

# デンマークのバイオテクノロジー産業

## メディコンバレーの概観・評価

コペンハーゲン事務所

### 目次

1. 概要 .....	3
2. 序章 .....	4
(1) メディコンバレー .....	5
(2) デンマークのバイオ産業のスナップショット .....	6
(a) 研究 .....	7
(b) イノベーション .....	10
3. 分析 .....	11
(1) 定義 .....	11
(2) 活動 .....	12
(a) DNAを扱う技術 .....	12
(b) RNAを扱う技術 .....	13
(c) たんぱく質を扱う技術 .....	13
(d) 細胞を扱う技術 .....	14
(e) その他の技術 .....	14
(f) 技術マップ - DNAを扱う技術 .....	15
(g) 技術マップ - RNAを扱う技術 .....	16
(h) 技術マップ - たんぱく質を扱う技術 .....	17
(i) 技術マップ - 細胞を扱う技術 .....	18
(j) 技術マップ - その他の技術 .....	19
(3) 現在行われているプロジェクト .....	20
(4) デンマークの政策環境 .....	23

(a) 産学連携 .....	24
(I) コペンハーゲンバイオセンター .....	24
(II) コペンハーゲンにおけるバイオ技術研究とイノベーション (BRIC) .....	25
(b) 教育 .....	25
(c) 融資方針 .....	25
(d) 技術集中イニシアチブ .....	25
4. 考察 (SWOT) .....	26
(1) 強み .....	26
(2) 弱み .....	26
(3) 機会 .....	27
(4) 脅威 .....	28
5. 評価 .....	28
6. 参考資料 .....	29
参考 1 - 技術マップに掲載されていない企業 .....	29
参考 2 - 定義 .....	30

## 図

図 1 デンマークの地域別バイオ産業企業数 .....	4
図 2 メディコンバレーの研究成果 .....	6
図 3 ヨーロッパの国別バイオ技術企業数 .....	7
図 4 バイオ技術の中核企業、重要な活動を行う企業、利用企業の産業別企業数 .....	9
図 5 従業員数による規模別企業数内訳 .....	9
図 6 バイオ技術のイノベーション得点表の最高実績のインデックス .....	10
図 7 メディコンバレー地域の強み .....	22
図 8 デンマークのバイオ技術のイノベーション .....	23

## 表

表 1 バイオテクノロジー(BT)の知識ベースの指標 .....	8
表 2 バイオ技術のイノベーションスコアボードの最高実績指数 .....	11
表 3 フェーズ別現在開発中の臨床プロジェクト件数 .....	21

## 1. 概要

本稿では、デンマークのメディコンバレー地域を中心に、200社近くの企業の調査に基づき、デンマークのバイオ産業を概観し、SWOT（強み、弱み、機会及び脅威）を分析する。調査はJETROの提示する枠組みの下、デンマークのBioneer社が担当し、JETROの現場感覚を踏まえた評価を付記している。

オーフス大学分析・政策センター（The Danish Center for Studies in Research and Research Policy (CFA)）によると、2003年末現在、デンマークのバイオ産業では、174社がバイオ技術に特化、約86社がバイオ技術分野で重要な企業活動を行っている<sup>1</sup>。企業数ではヨーロッパ5位の規模であるが、大半の企業は設立されたばかりで、まだ従業員数が極めて少ない段階である。

デンマークは多くの国際的なイノベーションのランキングで上位に位置付けられており、特にバイオ技術分野では出版物と特許が目立っている。デンマークでは、大学とバイオ関連の小規模企業との共同研究は質が高く、現在までのところ、イノベーションがデンマークのバイオ産業の成功の鍵となっているといわれている<sup>2</sup>。

バイオ産業の得意分野はワクチン(vaccines)と工業酵素(industrial enzymes)で、とりわけ糖尿病(diabetes)、がん(cancer)、炎症(inflammation)と神経科学(neuroscience)である。さまざまな企業がナノ技術(nanotechnology)、マイクロRNA(miRNA)、マイクロ機器(micro device)に取り組んでいる。しっかりした研究拠点、研究者の数、先発者としての強み(歴史など)が観察できる。

一方、小国としての限界、研究の国際的な質と魅力が弱みとなっている。論文数や特許数とその引用回数で研究の量対質を比較すると、論文数、特許出願数のわりに、引用回数は少なく、研究の量から質への転換が必要である。

バイオ産業の地域発展を促進するためにEUが提示した9つの指標で評価した結果、一般的にバイオ産業は極めて健全であり、弱点も政策で克服されつつある。しかしながら、特に国際協調と研究の質の面で改善を続ける必要がある。

---

<sup>1</sup> The Danish Center for Studies in Research and Research Policy, "Biotechnology in Denmark: A preliminary Report," 2003. p.6.

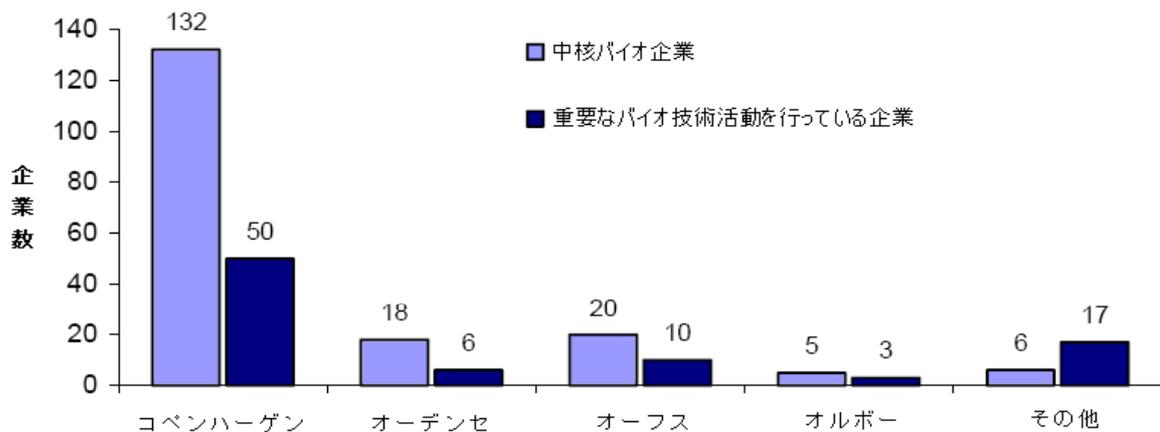
<sup>2</sup> The Danish Strategy: Denmark's Opportunities in the Global Knowledge Society, Jørgen Mads Clausen, The Strategy Group, October 2004.

## 2. 序章

ここ 20 年間、バイオ産業が急速に成長する中で、本稿では、メディコンバレー（次章以降で詳説するバイオ集積地域）のデンマーク側の企業を中心に、以下の観点からバイオ産業を調査する。

- バイオ産業の概要（企業数、従業員数等）
- デンマークのバイオ企業の研究の主要分野、技術開発と応用
- デンマークのバイオ産業の全体的な強みと弱みの分析

図 1 デンマークの地域別バイオ産業企業数



各地域は該当都市及び周辺地域（或いは国）を含む。「その他」は左記以外のデンマークの全地域を含む。

（オーフス、北ユールランド以外のユールランドの郡(Amt)、ボンホルムとシェラン島西部）

注:コペンハーゲンはメディコンバレーの一部

出所： Danish Center for Studies in Research and Research Policy, 2003.

なお、本稿は、既存の知識やデータベース、対象企業の最新のホームページに基づいた情報を利用している。

## (1) メディコンバレー

メディコンバレーはデンマークの大コペンハーゲン地域とスウェーデン南部のスコーネ地方からなる地域で、質の高い研究で国際競争力のあるバイオ技術集積地のひとつである。優れた研究基盤から、企業活動は医薬品の発見、生産、臨床検査、機器、支援技術やサービスなど広範囲に異業種にわたっている。正式にメディコンバレーと名づけられた 1998 年以降に約 55 社が新たに進出し、現在は 100 以上の生物医学企業がこの地域に集積している。

ルンド大学、コペンハーゲン大学、デンマーク薬科大学（Danish Pharmaceutical Acedemy）、王立獣医・農業大学アカデミー（Royal Veterinary Academy）などの研究機関は、生物学、医学研究の業績を共有し、ノーベル賞受賞者も数人輩出している。この地域の病院は、デンマークのがん登録簿(Danish Cancer Register：世界最古の維持管理された患者登録簿)のおかげで、長年にわたる臨床研究の伝統がある。

産業側では、100 年近く前から、各分野でリーダー的存在である研究集約的な医薬品会社、Novo Nordisk<sup>3</sup>、AstraZeneca<sup>4</sup>、LEO Pharma<sup>5</sup>とH.Lundbeck<sup>6</sup>の存在が、この地域の応用研究を先導し、産学間の生物医学研究環境の発達を促進している。大医薬品企業は、次の点でメディコンバレーの発展に大きく貢献している。

- 小規模バイオ企業への研究者、経営者の供給。
- 小規模バイオ企業への投資<sup>7</sup>。
- 学術研究プロジェクトでの協力（助成金の供出とその商業化）。
- 製品開発経路の提供（臨床開発への投資による臨床活動の活性化）。

図 2 はメディコンバレーの出版数と引用数の、それぞれの総数と単位当たり数の関係を

---

<sup>3</sup> 1922 年に創立された、デンマークに本社をおく世界 79 カ国で 2 万 2 千人の従業員を雇用する糖尿病ケアの世界のリーディング企業。血友病や成長ホルモンといったホルモン置換にも取り組んでいる。

<sup>4</sup> スウェーデンに本社をおく全世界 20 カ国で 5 万人の従業員を雇用する医薬品企業。主要分野は循環器、中枢神経系、消火器、感染症、腫瘍学、疼痛管理・麻酔、呼吸器である。

