

シンガポールにおけるバイオメディカル産業
成功するための要素

2001年4月
日本政策投資銀行 シンガポール事務所

序言

現在、多くのアジア諸国が知識集積型経済 (knowledge-based economy) すなわち、技術と人的資源の集中的活用を目指して邁進している。例えば、情報通信技術、コンピュータ、半導体、エレクトロニクス、通信機器、生命科学等の部門がそれに該当する。そこで本稿は、シンガポールのバイオメディカル部門について調査を試みる。

本稿には、文献レビュー手法を用いた、論文抄録やプレスリリースに基づく分析結果を収めている。また、バイオメディカル部門における著名な学者および実務者の方々と話をしたことで、本研究はさらなる問題も明らかにするに至っている。今回実施したヒアリングのうちいくつかを抜粋して本報告書の付録部分に掲載している。

本研究においては、まずシンガポールのバイオメディカル産業を概観し、次に、この新興産業の促進に関するシンガポール政府の計画および政策を検討する。そのうえで、バイオメディカル産業の確立に不可欠な要素の育成について詳細に吟味し、シンガポールのバイオサイエンス産業が持つ強みと課題とを明らかにする。

さらに、アジアの先進国数カ国の生命科学産業について簡単に触れた後、バイオメディカル産業におけるシンガポールの競争力の解明を試みる。結びとして、シンガポールがこのバイオメディカル事業で成功を収めるために不可欠な要素の解明に努めている。

Thum Choon Fang
研究員

要約

1. 近年のシンガポールにおけるバイオメディカル活動育成の努力は、バイオ関連部門を発展させる試みとしては3回目にあたるものと捉えられる。これまでの試みでは、農業関連も含めたバイオテクノロジーに、より焦点が当てられていた。今回は、ヒトゲノム研究のほうに重点が置かれている。
2. シンガポールのバイオメディカル産業には、製薬、バイオテクノロジー、医療機器、医療サービス等がある。

この業界における2000年の生産高は、1999年から2.1%増加して64億シンガポールドルに達し、付加価値は同じく2.7%増の52億シンガポールドルであった。固定資産投資の面では、史上最高となる合計8億シンガポールドル相当の製造関連固定資産投資が、13の新規案件に対して行われた。これらの投資により生じた雇用数は566で、その68%が熟練工であった。投資全体の88%を、製薬部門内からのものが占めた。

研究開発については、GDPに占める割合が1999年には約1.8%まで達した。これは、1%に過ぎなかった1990年代初期と比較すると著しい上昇である。1999年の研究開発費のうち、4.3%がバイオメディカルに使われ、その大半を高等教育機関と民間部門が使っている。

政府はこれまでに、バイオメディカル研究開発活動促進のために10億シンガポールドルを投入している。また、それとは別に10億シンガポールドルをバイオメディカル投資基金(Biomedical Sciences Investment Fund)設立のために出資し、スピノフの促進や、シンガポールで開発された新技術の実用化に努めている。

3. 長所をまとめると、シンガポールには、明確な意識をもつ協力的な政府、優れた物的・統制基盤、安定した経済、教育水準の高い国民、強力なインターネット・情報通信網、好ビジネス環境、などがある。バイオメディカルの中心地という目標を取り下げさせかねない要因としては、バイオメディカル研究者の不足、世界一流の研究機関の少なさ、世界的水準の基礎研究業績の少なさ、活気のないベンチャー・キャピタル部門、自然科学分野の修養の欠如、などである。
4. 台湾、日本、中国、韓国などの近隣諸国におけるバイオメディカルの発展を概観してみると、これらの国は数、規模、質という点においてシンガポールをはるかに上回っている。しかし、いずれの国も、米国や欧州と並ぶ一流国としての認識を集めるには至って

いない。ただし日本はある程度例外と言えるかも知れない。

さらに、これらの中には地盤固めの真只中にあったり、経済問題に直面している国もある。このように不安定な政府の状況を勘案すると、首尾一貫した長期的ビジョンを定めるのは難しい。

一方シンガポールは、政情安定および政府の支援、関わり合いという点においては、抜きん出ている。これが、目標達成に向けて前進する力として、シンガポールに競争優位をもたらしている。明確な意識をもつ政府の尽力を知れば、国外投資家もシンガポールで事業を立ち上げようとするものと思われる。

