

Title	新興国の科学技術動向：南アフリカのナショナル・イノベーション・システム
Author(s)	北場, 林; 林, 幸秀
Citation	年次学術大会講演要旨集, 26: 383-388
Issue Date	2011-10-15
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/10144
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

新興国の科学技術動向 ～南アフリカのナショナル・イノベーション・システム～

○北場 林、林 幸秀（科学技術振興機構）

1. はじめに

新興国 BRICS の一つに数えられる南アフリカ共和国は、1994 年の民主化以来、飛躍的な経済成長を遂げる一方で、持続可能な経済成長を支えるための「ナショナル・イノベーション・システム (NIS)」の構築に自覚的に取り組んできた。南アフリカは、先進国型の経済構造とインフラを保有しているが、貧富の格差や高い失業率、HIV/AIDS の蔓延に象徴されるように開発途上国としての一面も色濃く持っている。本稿では、途上国として初めてと言われる NIS 概念の本格導入以来 15 年が経過した南アフリカのイノベーション・システムの現状と課題について政府の取り組みを中心に考察する。

2. 民主化後の科学技術・イノベーション政策の展開

南アフリカ政府は、91 年のアパルトヘイト廃止、94 年のマンデラ政権による民主化以降、研究開発の戦略立案と科学技術・イノベーション政策の実施体制の整備に力を入れてきた。特に 96 年の科学技術白書の発刊以降の 15 年間で、科学技術・イノベーションの推進体制は着実に整備されてきたといえる【表 1】。資源高を背景に経済成長が加速した 2004 年以降も、科学技術省を独立させるなど、科学技術と研究開発を重視する政策、制度改革が実施されている。2007 年に OECD が南アフリカのイノベーション政策をレビューした報告書では、南アフリカ政府は旧体制下の組織を基本的に継承しつつ、組織の新設と改編によって有効なイノベーション・システムを作り上げたと評価されている。これらの体制整備は、貧困撲滅などの社会経済課題の克服のため、科学技術を活用するとの明確な政治的意思の表れと考えられる。

【表 1】南ア政府の科学技術・イノベーション政策の展開（1996-2010）

1996 年	科学技術白書 発表
1998 年	国家研究財団(NRF)設立
2000 年	国家イノベーション諮問会議(NACI)報告「成長とイノベーション」発表
2001 年	国家バイオテクノロジー戦略 発表
2002 年	国家研究開発戦略(NRDS)発表
2003 年	先進製造技術戦略(AMTS) 発表、在京大使館、科学技術部門開設
2004 年	科学技術省(DST)発足
2005 年	情報通信技術研究開発戦略 発表
2006 年	国家ナノテクノロジー戦略 発表
2007 年	OECD レビュー
2008 年	イノベーション 10 年計画(TYIP)発表、国家宇宙科学技術戦略 策定
2009 年	技術イノベーション庁(TIA)発足
2010 年	宇宙庁(SANSA)発足

政策推進体制の整備と共に、南アフリカ政府は、矢継ぎ早に多様な科学技術戦略を打ち出してきたが、科学技術への総合的な取り組みを示す文書としては、1996年の「科学技術白書」、2002年の「国家研究開発戦略」、2008年の「イノベーション10年計画」の3つが重要である。「科学技術白書」で南ア政府は、経済成長や生活の質の改善といった国民的課題に科学技術を活用すること、またそのために国として「ナショナル・イノベーション・システム」の確立を目指すことを明確に打ち出した。白書のアイデアは02年の「国家研究開発戦略」でさらに具体化され、イノベーションの推進、科学工学技術分野での人的資源の向上、効果的な科学技術行政の構築が謳われた。とりわけ研究開発費の増額と天文学等の地理的特徴を活かした研究分野への戦略的投資などが必要とされた。

04年には科学技術行政の要となる科学技術省が設立され、同省は08年に長期計画「イノベーション10年計画」を発表した。「10年計画」は資源依存型経済から知識基盤経済への発展を目標に掲げ、2018年に向けた南アフリカの「グランド・チャレンジ」を以下の5項目にまとめている。

- ①南ア固有の知識と生物多様性を活かし、バイオテクノロジーと創薬で世界のリーダーを目指す
- ②宇宙局を設置し、地球観測・通信測位・衛星産業の発展を目指して宇宙科学技術を推進する
- ③クリーン・エネルギーの開発とエネルギー安全保障を確立する
- ④南アの立地を活かし、気候変動科学を推進する
- ⑤人間・社会工学を促進し科学技術で社会変革に貢献する。

「10年計画」は、今後の重点分野をバイオ・サイエンス、宇宙科学、エネルギー、気候変動、人材育成及び科技体制強化に絞り込んで位置づけたものといえる。

なお、南アフリカの科学技術への取り組み状況を研究開発費でみると、2008年の研究開発費は、210億ランド（約2520億円、1ランド＝約12円）で、対GDP比では0.92%である。民主化以降、研究開発費は着実に伸びているが、対GDP比で見ると93年以降は0.9%程度の水準にとどまっている。政府は対GDP比の目標を2010年までに1%、2015年以降は2%に設定しているが、今のところ経済規模の拡大に研究開発投資が追い付いていない状況にある。