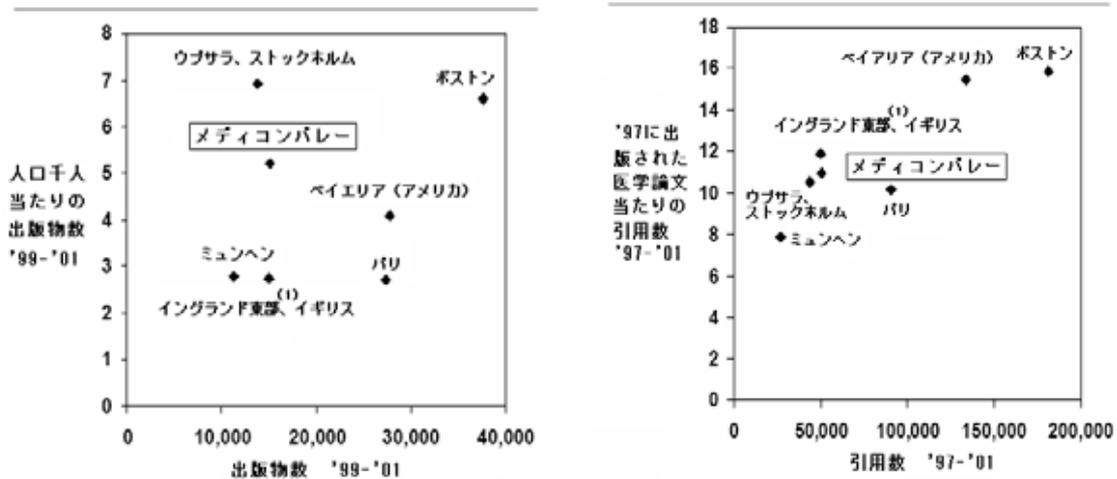
<sup>5</sup> 皮膚、循環器、抗血栓、抗生物質、骨代謝を得意とするデンマークの医薬品企業。従業員 3,200 名のうち 2,000 名が外国勤務。2002 年の年間取引高は約 7 億 US ドル。

<sup>6</sup> コペンハーゲンに本拠地をおく唯一の一貫生産企業。得意分野は中枢神経系（CNS）障害向け治療で、ヨーロッパの抗うつ病市場でトップである。

<sup>7</sup> 例えば、Novo Nordisk の親会社 Novo A/S は、この地域の多数のバイオ技術企業に投資している。また、最近、LEO Pharma がインキュベータ業務を開設したように、医薬品から直接、バイオ技術企業スピンオフすることもある。

表したグラフである。(両方共、y軸が数を表す。)これによると、メディコンバレーは出版物や特許の形での研究数が多いが、引用数から見る研究の相対価値は他国に比べて低い。

図 2 メディコンバレーの研究成果



注：(1)ケンブリッジ周辺地域

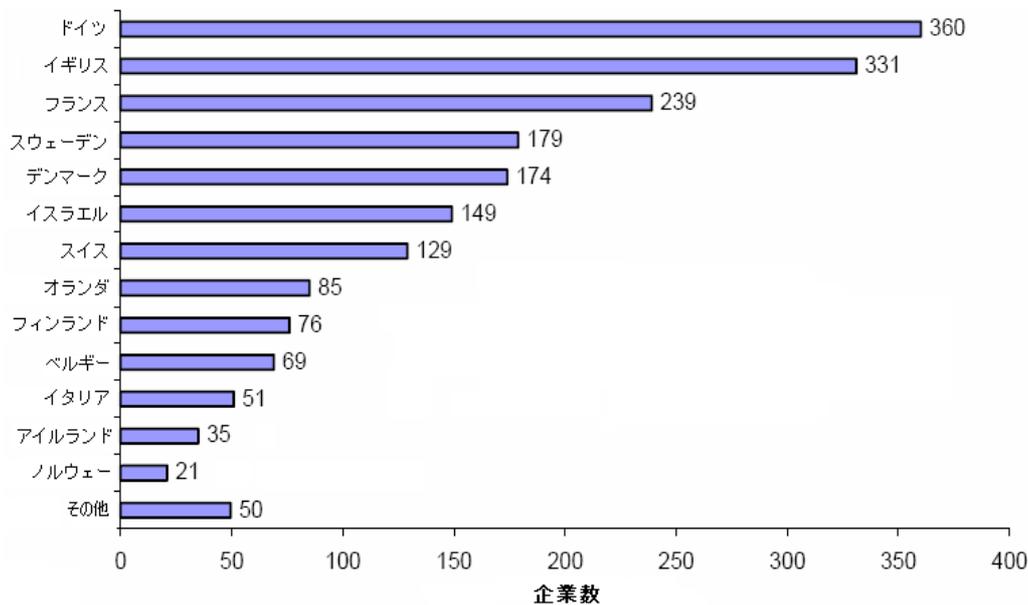
出所：DTU、Medline、BCGの分析と推定<sup>8</sup>

## (2) デンマークのバイオ産業のスナップショット

デンマークでバイオ技術企業は1997年から2003年の間に61社から174社へと約3倍に増加した。デンマークのバイオ技術企業数はヨーロッパで5番目に多い。

<sup>8</sup> COMMERCIAL ATTRACTION OF BIOMEDICAL R&D IN MEDICON VALLEY: The Role of R&D in Attracting Regional Investments, THE BOSTON CONSULTING GROUP, November 2002.

図 3 ヨーロッパの国別バイオ技術企業数



出所：Ernest and Young with some changes by Danish Center for Studies in Research and Research Policy

分析・政策センター(CFA)の2003年末のレポートによると、デンマークのバイオ産業には、この174社と、医薬品企業などバイオ技術関連の活動を行っている86社がある<sup>9</sup>。

(a) 研究

デンマークのバイオ技術研究はバイオ技術企業や医薬品企業、大学や病院で行われている。CFAの推定によると、2001年の民間企業によるバイオ技術分野での研究開発費は、全民間企業の研究開発の22パーセントに相当する48億デンマーク・クローネ(以下クローネ、1クローネ=約19円)にのぼる。一方、2001年の公的機関によるバイオ技術分野での研究開発費は10億5,000万クローネ、2002年には10億6,000万クローネとなり、これは2002年のデンマークの全公的機関による研究開発費の10パーセントに相当する。

国家社会科学研究会議(The Economic and Social Research Council)では、国別の知識ベース指標において、デンマークはバイオ技術の知識ベースがヨーロッパで最も高水準の国の一つであるとしている<sup>10</sup>。(表1。なお、これは図2と同様の情報を提供しているが、

<sup>9</sup> The Danish Center for Studies in Research and Research Policy, “Biotechnology in Denmark: A preliminary Report,” 2003. p.6.

<sup>10</sup> LIFE SCIENCE INNOVATION: POLICY AND FORESIGHT, Thomas Reiss and Joyce Tait, INNOGEN WORKING PAPER NO. 18, November 2004, Economic and Social Research Council.

対象をデンマーク側に限っている。)表 1 も図 2 同様、デンマークのバイオ技術の論文引用数は、出版物の発行数のわりには少ないことを示しており、他にもこれを指摘する文献がある<sup>11</sup>。

表 1 バイオテクノロジー(BT)の知識ベースの指標

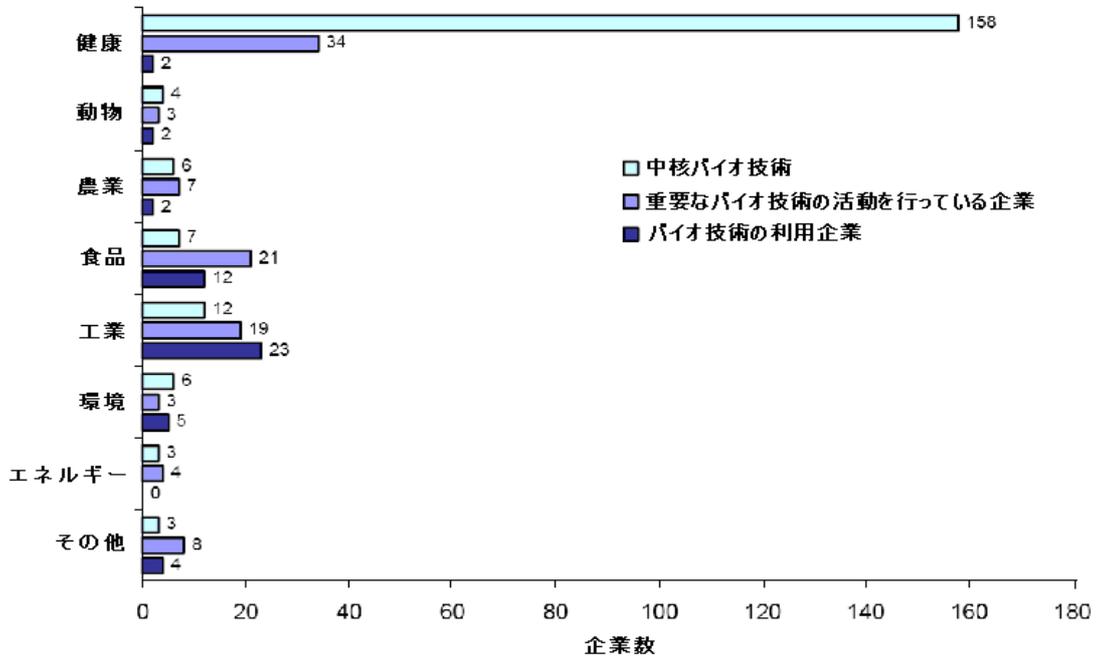
	人口百万人当たりの BT 出版物		BT 出版物当たりの引用数		総 BT 出版物当たり基礎 BT 出版物		平均知識ベース指標	
	1995/1996	1999/2000	1995/1996	1999/2000	1995/1996	1999/2000	1995/1996	1999/2000
オーストリア	6.78	7.03	7.78	8.50	6.32	7.41	6.96	7.65
ベルギー	7.92	8.49	8.62	7.44	7.94	7.28	8.16	7.74
デンマーク	11.49	11.83	6.95	8.26	6.76	7.39	8.40	9.16
フィンランド	11.50	11.10	8.30	7.65	7.03	7.21	8.94	8.65
フランス	6.34	6.01	6.74	7.36	8.36	8.64	7.15	7.34
ドイツ	5.66	5.77	7.59	7.64	8.56	8.11	7.27	7.17
ギリシャ	1.92	2.42	5.67	4.59	5.74	4.99	4.44	4.00
アイルランド	5.06	5.48	6.02	7.62	4.45	5.45	5.17	6.18
イタリア	4.02	4.08	7.03	6.49	6.16	6.58	5.74	5.72
オランダ	11.58	9.85	7.80	7.90	7.86	6.31	9.08	8.02
ポルトガル	1.33	1.87	5.59	5.25	7.51	7.92	4.81	5.01
スペイン	3.54	4.04	4.73	5.59	7.96	7.73	5.41	5.79
イギリス	8.55	8.22	9.14	8.47	8.23	7.76	8.64	8.15
欧州中央値							7.14	7.49