バイオメディカルについて具体的にみると、シンガポールは「二本立て」アプローチを取っている。これは、短期的には海外から世界的一流のバイオメディカル企業や人材を集めて成功をあげると同時に、長期的には国内で人材や研究能力を育成して成功をおさめようとするものである。全ての段階において（とりわけ発展の第一段階において）、経済基盤や資金、援助を適切に提供するにあたり政府が果たす重要な役割を忘れてはならない。

シンガポールが競争優位を求めうる分野はふたつある。情報技術とバイオメディカルを結びつけて生まれる機会を探ること、優れた統制基盤および強固な知的所有権保護によって固められた、管理状態のよい臨床データベースを利用することである。改善すべき分野としては、科学的発見をビジネスの舞台に上げるリンクの構築、大学研究者間における起業家精神の育成、引き続き金銭的便宜を図って国外の優れた人材を集めること、そして最も重要なのが、「わかりきったことをわざわざやり直す」ための浪費を避けることである。

- 最後に、シンガポールはバイオメディカルを、国家の発展、成長に役立つ経済的駆動力のひとつとして捉えている。したがって、バイオメディカル産業育成戦略においては、科学それ自体の本質的な価値ではなく経済発展のほうに重点が置かれている。しかしながら、経済的利益をもたらすかも知れないが科学それ自体におけるニーズには敏感でないような、厳格な戦略やモデルに盲従したり、または「我も我も」と追従的な考え方の罠に陥って焦点や方向性を失ったりすることのないよう、シンガポールは心に留めておかななくてはならない。

1. はじめに

近年のシンガポールにおけるバイオメディカル産業育成の試みは、以前のバイオテクノロジー発展期からの転換として捉えることができる。現在の展開では、ゲノミクスと新薬開発のほうに、より重点が置かれている。

ゲノミクスへのこの緩やかな推移は、国内機関およびシンガポールに進出している業界トップの外資生命科学関連企業数社による研究開発実施件数の増加から、明らかに見て取れる。「シンガポール ゲノミクス計画 (Singapore Genomics Program)」も、シンガポールにおけるゲノミクス活動の促進を目指す国家計画のひとつである。

バイオメディカルの中心地確立への道を勢いよく進み、トップの地位を競って全力を尽くすシンガポールは、医療の水準および質において近隣数カ国を既に上回っている。例えば、3次元仮想作業台「Brain Bench」はケントリッジデジタル研究所 (KRDL) が生み出したものであるが、これは世界的な賞賛を得ており、最近では 2 件の結合体双生児分離手術において使用されている。このように医療技術の進歩を追求してきたことで、ジョンズ・ホプキンス大学の興味をひき、同大学がシンガポールで臨床試験や研究開発、教育活動を行う運びとなっている。

実際、現在のシンガポール政府のイニシアチブは非常に心強いものである。世界に通用する生命科学関連企業の育成、優れた技術者の誘致、科学技術的基盤の構築などの目的で、多額の資金が投入されてきている。名だたる企業や組織、例えばファイザー、BD (ベクトン・ディッキンソン)、シェリング・プラウ、グラクソ・スミスクライン、ジョンズ・ホプキンス大学、バクスターなどは、かつてはアジアにとって手の届かない存在であったが、今ではこの地域へ大幅に近づいているように思われる。中国やインドなど外国出身の才能ある人材は、デジタル関連分野に集中していると考えられていたが、今はバイオメディカル分野にも点在しているのが窺える。かつて IT・産業部門に供されていた工業団地も、今やバイオメディカルに重点を置いたものが急増している。

このように、前進の歩調は刺激的で勢いがみられる。しかし問題は、この情熱がどれだけの間、明るく盛んに燃え続けることができるかということである。その結論を下す前に、まずはシンガポールにおけるバイオメディカルの発展を鳥瞰したい。

