gates, Paul G. Allen が Microsoft 設立 1980 MS-DOS の開発 1985 Microsoft Windows version1.0 の発売
4. ファイバー光学	1956 Basil Hirschowitz, C. Wilbur Peters, Lawrence E. Curtiss (University of Michigan) が最初のガラスクラッド光ファイバー：ガストロスコープを開発 (特許取得) 1965 Charles K. Kao と George A. Hockham (British company Standard Telephones and Cables) が、ガラスの光損失は、不純物を除去することで 20dB/km 以下を達成可	1967 Shojiro Kawakami グレイデッドインデックスファイバー提案 1968 C. K. Kao と M. W. Jones が損失 4dB/km ファイバー作製 1970 Robert D. Maurer, Donald Keck, Peter Schultz, Frank Zimar (Corning) が最初の通信用実用光ファイバーを開発 1976 Masaharu Horiguchi (NTT Ibaraki Lab) と Hiroshi Osanai

	<p>能と指摘</p> <p>1986 David Payne (University of Southampton) と Emmanuel Desurvire (Bell Laboratories) が、エルビウムドープ光ファイバー増幅器を発表</p>	<p>(Fujikura Cable) が波長 1.2 ミクロンでの 0.47dB/km の低損失ファイバーを開発</p> <p>1978 T. Izawa(NTT) 波長 1.55 ミクロンで低損失 (0.2dB/km) のシングルモードファイバー作製</p> <p>1989 Masataka Nakazawa(NTT) 波長 1.48 ミクロン励起超小型 EDFA を開発</p> <p>1991 Masataka Nakazawa (NTT) ソリトンによる百万 km 以上の超長距離伝送を報告、1993 年に 180 百万 km の伝送を達成</p>
5. 電子メール	<p>1965 メインフレーム上の複数ユーザが相互に通信する方法として使われ始めた</p> <p>1971 Ray Tomlinson ARPANET 上で最初の電子メール送信</p>	<p>1980 年代に、IETF がもっと単純なプロトコル Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)を開発し、これがインターネット上の電子メール転送のスタンダードとなり急速に普及した。</p>
6. 民生用 GPS	<p>1960 年代 アメリカで軍事用としてアイデアの形成</p> <p>1973 衛星ナビゲーションシステム (アメリカ空軍、海軍) を実現</p>	<p>1990 パイオニア 民生用 GPS カーナビゲーション市販モデルを製品化</p>
7. ポータブルコンピュータ	<p>1976 Xerox NoteTaker が Xerox PARC にて最初のポータブルコンピュータとして開発された</p>	<p>1981 Adam Osborne が最初の大量生産ポータブルコンピュータ Osborne 1 を製品化</p>
8. 記録ディスク (CD、DVD)	<p>1958 David Paul Gregg アナログ光ディスクを発明 (1961 と 1969 に特許取得)</p>	<p>1983 フィリップスとソニーがデジタル光ディスク開発で協調 (東芝等も参加)</p> <p>1996 DVD を日本で最初に商品化</p>
9. 民生用デジタルカメラ	<p>1970 George Smith と Willard Boyle (Bell Lab.)、CCD を発明。デジタルカメラの民生普及の可能性を開く</p>	<p>1988 Fuji DS-1P 最初のデジタルカメラを開発</p> <p>1991 Kodak DCS-100 最初にデジタルカメラを商業化</p> <p>1994 Apple QuickTake 100、PC と接続可能な最初の民生用デジタルカメラを製品化</p> <p>1995 Casio QV-10 最初の液晶表示付デジタルカメラを製品化</p>