各国の実績比較のため、各指標を全部の国の総計を 100 ポイントと単位変換した。各国の各指標の平均値を平均知識ベース指標とする。欧州中央値とは、100 ポイント表示に換算後の中央値である。

図 4 が示す通り、デンマークのバイオ技術活動は幅広いが、西欧同様、大半の企業は健康バイオ技術中心である。健康分野への集中と成長の一因として、大規模医薬品企業の存在があげられるが、大半の企業は従業員 2、3 名の小規模企業である。(図 5 参照)

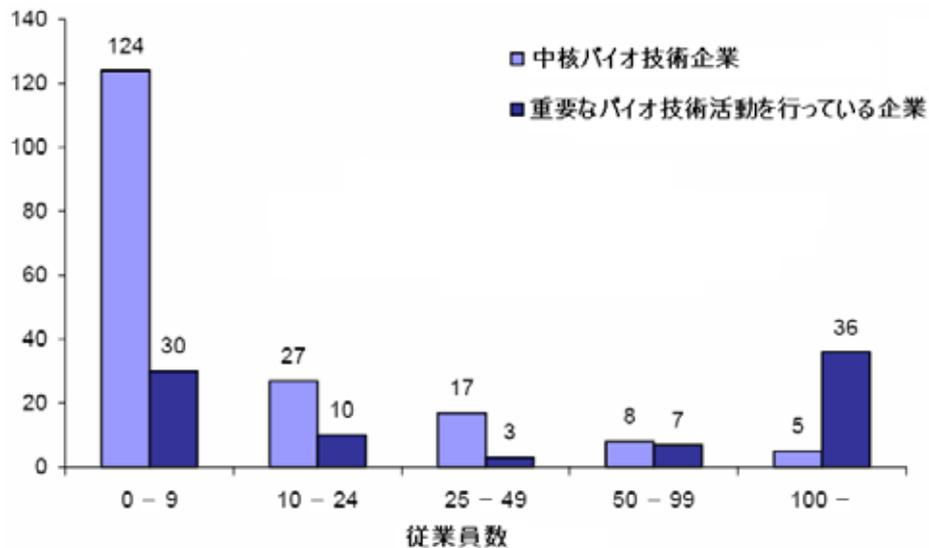
<sup>11</sup> European Commission Enterprise Directorate General, “innovation and Competitiveness in European Biotechnology, enterprise Paper No.7.” 2002.

図 4 バイオ技術の中核企業、重要な活動を行う企業、利用企業の産業別企業数



出所：CFA

図 5 従業員数による規模別企業数内訳



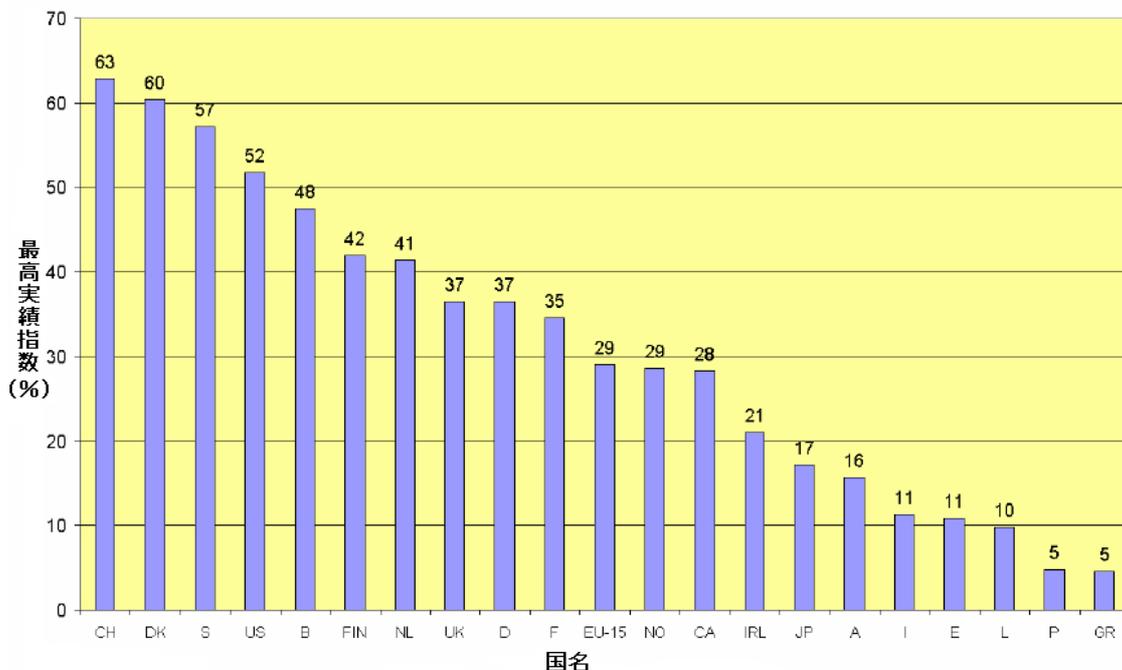
出所：CFA

(b) イノベーション

デンマークの大学と、小規模企業の共同研究の質は高く、イノベーションの観点から国際競争力があり、イノベーションは、今後もデンマークのバイオ産業の成功の鍵となると予想されている<sup>12</sup>。

欧州委員会企業総局によるヨーロッパ諸国のイノベーション基準の比較によると、デンマークはバイオ技術のイノベーションでは、ヨーロッパではスイスに次いで2位である。

図 6 バイオ技術のイノベーション得点表の最高実績のインデックス<sup>13</sup>



DK = デンマーク

表 2 も各種技術の国別の比較優位性についての欧州委の試算である。RTA ( Real Technology Advantage ) は、真の技術的優位 ( 技術面でのその国や地域の特化度 ) を意味しており、各技術/部門毎の全特許数に占める各国のシェアと、その技術/部門の特許数の全特許数に占めるシェアの比で表される。1に近いほど優位性があり、競争力があること

<sup>12</sup> The Danish Strategy: Denmark's Opportunities in the Global Knowledge Society, Jørgen Mads Clausen, The Strategy Group, October 2004.

<sup>13</sup> European Commission Enterprise Directorate-General, "2002 European Innovation Scoreboard Technical Paper No 7 Biotechnology Innovation Scoreboard," February 2003.

になる。デンマークのバイオ技術のスコアはノルウェーに次いで高く、0.41である。

表 2 バイオ技術のイノベーションスコアボードの最高実績指数<sup>14</sup>

国名	(RTA-1)/(RTA+1)				
	バイオ技術	材料	有機化学	医薬品	ポリマー
ドイツ(D)	-0.31	0.05	0.12	-0.08	0.07
フランス(F)	-0.03	0.08	0.01	0.12	-0.22
イギリス(UK)	0.01	-0.14	0.04	0.16	-0.37
イタリア(I)	-0.24	-0.07	0.00	0.09	0.05
スイス(CH)	-0.17	-0.40	0.25	-0.06	-0.27
オランダ(NL)	0.15	0.16	-0.14	-0.18	0.15
アイルランド(IRL)	0.23	0.02	-0.30	0.19	-0.24
ベルギー(B)	0.02	0.14	-0.23	0.06	0.12
スウェーデン(S)	0.25	-0.07	-0.28	0.26	-0.55
デンマーク(DK)	0.41	-0.29	-0.12	0.06	-0.80
スペイン(E)	-0.02	-0.21	0.19	0.05	-0.54
オーストリア(A)	0.34	0.19	-0.19	-0.10	-0.16
フィンランド(FIN)	0.12	-0.08	-0.29	0.01	0.18
ノルウェー(N)	0.45	0.42	-0.30	-0.14	-0.54
ギリシャ(GR)	0.39	0.02	-0.31	0.03	-0.28
ルクセンブルグ(L)	-1.00	0.31	-0.24	-0.14	0.42

備考：ポルトガルは特許数が極端に少ないため除外

出所：Elaboration on European Patent Office (1998)

### 3. 分析

#### (1) 定義

OECD ではバイオ技術を、新しい科学的知識や、財やサービスの開発のために、生物を媒体とした物質処理や、自然形または変化した形での生物または生物の一部の変化に利用される技術（器具、操作とノウハウ）と定義している。この定義により、企業の技術研究分野を分析する。各項目の分類は以下の通りである。

- DNA(コーディング): ゲノム解析 ( Genomics )、薬理ゲノム学 ( Pharmaco-genetics ) 遺伝子プローブ ( gene probes ) 染色体 DNA シーケンシング/複製/増幅 ( DNA Sequencing/synthesis/amplification ) 遺伝子工学
- たんぱく質と分子 ( molecules )(官能ブロック ( the functional blocks )) : たんぱく質 / ペプチド シーケンシング / 複製 ( protein/peptide

<sup>14</sup> European Commission Enterprise Directorate-General, “2002 European Innovation Scoreboard Technical Paper No 7,” 2002.