2. シンガポールのバイオメディカル産業の概観（抄訳）

バイオメディカル産業は、シンガポール政府の定義によると、4 主要分野から構成される。すなわち、製薬、バイオテクノロジー、医療機器、医療サービスである。その活動においては、知識集約型活動、例えば製品開発、臨床研究、高度技術を用いた製造などを主眼としている。これは、政府が唱える知識集積型経済に呼応したもので、エレクトロニクス、化学薬品、エンジニアリングの 3 産業に続き、バイオメディカル産業は、シンガポールの製造部門における 4 本目の柱として認識されるに至っている。

バイオメディカル産業は、現在までのところ前途有望な成長をみせている。このうち製薬部門は、シンガポールのバイオメディカル産業全体の生産高において 8 割近くを占めており、医療機器部門が 2 割強でこれに続いている。この 2 部門で当産業の生産高の大半を占めるが、残る 2 部門も成長の途にある。

固定資産投資については、製造関連固定資産投資見込が 2000 年に 8 億シンガポールドルに達したほか、研究開発においても総支出は増加傾向にあり、1998 年には 25 億シンガポールドルに迫っている。研究開発費の合計が GDP に占める割合は 2%弱まで上昇してきたが、これは他の先進国にはやや及ばない水準である。しかし、特許出願数と認可数はともに増加している。

バイオメディカル分野の研究開発費は、全分野の研究開発費全体のうち約 4%に相当する。また、その大半を民間部門と高等教育機関が占める。製薬および医療機器製造における世界トップの企業数社が、製造または研究開発の拠点をシンガポールに設立するか、その計画があることを明らかにしている。さらにシンガポールは研究開発の育成に一層の力を注いでいる。その一環である公共の研究計画「シンガポール ゲノミクス計画 (SGP)」は、ゲノミクス研究の育成や、それに必要な研究開発基盤の構築、国内外におけるトレーニング実施などを目的としている。

研究開発の他にも、基盤構築、人的資源、資金調達、政策などが、バイオメディカル産業の発展に関わっている。

2.1 政策の概観

シンガポール政府によるバイオメディカル産業育成のイニシアチブは、1980 年代に端を発

する。1999年初頭、「Industry 21 (I21)」が策定され、これによりシンガポールの経済を知識集積型経済へと成長させる計画の方向づけがなされた。I21は、シンガポールを知識主導型活動の中心的存在に育てることを目指す10カ年計画で、その対象となる主要部門はエレクトロニクス、化学薬品、バイオメディカル、エンジニアリング、通信・メディア、教育、ヘルスケア、物流などである。

シンガポールは、バイオメディカルにおいて、研究開発や製造などの活動の価値連鎖全体にまたがる、世界一流の機能を備えた中心地になることを目指している。その実現のため、政府、業界、個人それぞれの活動を統合する全体的アプローチが採用されている。

バイオメディカル産業育成に向けてシンガポールが行う活動の先駆として、閣僚委員会 (Ministerial Committee) が2000年に組織された。また、その補助機関としてバイオメディカル執行委員会 (Biomedical Sciences Executive Committee) と生命科学国際諮問委員会 (Life Sciences International Advisory Council) も設立された。ここでは、生命科学分野育成の主眼として、教育、研究開発、産業発展の3点が掲げられている。この3点については次の3項で説明する。

2.2 教育および能力開発

シンガポールの教育システムは、学校において創造性を採り入れる方向に移行しており、教育カリキュラムや試験のシステムの再編成がなされている。高等教育機関は、より実践的なトレーニングを実施するとともに、一層の自立性と柔軟性を与えられる見込みである。

バイオメディカル産業において研究人材を訓練し、国内の研究者の能力向上を図るため、経済開発庁 (Singapore Economic Board; EDB) は2000年に「バイオメディカル人材開発計画 (Biomedical Sciences Manpower Development Programme)」を策定し、奨学金の給費やトレーニングの実施を行っている。この計画では、教師もトレーニング対象に含められ、海外の研究機関や企業での研修、米国の教育機関への視察などが行われている。この他にも、研究機関等が研究者のトレーニングに携わっている。

知識集積型経済への前進に伴い、継続的な技能向上へのニーズが生じているが、これに対応すべくEDBはいくつかの計画を実施し、企業による人材育成活動の支援を図っている。民間企業も、インターン制度の設置など、国内人材の養成に寄与している。また地域の教育機関も、バイオメディカル中心地への発展へ向けて活動を行っている。