10. RFID タグ	原理、研究そのものは、古くからあったが、 1946 Léon Theremin が発明登録 1948 Harry Stockman が主要原理を論文発表 1960年代 Sensormatic 社、Checkpoint 社設立 1970年代 Los Alamos Scientific Laboratory、Northwestern University、Microwave Institute Foundation in Sweden などが研究に参入	1983 Charles Walton RFID の名前で最初の特許 (US) 1990 年ごろから IC 技術により小型化し、急速に発展をしている
11. MEMS (Micro-electro-mechanical system)	1950年代から研究開発 1965 Harvey Nathanson, Robert Wickstrom, William Newell (Westinghouse Research Labs in Pittsburgh) がシリコンを基板として用いた MEMS デバイスを開発	1970年ごろから 圧力センサー、インクジェット、ガスクロマトグラフ、加速度センサー、デジタルプロジェクタ、流速計、発振器、スイッチなどの開発が進む 1987 M. Mehregany et al. が Transducers 国際会議でマイクロギア、タービンを発表 1990 江刺正喜 (東北大) シリコン容量型圧力センサー 1992 江刺正喜 (東北大) 加速度センサーなど
12. DNA 指紋	1985 Sir Alec Jeffreys (University of Leicester) が原理を発表	その後 PCR (polymerase chain reaction、ポリメラーゼ連鎖反応) 法の普及と応用手法の発達から、現在ではより検出・分析精度が高い鑑定が可能となっている。
13. エアーバッグ	1952 John W. Hetrick 発明 (1953 U.S. 特許) 1967 (米)イートン社が衝突時の救命装置として実用化	1971 Ford が試作品を開発 1973 GM が乗用車に装着 1981 ベンツが現在のシステムとほぼ同一のものを開発
14. ATM	1939 Luther George Simjian がアイデアを発表 1967 世界最初の ATM が London's Barclay Bank に設置 (De La Rue が開発)	日本では沖、富士通、日立オムロンが主要メーカーとして、世界的に優れた ATM を製作

15. 二次電池	<p>1813 Sir Humphry Davy 燃料電池の原理を発見</p> <p>1839 William R. Grove 最初の燃料電池の製作</p> <p>1859 Gaston Plante による鉛蓄電池の発明</p> <p>1899 Waldemar Junger の Ni-Cd 電池の発明</p> <p>1990 松下電器、三洋電気（東芝）により NiMH（ニッケル水素）電池の発明</p> <p>1991 ソニーエナジーテック、Li-イオン電池を発明</p>	<p>ホンダ、トヨタが世界で初めて燃料電池車 FCEV を試作、政府に納入。今後の普及は未知。</p>
16. ハイブリッド自動車	<p>1900-1902 Porsche (Mixte)、ガソリンと電気のハイブリッド車を提案</p> <p>その後、自動車メーカー各社は種々のハイブリッドカーを製作</p>	<p>1964 年頃からトヨタが開発を開始</p> <p>1997 Toyota が Prius、Audi が A4 を発表、発売</p> <p>1999 Honda が Insight を発表、製品化</p> <p>現在、Toyota、Honda が世界をリード</p>
17. OLEDs (有機発光ダイオード)	<p>1953 Bernanose ら、有機材料の結晶性薄膜中の発光を確認</p> <p>1954 赤松秀雄、井口洋夫、松永義夫、有機半導体の論文を発表(Nature)</p> <p>1960 Dow Chemical、EL セルドープしたアントラセンによる有機発光セルを開発</p> <p>1963 DE Weiss et al.、ヨウ素ドープ高伝導酸化ポリピロールによる有機発光セルを開発</p> <p>1977 白川英樹等、高導電性ポリアセチレンによる発光を確認</p> <p>1987 C. W. Tang、S. VanSlyke(Kodak)ら、低分子の有機 EL デバイスを開発</p> <p>1990 Burroughs et al. (ケンブリッジ大)、高分子有機材料高効率緑色発光ポリマーを開発</p>	<p>2000 Sanyo と Kodak が、5.5 インチ OLED ディスプレイを発表</p> <p>2001 Sony が、13 インチ OLED ディスプレイを発表</p> <p>2003 IDTech、IBM、CMO が、20 インチディスプレイを発表</p> <p>2004 Seiko Epson が、40 インチフルカラーOLED ディスプレイを発表</p> <p>2005 Samsung が、1 枚のパネルによる 40 インチフルカラーOLED ディスプレイを発表</p> <p>2007 Sony が、27 インチ OLED テレビを発表</p>