- sequencing/synthesis) 脂質/たんぱく質工学 (lipid/protein engineering) プ  
ロテオミクス (proteomics) ホルモン (hormones) 成長因子 (growth factors)  
と細胞受容体/シグナリング/フェロモン (cell receptors/signalling/pheromones)
- セル組織培養工学 (cell and tissue culture and engineering) :セル/組織培養、  
組織工学、ハイブリダイゼーション (hybridization)、細胞融合 (cellular fusion)  
ワクチン/免疫刺激剤 (vaccine/immune stimulants)、胚操作 (embryo  
manipulation)
  - 製造工程バイオ技術 (process biotechnology) :バイオリアクター (bioreactor)  
発酵 (fermentation) バイオプロセッシング (bioprocessing) バイオリーチング  
(bioleaching)、バイオパルピング (bio-pulping)、バイオ脱硫  
(biodesulfurization) バイオリメディエーション (bioremediation) 生物ろ過  
(biofiltration)
  - 亜細胞組織 (sub-cellular organisms) :遺伝子治療 (gene therapy) ウィルスベ  
クター (virus vectors)

この定義によると、バイオ産業には多様なニーズのある多種の企業や団体が含まれる。

## (2) 活動

この章ではメディコンバレーのデンマーク側のバイオ技術企業を各企業の主要分野別に一連の「技術マップ」として分類・整理して紹介する。ここでは、「技術」という言葉は漠然と、ある特定技術、技術分野、或いはその特定技術を要する研究分野をさしている。例えば、DNA 組み換えワクチン (Recombinant DNA Vaccine) の研究には、特定のベクター等に関する専門知識の他に、DNA 組み換えワクチンの技術や表現技術等も必要となる。

技術マップは、「核酸」を「DNA」と「RNA」に分け、「たんぱく質」「細胞」「その他」と合わせて5つの技術別に分類した<sup>15</sup>。

### (a) DNA を扱う技術

ここに含まれるのは、診断学、治療開発器具や最先端の技術とアプリケーションなど、最終製品やサービスの製造、開発にDNAが不可欠な企業である。

---

<sup>15</sup> 技術マップに含まれていないメディコンバレーのバイオ技術企業は参考1に列挙してある。

デンマークは、Pharmexa A/S<sup>16</sup>、Bavarian Nordic A/S<sup>17</sup>、Alk Abello<sup>18</sup>、Statens Serum Institut (SSI)<sup>19</sup> といった臨床段階の企業を含め、ワクチン分野の活動に集積していることがわかる。微生物菌株、特に治療用製品や食材の製造に利用される物質の遺伝子改良を中心とした研究がたくさんある。

## (b) RNA を扱う技術

ここに含まれるのは、遺伝子ノックダウン技術や製造技術など、最終製品やサービスの製造、開発に RNA が不可欠な企業である。

デンマークには、この分野に力を入れている企業は少ないが、診断学、治療学、予知学に潜在的な可能性があるミクロRNA (miRNA) に注目した研究、製品開発活動に従事している Exiqon A/S<sup>20</sup> と Santaris A/S<sup>21</sup> がある。ミクロRNA は主に、アンチセンスと siRNA から得た教訓を生かした次世代の RNA 技術とみなされている。世界中の多くの企業が製品開発を試みた siRNA と違って、ミクロRNA は自然発生し、さまざまな規制活動に関わっていると考えられている。

## (c) たんぱく質を扱う技術

ここに含まれるのは、診断学、治療開発器具、生産、製造技術など、最終製品やサービスの製造、開発にたんぱく質が不可欠な企業である。ここでもワクチン研究に携わる企業が多い他には、体内で薬を伝達するたんぱく質とペプチド形成に関する活動が多い。

技術マップに反映されていないが際立つのは、Novozymes A/S<sup>22</sup> は世界の工業酵素市場でシェア 45 パーセントと、世界で支配的な位置を占めている<sup>23</sup>。さらに、Danisco<sup>24</sup> が

---

<sup>16</sup> 癌や慢性疾患に対する免疫を促進する新ワクチンの開発など、免疫療法の分野で活動する企業。

<sup>17</sup> 感染症向けワクチンの開発と製造で世界をリードする医薬品企業。HIV や天然痘の臨床プログラムも進行中である。

<sup>18</sup> アレルギーの診断、治療及び予防を手がける、特定のアレルギーワクチン分野で世界をリードする医薬品製造企業。

<sup>19</sup> 感染症および先天性疾患の予防およびコントロールを行うデンマークの国立製造企業体で、開業医及び病院向けに最新の診断検査を開発、生産、実施している。

<sup>20</sup> 1996 年設立、従業員 40 名強で、Locked Nucleic Acid (LNA<sup>TM</sup>: 超強化 DNA 類似体) と AQ-Link<sup>TM</sup> (適応性がある強い表面技術) という 2 つの独自の中核技術の特許を保持している。

<sup>21</sup> デンマークのアンチセンスに特化した Cureon A/S と Panthecco A/S が 2003 年に合併してできた企業で、オリゴヌクレオチドを基盤とした LNA やペプチド核酸 (PNA) の開発や商品化に必要な知識や技術を 売り物 としている。

<sup>22</sup> 工業用酵素の製造企業。500 以上の酵素製品を 130 カ国で製造販売している。

<sup>23</sup> Norus, J. Building Regional Competencies – The Industrial Enzymes Industry. Copenhagen Business School. Biotech Business Working Paper No. 07-2004.

<sup>24</sup> 世界規模の食品原料成分の開発及び生産企業で、主な製品は乳化剤、安定剤、調味料、甘味料、プロバイオティクスや酵素である。

Genencorの工業酵素ビジネス(市場シェアで業界2位)を買収するなど、デンマークはこの業界で突出している。また、Dako Cytomation A/S<sup>25</sup>はバイオマーカー発見の分野で成功している。Herceptin(乳がん治療薬)の療法の診断部分のイノベーターであり、現在、世界規模の医薬品大企業と多数の共同プロジェクトを実施している。

#### (d) 細胞を扱う技術

ここに含まれるのは、創薬器具、検出技術や試験など、最終製品やサービスの製造、開発に細胞が不可欠な企業である。細胞レベルの事象、ターゲットや反応を製品開発に利用する企業の多くがここに含まれる。技術マップ上に際立った特徴はなく、従来技術が、さまざまな製品開発分野で利用されているが、応用方法は新手である。

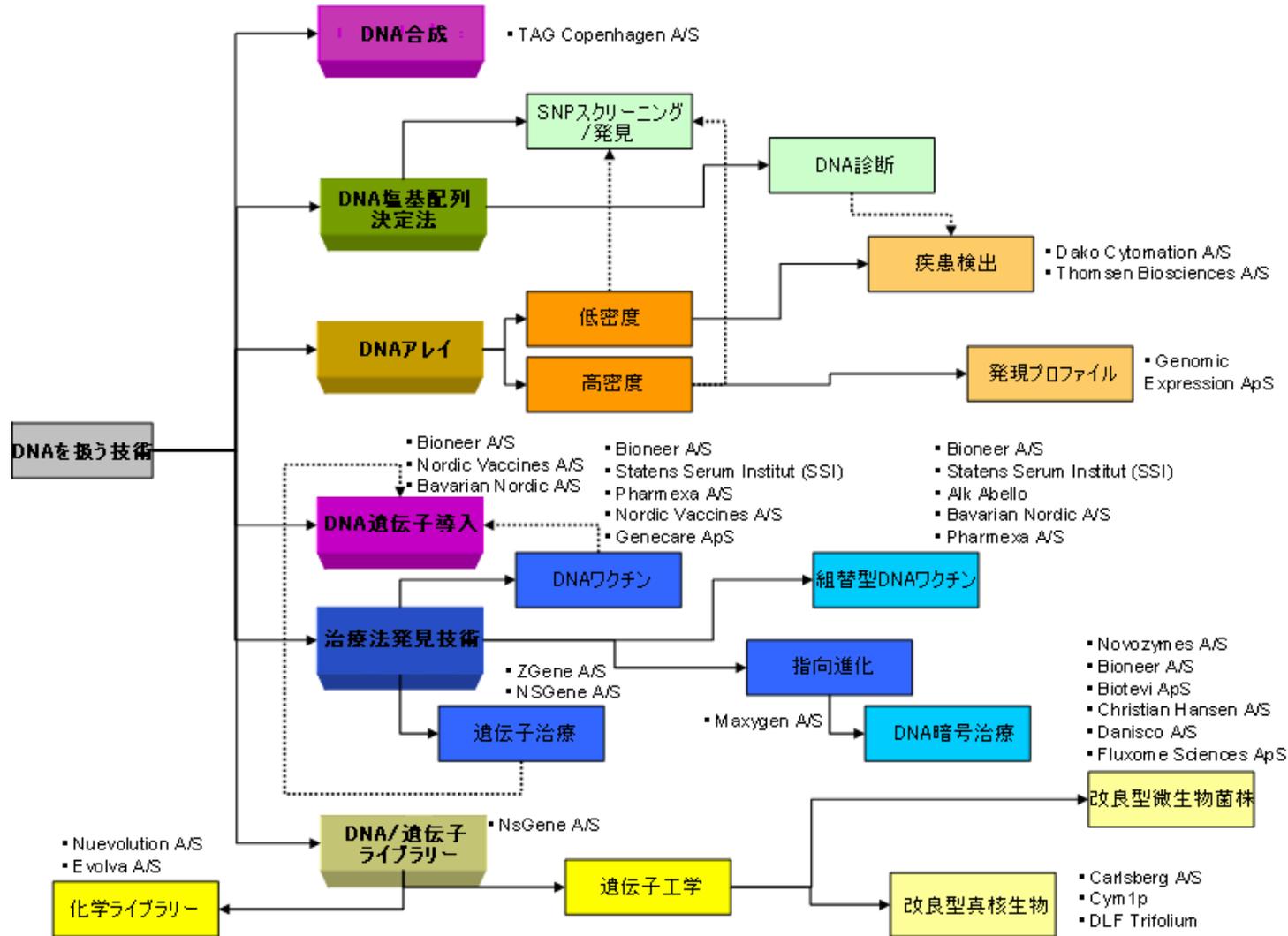
#### (e) その他の技術

上記の分類に当てはまらない技術が全てここに含まれる。注記すべきは、マイクロ機器/ナノ技術分野の活動が集積していることである。ナノ技術とバイオ技術、フォトニクスとバイオ技術、情報科学とバイオ技術のようなハイテク産業の技術収束を促進するため、デンマークに多くのイノベーションプログラム/ネットワークが形成されているためである。