2.3 研究開発

バイオメディカルのような知識集約型産業においては、長期的に成長を持続させるため強固な研究開発基盤を必要とする。それには巨額の資金が必要なうえ、その償還にも長期間かかる。そこでシンガポール政府は、必要資金拠出のため、EDB を通じて 10 億シンガポールドルの研究開発資金を投入した。また、国家科学技術庁（National Science and Technology Board; NSTB）はバイオメディカル研究会議（Biomedical Research Council）を組織しており、民間部門におけるバイオメディカル研究の調整および出資を行う予定である。

研究基盤設備としては、1980 年代以降 13 の研究機関が設立された。これら国内研究機関は、内外の研究機関との研究協力において活発な活動を展開している。支持的基盤施設については、世界有数の製薬企業がシンガポールに地域臨床試験所を設置している。また、医薬品開発業務受託機関も、製薬・バイオテクノロジー企業の研究開発を支持する基盤施設を供している。

2.4 産業発展

産業発展には、基盤の整備、産業界との協力、人材の誘致、活気あるベンチャー・キャピタルの育成が含まれる。

2.4.1 バイオメディカル産業基盤の強化

シンガポール政府は、これまで同様に物的・統制基盤を整えていくことを重視している。物的基盤については、既存のもの（運輸・物流拠点、先端科学集中地域など）に加え、バイオメディカル企業の進出に便宜を図るよう、政府は新たに大規模工業団地を設立し、研究施設などの用途に供している。

統制基盤についても、技術革新に伴う権利を重んじ、保健省は NSTB と共同で独自の薬品評価機能である薬品評価センター（Centre for Drug Evaluation）を設立した。また、医薬品製造管理および品質管理基準（GMP）や臨床試験実施に関する基準（GCP）について査察を行う体制を強化するほか、遺伝子組み換え生物の生産や研究、使用等に関しても監視機関を設けている。さらに政府は、知的所有権保護のための包括的管理体制を敷き、法的イニシアチブ、教育、業界へのコンサルティング、世界知的所有権機関（WIPO）への加盟など、多角的に活動を展開している。

2.4.2 産業界との協力体制強化

シンガポール政府は、国内で事業展開する企業の活動を支援し、多数の研究機関を共同設立している。なかでも分子細胞生物学研究所（Institute of Molecular and Cell Biology）や、シンガポール国立大学（National University of Singapore）などの機関が、製薬・バイオテクノロジー関連企業と連携して研究を促進している。

2.4.3 優秀な人材の誘致

シンガポールの研究人材層は厚いとはいえ、バイオメディカルの中心地となるためには十分な人数とは言えない。EDB と NSTB が中心となって、人材確保に努めている。

2.4.4 活気あるベンチャー・キャピタルの育成

シンガポールでは政府がベンチャー・キャピタルの活性化に重要な役割を果たしている。1990 年以降、EDB と NSTB では、ベンチャー事業への投資家向けに共同融資とリスク分担を行う基金を 3 団体（SBI、PGF、LSI）設立した。EDB 投資（EDBI）が管理するこれら 3 基金は、現在までにシンガポールと米国の企業 50 社以上に対して合計 1 億 5 千万シンガポールドルの出資を行っている。これとは別に、バイオメディカル関連事業の新規立ち上げを後押しするため、政府は 10 億シンガポールドルを投入してバイオメディカル投資基金の設立に携わっている。

3. 強み、課題、および機会の検証（抄訳）

シンガポールは、きわめて明確に焦点を定めて生物科学方面に進んでいる。

シンガポールに何らかの拠点を置いて事業を展開するバイオメディカル企業が、最も多く挙げている進出理由は、政府の明確な協力的態度である。シンガポール政府は安定的かつ誠実であるだけでなく、バイオメディカルの中心地確立への道を敷くための明確かつ実際の戦略も有している。また、基盤設備の構築にも協力的である。さらに、シンガポールが居住地として好ましく、文化的にも魅力的であると対外宣伝するなど、企業と人材の誘致にも一役買っている。

高水準な研究開発基盤施設も、ひとつの強みである。多数の国内研究機関が、シンガポールにおける研究活動の中核となっている。既存の物的基盤に加え、新規に工業団地等の用地が数多く計画、整備されている。