<p>18. フラット表示パネル（プラズマディスプレイと液晶ディスプレイ）</p>	<p>1964 D. L. Bitzer と H. G. Slottow (Illinois University) が PDP の動作原理を発表</p> <p>1980 年代 NHK 技研でカラーPDP の研究開発(DC 駆動 LCD : (液晶ディスプレイ))</p> <p>1968 George Heilmeyer(RCA)、ダイナミック散乱モードを利用した LC のアイデアを発表</p> <p>1970 Martin Schadt と Wolfgang Helfrich (Hoffmann-LaRoche 社)、トウイストネマチック電界効果利用 LC(Swiss 特許 No. 532261) 特許を日本に売却</p> <p>1971 Fergason ILIXCO (現 LXD Incorporated) 社、最初の TN-効果利用 LCDs を開発</p> <p>1972 T. Peter Brody (Westinghouse Research Laboratories) 最初のアクティブマトリクス LCD を発明</p> <p>Westinghouse はこの発明を重要視せず日本のメーカーが製品化</p>	<p>1992 富士通、富士通ゼネラル 高輝度、フルカラー動画が可能な 21 インチサイズのカラーPDP を開発・発表</p> <p>日立、富士通、松下などが PDP 開発</p> <p>シャープをはじめ日本各社が LCD 開発、製品化</p>
<p>19. HDTV</p>	<p>1964 NHK、HDTV 研究を開始</p> <p>1982 NHK、アナログ方式 HDTV 放送開始</p> <p>1991 NHK、Muse アナログ/デジタル方式を開発</p> <p>1990 年代 世界中でデジタル HDTV へシフト</p>	<p>世界各地で独自の方式採用</p> <p>アメリカ : ATSC</p> <p>欧州 : DVB</p> <p>日本 : ISDB-T</p>
<p>20. スペースシャトル</p>	<p>アメリカ、旧ソ連で開発</p>	
<p>21. ナノテクノロジー</p>	<p>1959 Richard Feynman、基本原理を提唱</p> <p>1981 Binnig と Rohrer、走査トンネル顕微鏡 (STM) 発明</p> <p>1991 飯島澄男、カーボンナノチューブの発見</p>	<p>2000 年頃から、世界中で研究開発活発化。まず、カーボンナノチューブやナノ粒子などのナノ材料から製品化</p> <p>2000 William Clinton、National Nanotechnology</p>

		Initiative(NNI)を設立
22. フラッシュ メモリー	1984 舛岡富士雄(東芝) IEDMで原理を発表 1988 INTELがNOR型タイプフラッシュチップ開発	1989 東芝、NAND型フラッシュ ISSCC 1992 東芝、16MbNAND型フラッシュメモリーを製品化 1996 SmartMedia フラッシュメモリーカードの製品化
23. ボイスメール	1978 Gordon Matthewsが原理を発明	1982 Octel Communications (Bob CohnとPeter Olsonにより 設立)が商品化 1969 ROLM Corporation (Gene Richeson、Ken Oshman、Walter Loewenstern、Robert Maxfieldにより設立)が最初のPBX を製造 以後、電子メールシステムに組み込んだ種々の方式によるボイ スメールが開発されている
24. 新しい補聴器 (人工内耳)	1957 Andre DjournoとCharles Eyries、最初の人工内耳を 開発 1960年代William HouseとJack Urbanがウェアラブル人工 内耳システムを開発 1971 Robin Michelson(USCF)が、人工内耳の有効性をアメリ カ耳科学会で発表 1973 William Houseが広く適応可能な人工内耳を開発	1987 DSP(digital signal processor)の導入でプログラム可 能なデジタル人工内耳が市場に 1980年代 Clarkら(オーストラリア、メルボルン大学) によるニュークレウス22チャンネルシステム(N22シ ステム)などの多チャンネル人工内耳開発 1985 東京医科大学 舩坂宗太郎、日本で第一例目の人 工内耳(N22システム)手術
25. 短距離、高周波 無線	通信技術は古くから存在している 無線LAN技術としての規格は米国主導でなされる	Wi-Fi(ワイファイ(Wireless Fidelity)、IEEE802.11仕様を もとにした無線LAN技術を基礎とする)などの規格による技 術が現在広く使われている 日本はハードですぐれた製品を開発、製品化