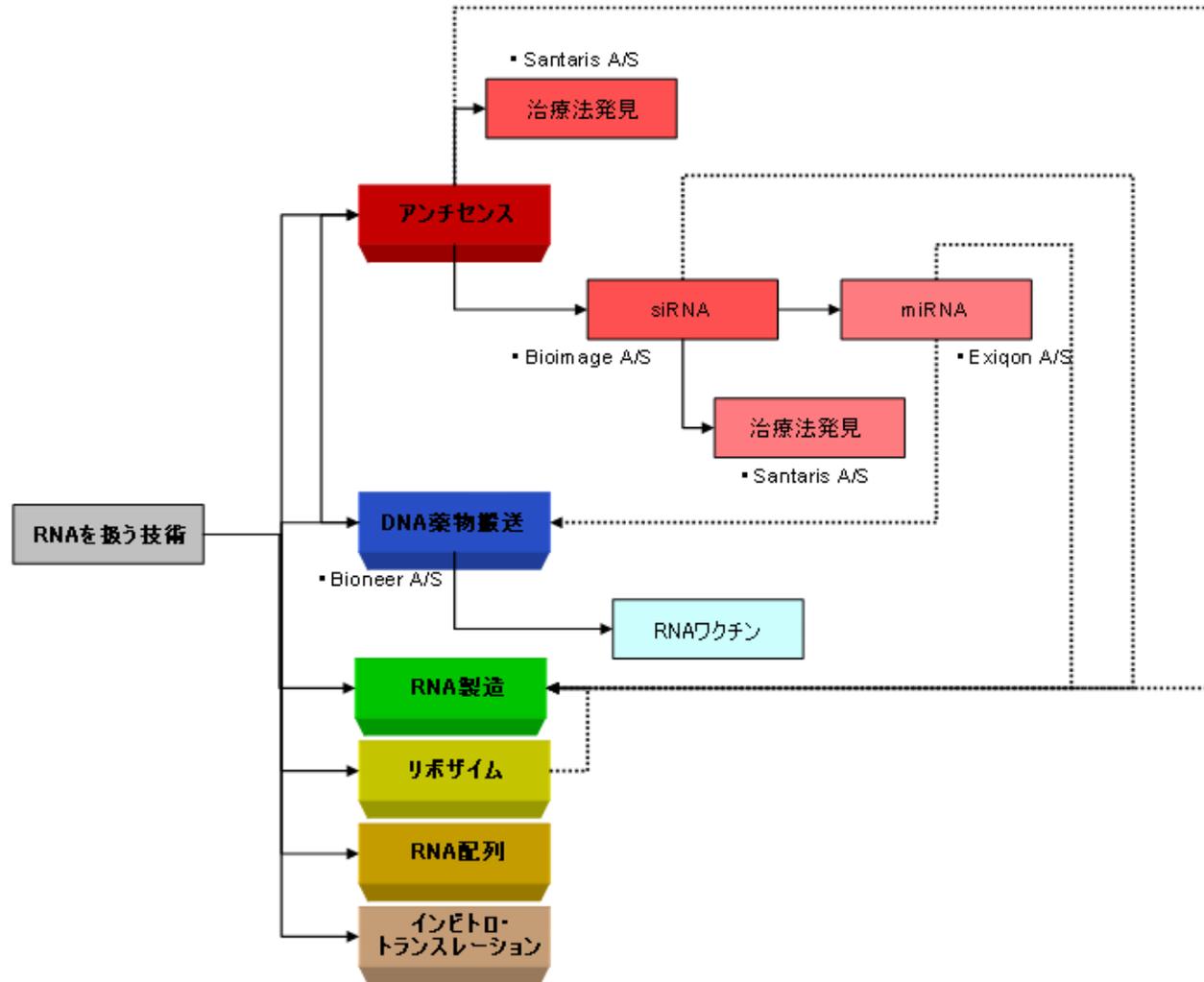
---

<sup>25</sup> 1966年設立の、従業員は1400名以上で20カ国に活動拠点、50カ国に販売拠点がある、抗体及び診断市場向け用品の開発、生産で世界のリーディング企業。中心分野は組織及び体液から抽出したサンプルから癌マーカーの特定である。