第 3 に、充実した医療およびヘルスケア・サービスがあり、これは近隣地域において最も優れているとの評価も高い。

さらにシンガポールは、製造・品質管理基準を重視し、臨床試験実施基準の確立という面でも指導的立場にある。将来は、アジア地域全体に適用される臨床試験実施基準や新薬許可制度を確立し、同地域で専門知識や情報を広めることを目指している。

シンガポールの主な強みとして最後に挙げておくべきは、その国民である。シンガポール国民は教育水準が高く、製薬産業等の高度に技術的で厳しい要件に対応することができる。また、東西文化を併せ持ち、人材研修制度が充実している点も重要である。

他方、シンガポールが面する課題として、基礎研究を行う研究機関が少なく、基礎研究の実施件数も足りていないこと、研究開発を手がけ科学的発見を商用化する人材の欠如、国内ベンチャー・キャピタル市場の活力不足が挙げられる。バイオメディカル産業は成熟に長期間を要するため、国内ベンチャー・キャピタル市場が十分に成長するまでは政府が資金援助を行う必要がある。したがって、政府の出資がどれだけ長く続くかが問題となる。

4. シンガポールの競争力（抄訳）

4.1 他国との比較

台湾、日本、中国、韓国とシンガポールを手短に比較してみると、まず台湾については、生物科学産業における物的基盤の充実度や水準という点ではシンガポールと同等かそれ以上と言える。台湾のほうが生物科学産業に多様性があり、米国で教育を受けた生物学者の数もずっと多い。国内企業家が数多く活動している歴史が長く、これが国内産業の活性化につながっている。

日本は分子生物学とバイオテクノロジーの基盤を固めているが、基礎研究および研究開発の面で官民学の連携が欠けており、生物科学育成のための長期的戦略が明確な意識をもって立てられていない。

中国の生命科学産業は官僚主義的で特許が保護されておらず、バイオテクノロジー企業が他機関の研究結果を模する傾向がある。

韓国のバイオテクノロジー育成は1980年代から本格化されているが、研究開発基盤はまだ弱く、1997～98年のアジア金融危機の影響を受けて研究開発助成金が劇的に削減されている。

4.2 シンガポールが置かれた状況の評価

シンガポールにはバイオメディカル分野の専門知識を備えた人材が十分に存在せず、研究実績も非常に少ないというのが、一般的な見解である。加えて、民間のベンチャー・キャピタル市場もいまだ沈滞している。しかし、バイオメディカル産業はまだこれから成熟する段階にある。シンガポールの主な競争優位として、海外の優秀な人材を惹きつける能力、優れた基盤、安定的かつ明確な意識をもった協力的な政府、が挙げられている。

バイオメディカル産業が非常に未熟で、人材が不足している点以外にシンガポールが抱える課題は、その経済規模が小さいことである。バイオメディカル産業で成功を収めるには、シンガポールに固有の製品をもつことが重要であるが、この経済規模では難しい。強みとなる点が限られている事実を鑑みると、シンガポールは臨床面において地域の中心地になれば比較的成功したと言えるかも知れない。しかし、医療およびヘルスケア・サービスが

優れていても、バイオメディカル関連の研究開発産業が成功するとは限らない。

成功の尺度としてもうひとつ挙げられるのが、研究開発の水準である。優れた研究開発が行われているという評価を得られれば、世界一流企業のシンガポール進出も増加するであろう。ただし、世界一流企業の研究開発力や人材がなければ、優れた研究開発は難しいというジレンマもある。

また、特許認可数もひとつの尺度と言える。2000年のシンガポールの特許認可数は20件であるが、これは1994年の2件に比べると10倍となっている。

4.3 成功するための要素

小国であるシンガポールは、焦点を定めたアプローチを選択適用する必要がある。それは経済的利益をもたらすものでなければならない。そして、人間の健康の維持向上に焦点を定めるべきである。