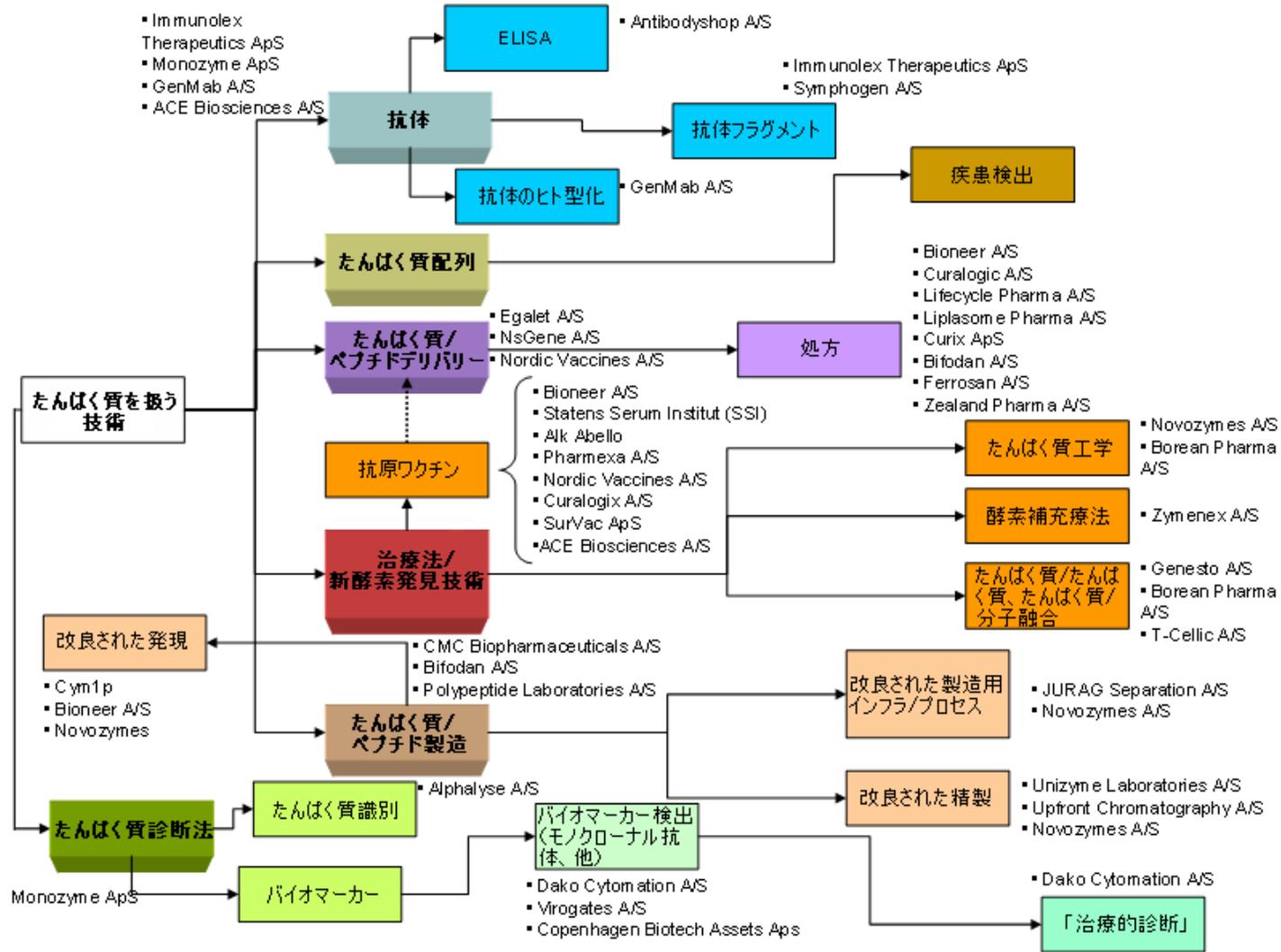
(f) 技術マップ - DNAを扱う技術



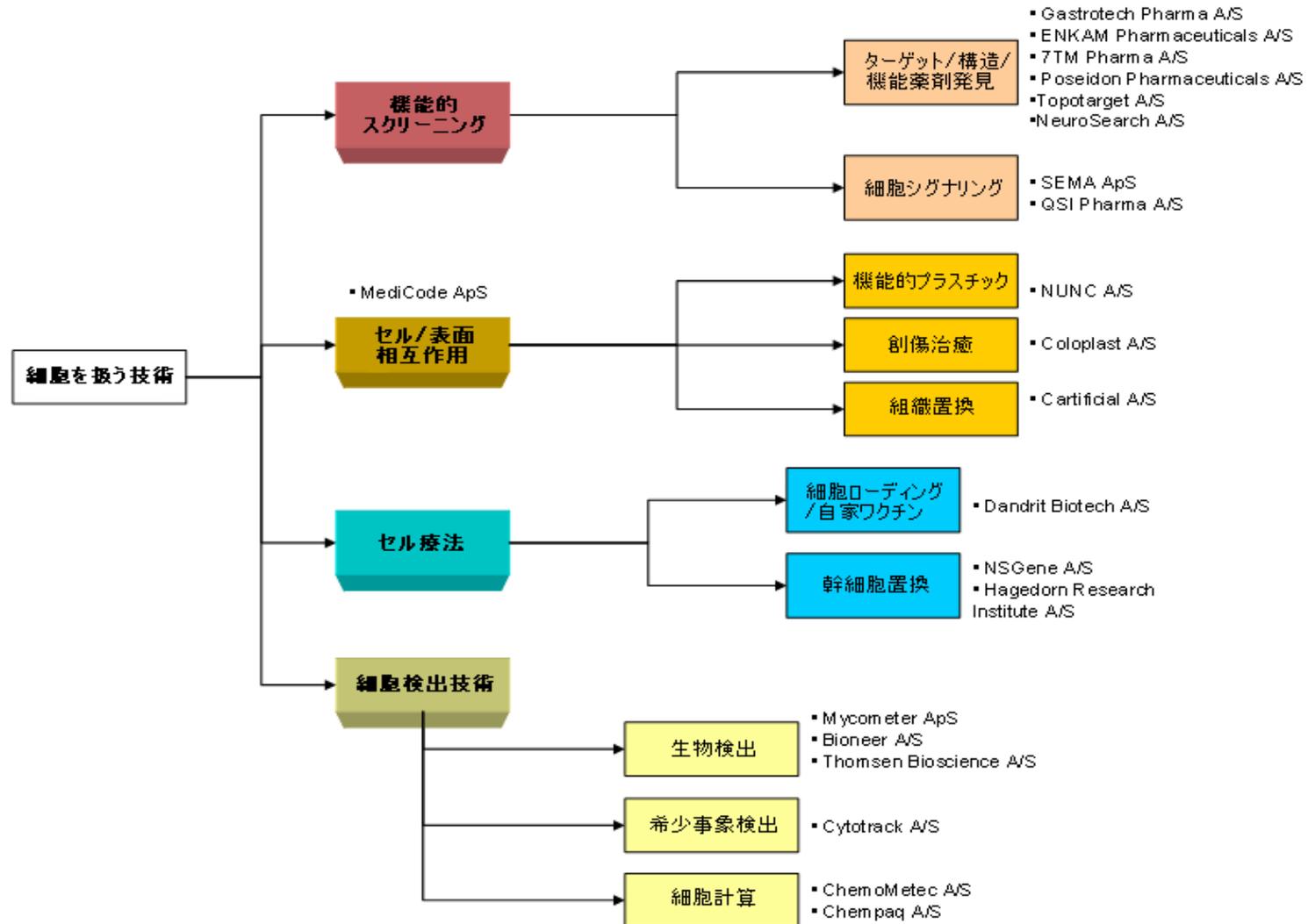
(g) 技術マップ - RNAを扱う技術



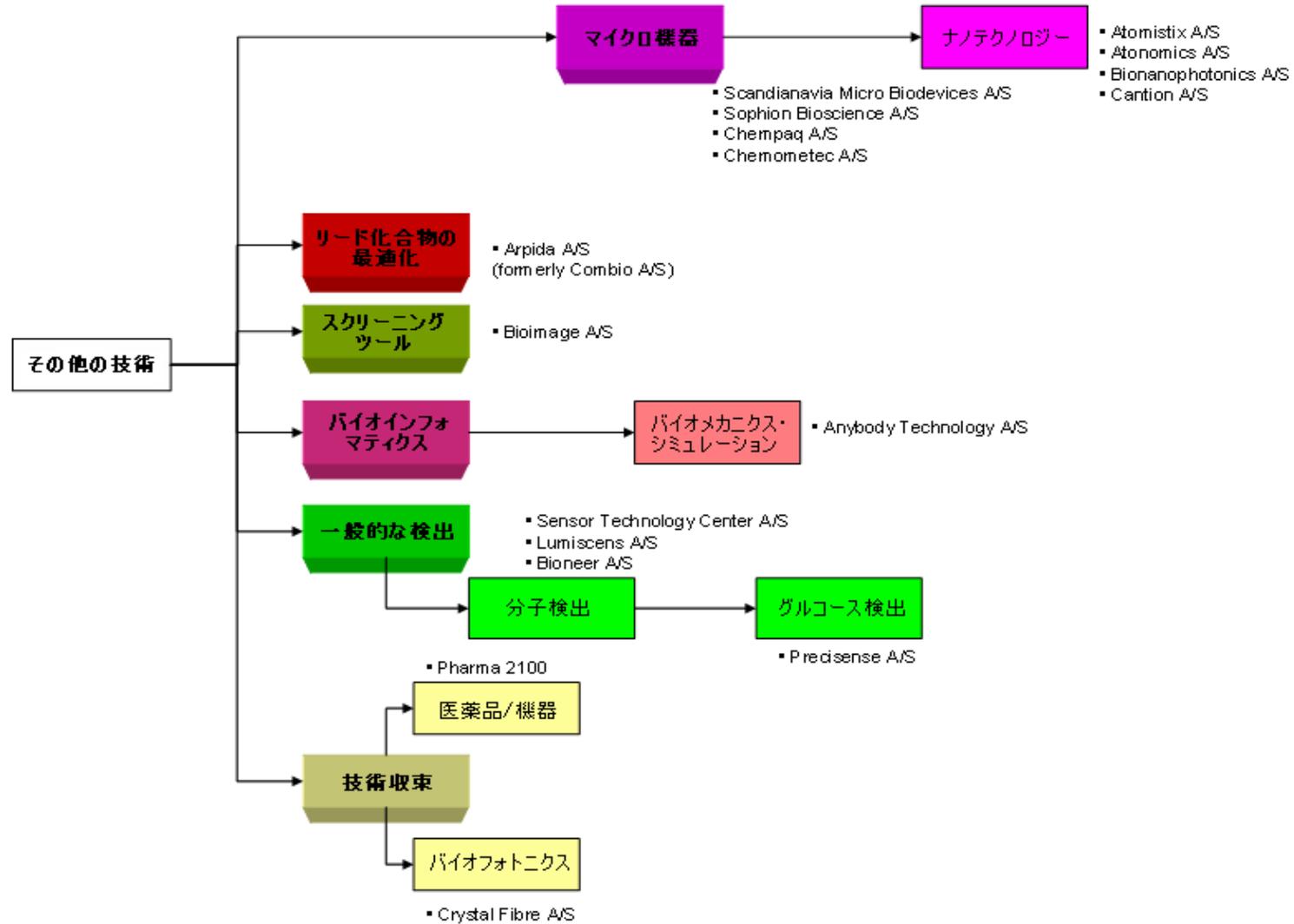
(h) 技術マップ - たんぱく質を扱う技術



(i) 技術マップ - 細胞を扱う技術



(i) 技術マップ - その他の技術



### (3) 現在行われているプロジェクト

現在行われているプロジェクトを概観すると、デンマークが有する問題点が明白になる。プロジェクトの質は、外国人投資家や国際企業からの株式投資によって評価されることが多いが、IPOに成功したGenMab<sup>26</sup>や、アメリカの企業Mexygenに買収されたProfound Pharmaceuticalsなどの成功例はあるものの、初期段階にあるプロジェクトの継続に必要な大規模投資をひきつける魅力に欠け、むしろ後半の段階の方が投資や商業収入の観点からは重要であるが、これまでのところデンマークのこの分野の活動、企業数は、他国に比べ後れている。

表3は、フェーズ別の現在進行中の臨床プロジェクトのリストである。個々の製品が複数の項目に含まれる可能性があるため、正確に実際の活動を反映するようプロジェクト数で集計してある。

---

<sup>26</sup> 脚注7を参照。

表 3 フェーズ別現在開発中の臨床プロジェクト件数

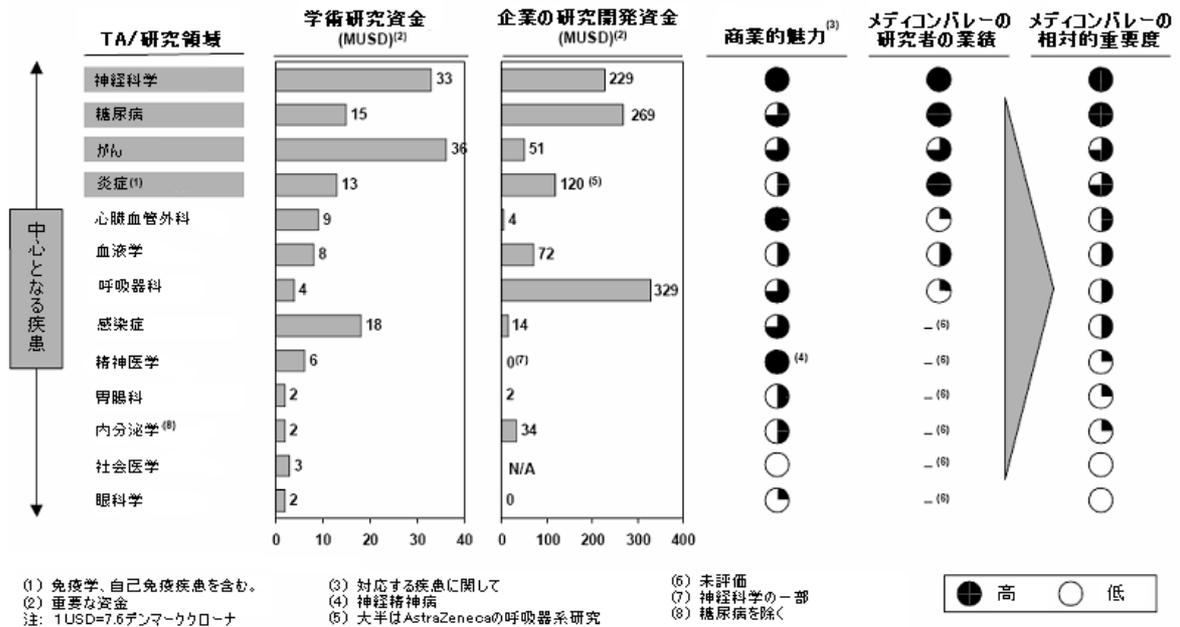
病気の部位	臨床前	フェーズ I	フェーズ I/II	フェーズ II	フェーズ II/III	フェーズ III	備考 (含まれる症状)
血液疾患	2	3	3	3		2	・貧血のような軽い障害、白血病等
骨、筋肉、関節	1		1	2			・筋肉疲労、骨関節炎等
脳神経疾患	4	3	1	5		4	・アルツハイマー病、パーキンソン病、痛み等
乳腺疾患		1	4	2			・乳癌、嚢胞等
癌治療	3	3	5		1		・従来の癌治療とこれまでにない治療両方 ・特に複数の癌全域の一般的な治療
診断法						2	・従来の治療法とオーダーメイド治療の両方
消化系障害			2	3			・クローン病、潰瘍性大腸炎等
耳鼻咽喉障害			1				・食道炎、胃食道逆流症
女性生殖器官		1	1		1		・卵巣癌のような女性の生殖器官の癌 ・女性の生殖障害(子宮内膜症等)
心臓、血管障害	3	1		2		1	・狭心症、アテローム性動脈硬化等
ホルモン障害	2	2		7		3	・甲状腺機能低下症、糖尿病等
免疫障害	5	3	5	3			・重症複合免疫不全症(SCID)、アレルギー等
感染、伝染病	5	2	1				・メチシリン耐性黄色ブドウ球菌(MRSA)、細菌感染
炎症性疾患	2		1	3			・関節炎
腎臓、尿道		1					・尿路感染症(UTI)、腎臓病、膀胱炎
肝臓、胆嚢	1						
肺、気道障害	2						・慢性閉塞性肺疾患(COPD)、ぜんそく等
精神衛生			1	2	1		・統合失語症、うつ病等
栄養、代謝	1		1				・肥満等の症状
ペニス、前立腺、睾丸障害	1						・一般的な症状、前立腺癌、睾丸癌
性と生殖に関する健康	2						・男性の性的不能、避妊等
性感染症	2		1				・AIDS、梅毒
皮膚障害	2	2	1	1		1	・アトピー性皮膚炎、乾癬等
外科	1					1	・外科関連の疾患
フェーズ別開発段階の総製品数	39	22	29	34	3	14	
開発段階の総製品数	141						