バイオメディカル事業で成功を収めるには、シンガポールは「二本立て」アプローチを適用しなくてはならない。これは次の目標を掲げるものである。

1. 短期的成功：世界一流のバイオメディカル企業を少なくとも15社誘致する
 - 外国の世界一流バイオメディカル企業を誘致する
 - 国外の優れた人材を誘致する
 - 基盤（科学的、支持的、規制）を構築する
2. 長期的成功：研究開発の中心地
 - 国内人材を養成する
 - 水準が高く世界に通用する研究開発計画をつくる
 - 大学での研究を商用化に繋げる「転換」計画をつくる
 - 事業新興計画をつくる
 - 一般市民の認識を高める

シンガポールを競争上優位に立たせる分野は3つあるであろう。ひとつは、シンガポールが非常に得意とするITをバイオメディカルと組み合わせることである。ふたつめは、管理の行き届いた臨床データベースを持つことで、そして最後は、小さな経済である。小国であるがゆえに、ニーズが認識されればそれにすばやく対応し、国全体を一方向に進ませることが可能である。

現時点でシンガポールはまだ最初の転機を迎えたばかりであるため、どの研究分野に集中すべきか確定するのは難しい。したがって、いくつかの状況に適用できるよう、科学的資質を広範囲に育成するのが望ましいであろう。そのためには質が高く順応性のある、革新的な人員を育てることが急務である。いずれの方向へ進むにせよ、政府の果たす役割は重要である。

5. 結び

バイオメディカルには知識と創造性が必要である。ゆえにバイオメディカル部門の育成にあたって最良の戦略とは、実行可能なものと不可能なものを決めつける戦略を立てないことである。他方、オープンで透明な政策と諸手続によって、有能な人材が明確な意識をもって尽力するよう後押しをする必要がある。

シンガポールは、経済発展および国家繁栄に好都合な産業がどれであるか認識し、それを育成する必要がある。生命科学またはバイオメディカルは現在、ITと同様に重要な経済的駆動力であると思われる。したがってシンガポールにおいては、バイオメディカル産業の育成は、科学文化それ自体を育むという視点に根ざしているのではない。発展は常に経済上のニーズに役立つべきものであろう。

しかしながら、バイオメディカルのなかでも、経済的利益を有する部門のうちのどれを育成するか決定する際には、「我も我も」的な考え方に陥らないようにするのが重要である。誰かがヒトゲノムをやっているから、自分もヒトゲノムがやりたい、つまり、ある分野が国家経済上の目的に最も利すると認められたら、それが何であれ、その分野を探求しなくてはならない、という考え方である。シンガポールは、このような畏に掛からないよう注意を払わなければならないであろう。インドのバイオテクノロジー計画に関する、全印バイオテクノロジー協会（All India Biotechnology Association）の報告によると、インドのバイオテクノロジー産業における失敗の主因のひとつは焦点の欠如であり、そのためにバイオテクノロジー研究所の科学的生産性が上がらないという事態がもたらされた。政府出資額のうち約3分の2かそれ以上が「我も我も」「わかりきったことをわざわざやり直す」といった範疇に入るもので、製品開発として実を結ぶには至っていない。同報告によれば、さらなる失策は、政府がバイオテクノロジー分野の広い領域にわたって資源を薄く拡散させすぎたことと、対象の選択が科学的に正当化されるのではなく政治的に動機づけられていた場合があったことである。

バイオメディカル産業として真に成功するためには、具体的な戦略と、科学の本質的価値への確信がなければならない。科学的研究は人類のQOLを向上させ、これまでに為された研究は知識の探求であるということを、商用価値の有無で差別されずに信じることである。このような態度は、生い立ちや生活環境、文化から生成されるものである。このような考え方をきちんと身に着ければ、商用価値は後からついてくる。なぜなら、スウェーデンのカロリンスカ研究所（Karolinska Institutet）も言及しているように、商用価値のない研究開発は倫理に反するためである。これはその通りである。商品は人間によって消費されるものであるから、その商品が人間に害を与えないようにする必要がある。