出所：BioSpace CCIS データベースと各企業のホームページの情報に基づいた Bioneer A/S の調査より

計 141 の進行中のプロジェクト中、124 プロジェクト (88 パーセント) は通常、薬品の治療効果に関して、人体を使ってコンセプト検証 (POC) を行う段階であるフェーズ II またはそれ以前の段階にある。その段階を越えているのは約 10 パーセントしかないことになる。

図 7 に見られるように、メディコンバレー地域は、神経科学、糖尿病、癌と炎症の分野に強い。これは表 2 中の神経科学 (脳神経疾患 + 精神衛生 = 22 プロジェクト) 糖尿病 (ホルモン障害 = 14 プロジェクト) 癌 (癌治療 = 12 プロジェクト) と炎症 (免疫障害 + 炎症性疾患 = 22 プロジェクト) の結果と合致する。メディコンバレーの大医薬品企業がこれら分野を中心としているためと考える。

図 7 メディコンバレー地域の強み



出所：ボストンコンサルティンググループ

糖尿病研究では、基礎から臨床研究に渡る世界レベルの研究グループによる幅広い学術研究と、世界の二大企業のひとつNovo Nordisk<sup>27</sup>の存在のおかげで、デンマークは世界一のレベルである。この幅広さは魅力的で、糖尿病分野だけでなく、心臓血管の研究のような主要な分野にも相乗効果が現れている。

神経科学では、デンマークは領域は狭いが学術的に強い位置づけである。抗うつ剤の世界をリードするLundbeck<sup>28</sup>もあり、神経科学の研究開発に秀でている。

癌分野では、領域は狭いが、初歩の基礎研究分野で実績がある。癌研究を進めている企業が数社あるため、デンマークはアメリカには劣るが、ヨーロッパでは秀でている。

<sup>27</sup> 脚注 3 を参照。

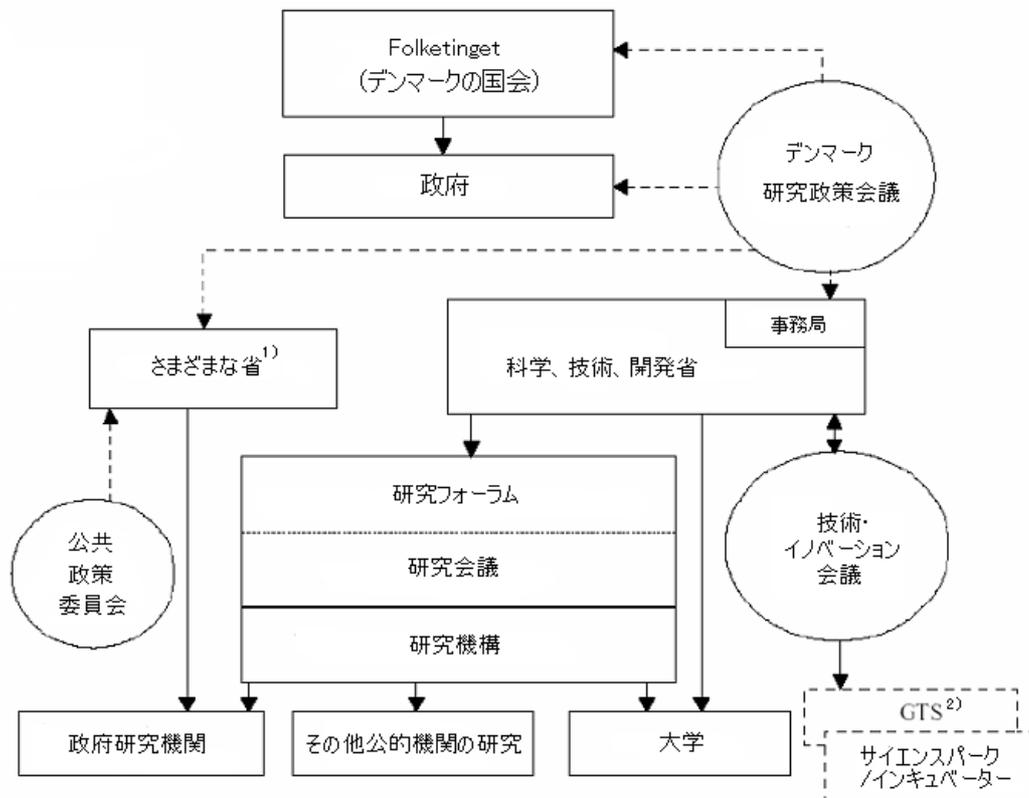
<sup>28</sup> 脚注 6 を参照。

炎症の研究では、炎症研究を応用した基礎免疫学から関節リウマチに至るまで、世界クラスの学術研究グループとスウェーデンの AstraZeneca の呼吸器研究センターとの緊密な協調が功を奏している。

**(4) デンマークの政策環境**

デンマークでは政策は新興企業育成に焦点をあてており、イノベーション支援体制も体制化されている。イノベーション政策の調整は、デンマーク研究政策会議 (the Danish Council for Research and Policy) が、議会と連携して、複数の省庁にわたる研究やイノベーションの展望を把握していることとされている。しかしながら、政策のパフォーマンス向上には下位レベルでの連携が必要という意見もある。

**図 8 デンマークのバイオ技術のイノベーション**



1) 科学、技術、開発省と付属の研究機関を含む。  
 2) 承認技術サービス機関

出所：科学、技術、開発省

(a) 産学連携

緊密な産学連携がイノベーションの成功につながっている。2,3年前までは産学連携の評価は低かったが<sup>29</sup>、最近、政府は産学連携を正式に承認し、学術研究が商業市場に進出しやすい環境づくりのための技術移転支援機関を設立するなど、改善を試みている。

**産学連携の例 (出所: Copenhagen Capacity 2003年)**

**Pharmexa**

1990年10月、コペンハーゲン大学のMouritsen博士の基礎免疫学の研究を基にHenrik Elsner博士と共に設立した。

**Panthecho**

ペプチド核酸とコペンハーゲン大学のPeter E. Nielsen教授らの発見に基づく医薬品の開発、製造、販売の世界的な独占特許を有している。

**7TM Pharma**

Thue W. Schwartz教授とChristian E. Elling博士がコペンハーゲン大学のスピンオフで設立した。さまざまな7TM受容体(7つの膜貫通型のセグメント受容体)を対象とした薬品の研究開発の中心事業としており、初年度投資額は2100万ドルに達した。

**Novo Nordisk**

コペンハーゲン大学のJ.J. Holst教授との共同グループ研究に基づき、フェーズIIの研究で、GLP (グルコン関連ペプチド) 類似品を生産している。

**H. Lundbeck**

デンマーク薬科大学 ( the Royal Danish School of Pharmacy ) のPovl Krogsgaard-Larsen教授の持つ特許から、鎮痛と睡眠障害用の複合薬として利用できそうなGABA (ガンマーアミノ酪酸) 類似品のフェーズIII試験を実施中である。

ここで紹介した連携は、学術研究を企業で応用して、産学間の相乗効果を引き出すのに役立っている<sup>30</sup>。しかしながら、必ずしもすべてがねらいどおりに成功しているわけではない。資金援助に値するほど有望でないイノベーションも多く、技術移転支援機関は、義務づけられた質を保った仕事量を遂行するための人材と財源に不足している。審査に必要な条件、商業性を保証するため、官僚よりもむしろ適格な民間の人材を必要としている。

(I) コペンハーゲンバイオセンター

新企業の成長の初期段階を支援するために研究センターが設立されている。コペンハーゲンの大学パークの一角に新しい研究施設、コペンハーゲンバイオセンターがある。これ

<sup>29</sup> Nyholm, J. & Langkilde, L. "Et benchmark studie af innovation og innovationspolitik hvad kan Danmark lære?" September 2003.

<sup>30</sup> Panthechoの例は少々古い。その後、PanthechoはCureonA/Sと合併し、Santaris A/Sとなった。SantarisはPanthechoのPNA (ペプチド核酸) プラットフォームとCureonのLNA (超強化DNA類似体) プラットフォームを合併し、マイクロRNA (miRNA) などさまざまなターゲットに、両方の技術を利用している。

は複数の大学グループ、研究臨床病院ユニットと企業の連携で成り立っている。さらに、バイオセンターの一部として、民間の出資、運営によるバイオ技術サイエンスパークが建設される予定である。基礎研究の発見から商業化まで、新しいアイデアの短期間での開発を促進するような、強い専門分野を交差した環境を形成する構想である。最先端の研究所、動物施設と講演ホールや会議室のような共有施設も含まれている。

## (II) コペンハーゲンにおけるバイオ技術研究とイノベーション (BRIC)

BRIC は、1) デンマークの最前線の超領域型 (インターディシプリナリー) バイオ技術研究ユニットの結成、2) 公立研究機関と企業の研究協調の設立、3) デンマークのバイオ技術研究共同体間でのアイデア交換の促進、の3つの目的のため、デンマークの科学、技術、開発省の先導で設立される。BRIC の当初の中心分野は、生物情報科学、遺伝子発現、遺伝子制御、遺伝子組み換え技術と機能分析となる。BRIC は将来コペンハーゲンバイオセンターに入る予定である。

### (b) 教育

教育、大学システムも、大規模なイノベーションを支援するよう、産学連携を緊密にするため、学生を企業に早くから取り込む産業 PhD 制度が導入された。例えば、Novo 財団は地域内外の学術研究グループに重要な貢献をしており、Novo Nordisk はコペンハーゲン大学と共同で、30名の PhD を養成している。このプログラムの評価については議論の余地があるが、産学連携の必要性は認識されている。

### (c) 融資方針

産学連携支援のため、さまざまな基金が設立されている。例えば、Højteknologifonden(ハイテクノロジー基金)は、バイオ技術、ナノ技術と IT などの分野の研究活動と財政的支援を増やす目的のために設立された新基金で、産学両方の参加を融資の条件としている。また、新企業を設立し、軌道に乗せるのに必要な初期段階の融資を支援するため、DTU Innovation のような種まき融資企業が設立された。

### (d) 技術集中イニシアチブ

デンマークは積極的に、産業間連携の道を開き、情報の共有に役立つような公式及び非公式の産業間ネットワークを構築している。メディコンバレーアカデミー (Medicon Valley Academy) のようにやや焦点の定まっていないネットワークや、バイオフィトニクスネッ