シンガポールの場合、先にも触れた通り、バイオメディカルは重要な経済的駆動力である。国民は科学の本質的価値をいまだ確信しておらず、より適切に言えば、これからもその見込みはあまりない。シンガポールのバイオメディカル育成の目的は、エレクトロニクス、化学薬品、エンジニアリングという産業の柱たる 3 部門に並ぶ成功を収めることである。バイオメディカルの中心地を築けば、究極的に経済的利益がもたらされる。よって経済的観点からみると、シンガポールでバイオメディカル事業を成功させるためには、基盤整備および財政という面で政府の相当な援助が必要となる。同時にシンガポールは、世界一流のバイオメディカル企業の成功に便乗し、国外の有能な人材がもつ知識を利用すべきである。さらに、引き続き自国バイオメディカル産業の育成と国内人材の養成を行い、最終的には世界に通用する研究開発活動を自前で展開するように努めるべきである。

もっとも、避けるべき落とし穴、と言うより改善すべき領域がいくつかある。ひとつは、科学的発見を商用化するための転換に関わる知識および基盤、すなわち「モデル」企業をつくることである。こういった連関は、シンガポールの学問的発見を確実に商用化し、またシンガポールの産業が自国の学問的専門知識の恩恵を確実に受けられるようにするために重要となる。

改善すべき第 2 の領域は、大学の科学者や教授に研究時間をもっと多く与えて、バイオメディカル事業の新規立ち上げを促進することである。シンガポールは、大学の研究教授、民間企業、ベンチャー・キャピタルの三者間の協力を引き続き推進していかなばならない。例えばスウェーデンのカロリンスカ研究所では、勤務時間の 50% を講義に、30% を事業経営に、20% を研究活動に使っている教授もいる。シンガポールの大学講師は圧倒的に教育面の負荷が大きいいため、教育の質が低下し、潜在的な研究者を遠ざける結果になっている。

第 3 の改善すべき領域は、国外人材の誘致と国内人材の維持を目指すことである。シンガポールは、来訪する人材の大半が、究極的には金銭上および母国内の理由から入ってきているという点を認識しなくてはならない。金銭的利点が十分である限りは、人びとは来国すると思われる。また、シンガポールに来て結婚し、家族を築く者もあり、とりわけ仕事で国外に出ていたシンガポール人において、このようなケースが多い。また別のグループが「一時的滞在者」で、これらの人びとは何かの経験を求めており、シンガポールを自らのキャリアにおける踏み石と捉えている。来国して働く人材は、この国を単なる踏み石としかみていないかも知れない。在留する者もあるが、それは恐らく母国内または金銭的事情が理由であって、この国の研究水準のためでは決してない。したがって政府は、これらの人材を誘致し、引き留めておくために、莫大な額の資金を保持しておかなければならない。同時に、科学的基盤の強化にも莫大な資金が必要である。さらにシンガポールは、こ

これらの人材を誘致するため、彼らが優れた学生と一緒に研究ができるようにし、また研究の自由を保障すべきである。最後に、研究対象の選択は、技術的に正当化されるべきであり、政治的に動機づけられるべきではない。

最後に、避けるべき落とし穴として最も重要なのが、「我も我も」的な考え方に陥らないことである。世界的発展に盲従した、融通のきかない固定化した戦略に陥らずに、どの方向を追求すべきか明確に重点をおく必要がある。戦略は、世界的発展と国内のニーズに対応していなくてはならない。研究対象を選択する際にその経済的価値の有無を確認すべきである点に疑問の余地はないが、これに拘り過ぎるべきではない。明確な意識と透明な政策、オープンな手続きがなければならない。

一言で言えば、シンガポールがこのバイオメディカル産業において成功するか否かを断定するには時期尚早である。情報技術部門とは異なり、バイオメディカルの熟成期間は非常に長く、特筆に価する成果を得るまでには平均 15 年はかかる。もっとも、バイオメディカル部門の育成に失敗したり、当該産業の育成が単発的なものに終わるなどによって 15 年間の棒に振ることを避けるため、シンガポールはその戦略を綿密に考慮する必要がある。バイオメディカル研究の中心地を築く責務は、その研究対象および産業に精通し、経験を積んだ有能な人材の手にあるべきであり、政治経済問題に通じていて権力は握っているが、バイオメディカル関連には詳しくないような人びとに託すべきではない。バイオメディカルまたはその他の創造的な科学や芸術を育成するときに、他産業の育成で成功した厳格な経済モデルをそのまま適用はできず、それらはよりよく練り上げる必要がある。