トワーク( Biophotonics Network )、生命情報工学ネットワーク( Bioinformatics Network )により、異業種の研究者間の議論の活性化が期待されている。

## 4. 考察 (SWOT)

この章ではSWOT分析の要素、つまり、デンマークの産業が直面している強み、弱み、機会、脅威に分けて考察する。ここで使われている情報は全て本稿の他の章からの抜粋である<sup>31</sup>。

### (1) 強み

デンマークのバイオ技術産業は人口わずか 500 万人強の国にしては存在感がある。デンマークは常に特許数、出版物数や、高学歴の従業員数や一人当たりの大学数など他のイノベーションの測定基準でも国際的に上位に位置づけられる。大学発の研究の質は、Novo Nordisk A/S<sup>32</sup>、Lundbeck A/S<sup>33</sup>やLEO Pharma A/S<sup>34</sup>のような大企業の成功と合わせて、成功する環境を形成する土壌があることを示唆している。メディコンバレープロジェクトでのスウェーデンとの緊密な協調は、国際的評価の高いバイオ技術の集積地の形成につながった。

技術マップによると、主要分野は工業酵素とワクチン分野で、「極めてイノベティブ」な活動に従事している企業が集積している。デンマークは糖尿病、神経科学、癌の3つの分野、もし英国/スウェーデンのAstraZeneca<sup>35</sup>との連携も入れるならば、炎症も含めた4つの分野で先導的な立場にある(表3)。このうち糖尿病、神経科学、炎症の分野では、企業が大部分の研究開発投資に貢献しているが、癌分野では大学側である。(図7)

### (2) 弱み

デンマークの産業に最もよく見られる弱みは小国としての限界に関する問題である。強

---

<sup>31</sup> このレポートでは使われていないが、生産額等、政府機関からのバイオ産業に関する基礎データは、デンマーク統計局 (<http://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?w=1280>) から入手可能である。

<sup>32</sup> 脚注3を参照。

<sup>33</sup> 脚注6を参照。

<sup>34</sup> 脚注5を参照。

<sup>35</sup> 脚注4を参照。

い研究基盤を強いプロジェクト基盤に確実につなげるには、会社を創設、建設そして運営するのに十分な人材プールが重要である。従業員が9人以下の企業が多く（図5）、90パーセント近くのプロジェクトが概念実証前の段階にある（表3）状況で、デンマーク企業は、主要な開発の節目を待たずに早期売却、技術供与する傾向にある。開発段階に入ると価値が急上昇するため、早期売却は潜在的ロスにつながる。バイオ技術を理解していない、経験不足の経営者は、注目を浴びている短期的な資金面の展望に基づいて、全体的、特に将来的に、企業にとってマイナスになる軽率な決定を下しかねない。さらに、このような価値のロスは、経営の専門家を育成する機会の減少のみならず、産業の成長の抑制につながる。

デンマークは、一連の融資など、新規バイオ技術事業の立上げに向けた政策的努力を行っている。しかしながら、融資を受けるべき小規模企業が融資を受けられないことが多いという可能性も懸念される。もともと政府がこの隔たりを埋めるために設立した基金（Vækstfondenなど）ですら、うまく機能していない状況にある。加えて、経営者やその候補者、また取締役クラスの企業幹部が国際的なネットワークを持っていないため<sup>36</sup>に、国際的な資金源を利用する機会やルートが限られてしまい、この問題は悪化する。また、リスクを嫌う傾向は、市場に出るまでの時間が短い後期段階のプロジェクトへの出資に傾きがちであり、環境としては適当ではない。この結果、多くの企業が成長する機会を得る前に瀕死の状態に陥る。企業の高い「出生率」とその結果の高い「死亡率」は、優良企業が融資の機会と経験ある経営者の活用ができないために、成長できないことに一因がある。

また、バイオ産業が医薬品に偏りすぎているとの指摘もある。医薬品分野は研究から実用化まで時間がかかり、初期投資に莫大な費用がかかるが、小規模企業は資金力が乏しい。医薬品という産業の特性とデンマークの産業構造がフィットしていない。

過度な地方分権主義も事態を深刻化する要因となっている。大学間の連携、地域をまたいだ大学と小企業の連携や別地域の企業への融資といった局面でビジネスでの成功より地域のエゴが優先され、地域間連携が妨げられるケースがみられる。

### (3) 機会

現在は、デンマークにとって過去数十年間の初期段階の研究イノベーションを、収益力のあるイノベティブな製品としてグローバル市場に売り出すのに大切な時期である。デ

<sup>36</sup> Vækstfonden. "The Anatomy of Life Science Boards of Directors in the Medicon Valley: profiles and Competencies," 2002.

ンマークはここで取り上げられた多くの問題に積極的に取り組み、過去数年間で政策を変換している。加えて、現在行っている研究で、より付加価値が高いと考えられるものは増加しているという見方もある<sup>37</sup>。

#### (4) 脅威

デンマークの産業の主な脅威は国際競争である。北欧の中ですら、スウェーデンはバイオ技術産業ではるかに脚光を浴びている。グローバルには、デンマークは、アメリカ、日本、イギリス、フランスのようなデンマークよりも人口、バイオ技術企業数、融資源が多く、幸先のよいスタートを切っている国々と競合している。

さらに、単に、政策改革教育やイノベーション支援、外国人や外国の企業をひきつけるよう人材市場を自由化し、より多くの企業が発展し、価値を高めるために融資の機会を確保するといった、手がけ始めた政策を遂行し続けられないならば、これも脅威となる。

デンマークは研究の優先度を量から質へと変換し続けねばならない。大国と同量の研究を生み出すことは不可能であるから、量で勝負しようとするべきではない。競争力ある分野の資源に集中し、ニッチな市場を開拓することが望まれる。

## 5. 評価

EU が定めたバイオ技術の地域的成長を評価する基準がある。これに基づいて、デンマークのバイオ産業を見直すと、長所と短所が明らかになってくる。長所としては、a.政府の強いリーダーシップの下、資源が技術革新や成長促進に多く分配されている、b.バイオ技術に強い大学や、承認技術サービス機関（GTS）など多くの政府機関が、バイオ研究の知的基盤を持っていることなどが挙げられる。インキュベーター施設や、サイエンスパークなどの新興企業をサポートする体制も充実している。

一方、短所としては、a.米国などと比べ、起業家は総じて保守的で、早期に外部企業に技術供与したり、企業売却を急いだりする傾向がある、b.大半の企業が小規模のため、資金調達と経営能力に課題がある、c.大学、研究機関、企業の存在が人材や知的資源を供給しているが、人材の長期・安定確保の面では課題があることが挙げられる。このうち、最

<sup>37</sup> 表 1 によると、1995/1996 の期間にはBT出版物当たりの引用数は 6.95 であったが 1999/2000 には、8.26 に増加した。これは、引用が多い新しい研究の方が質が高いことを示唆している。

大の問題は資金調達面で、ベンチャーキャピタル市場が小さく、多様性に欠けていること、企業間の連携を支援するための公式、非公式の多様なネットワークが形成されているとはいえ、ネットワークの国際化が進んでいないために、問題解決につながっていない。

全体的には、デンマークのバイオ産業は若い、イノベティブな成長産業で、成長を支援するのに比較的良好な状態にある。政府はバイオ産業を支援する政策を推進しており、大学は生命科学研究に精力的であり、今後を期待する。しかしながら他方で、バイオ産業の国際競争力を保持するために、何よりも研究の質の向上を続けることが不可欠である。

## 6. 参考資料

### 参考 1 - 技術マップに掲載されていない企業

グローバル企業の関連子会社で、デンマークの会社でないために除外した企業

注記: マーケティング、販売専門の子会社でセールス以外の活動をしていない企業を除く。

Alpharma ApS  
 BASF Health and Nutrition  
 Biogen IDEC Manufacturing ApS  
 Cambrex BioScience Copenhagen ApS  
 Celltech Nordic ApS  
 CIPHERGEN Biosystems A/S  
 Ferring Pharmaceuticals A/S  
 Invitrogen A/S  
 Nycomed Denmark A/S  
 Solva Pharma ApS  
 Cephalon A/S  
 Acadia Pharmaceuticals A/S

主要技術研究分野に関する情報不足のため、除外したデンマーク企業

企業名	産業分野
Natimmune A/S	生物薬剤学
Nordic Bioscience A/S	生物薬剤学
Nordic Bioscience Diagnostic A/S	診断
Stein's Laboratory	診断
Astion Oncology ApS	生物薬剤学
Axion Scandinavia ApS	生物薬剤学
BKG Pharma ApS	生物薬剤学
M2 Medical A/S	医療機器

Mekos Laboratories A/S	生物薬剤学
OncoTag Pharmaceuticals A/S	生物薬剤学
JNI Biomedical ApS	診断
Krill ApS	生物薬剤学
Kem-En-Tec Diagnostics A/S	診断

活動が広範囲に渡りすぎていて、中心となる技術分野を絞りきれないため、除外したデンマーク企業

企業名	産業分野
Foss Analytical A/S	研究室備品
Novo Nordisk A/S	生物薬剤学
Lundbeck A/S	生物薬剤学
Leo Pharma A/S	生物薬剤学
Scanpharm A/S	動物薬
Intervet Danmark A/S	動物薬

サービス企業であるため除外したデンマーク企業

BioAdvice A/S  
 Biomonitor A/S  
 Klifo A/S  
 Medicon A/S  
 Pre-clinial Services ApS  
 Rheoscience A/S

他の理由で除外した企業： 除外した理由

Lica Pharmaceuticals A/S	特許を持つ薬物分類があり、バイオ技術を利用しているが、バイオ技術がビジネスモデルの中心ではない。
Actera A/S	医療機器にバイオ技術を利用しているが、中核技術はエンジニアリングである。
Neurodan A/S	バイオ技術産業からの情報を利用しているが、生物的成果を生み出すのに電気/機械機器を利用している。

## 参考 2 - 定義

複雑な技術の定義は全て下記のホームページを参照:

<http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/>

進行中のプロジェクトの表中の表示の定義は下記のホームページを参照:

<http://www.merck.com/mrkshared/mmanual/home.jsp>