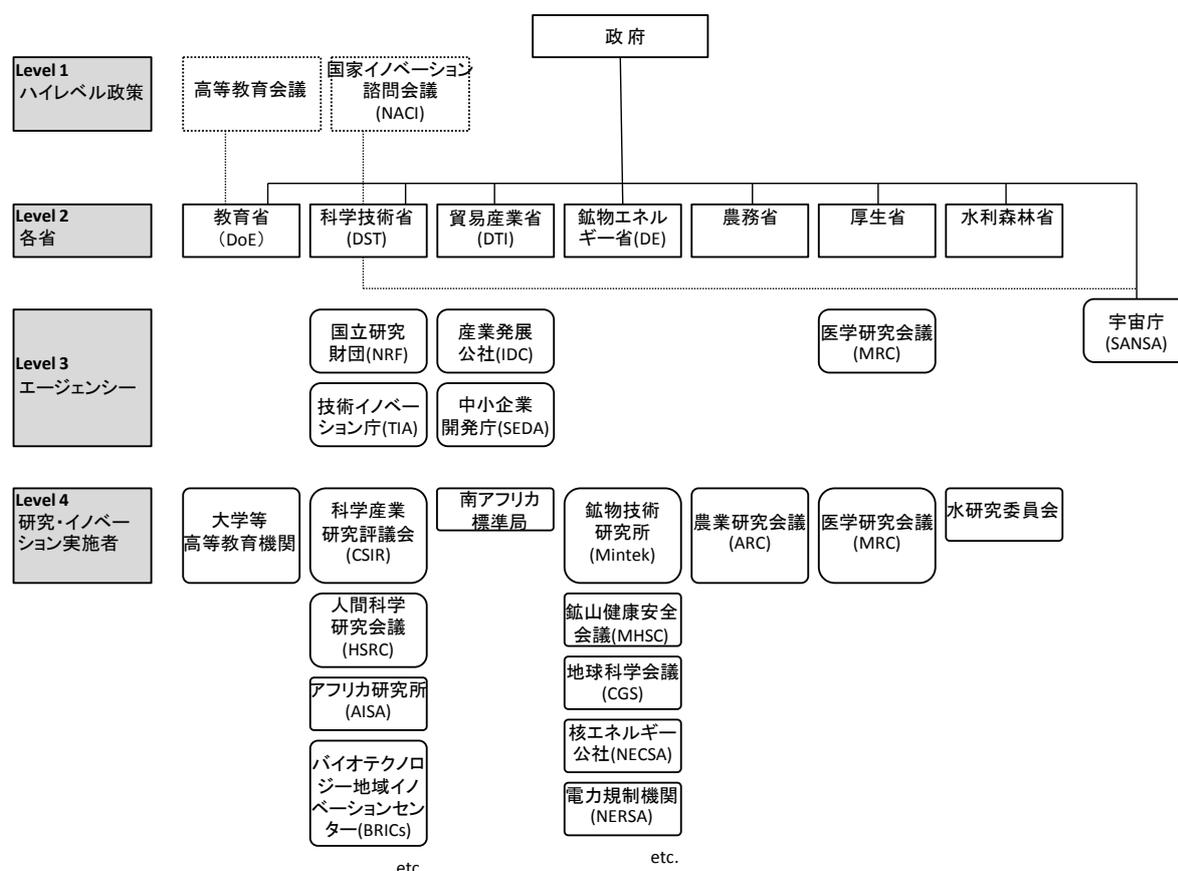
3. 南アフリカNISの主要プレーヤー

ナショナル・イノベーション・システムにおける主要プレーヤーは、政府、大学、企業の三者であり、南アフリカでは、それらは「Triple Helix（三重らせん）」と呼ばれ、相互に密接な協力関係を構築すべき主体として認識されている。

政府における主なプレーヤーを【図1】に示した。科学技術省（DST: Department of Science and Technology）が、南アの科学技術・イノベーション政策の司令塔であり、政策全体を統括するとともに政府部内の総合調整機能を担っている。DSTは国家イノベーション諮問会議（NACI: National Advisory Council on Innovation）から助言・監督を受けている。政府内では他に鉱物エネルギー省や貿易産業省等もそれぞれの所管分野において研究開発の戦略立案と実施に関わっている。研究助成機関としては国家研究財団（NRF: National Research Foundation）があり、人文科学、社会自然科学、工学技術といったすべての分野における研究促進のために資金を配分している。技術イノベーション庁（TIA: Technology Innovation Agency）は、研究開発成果を産業化への橋渡しするため2009年に設立された。また2010年には宇宙庁（SANSA: South African National Space Agency）が発足し、宇宙新興国を目指す姿勢を明確になった。

南アフリカの公的な研究開発活動は、DSTの傘下にある16の国立研究機関を中心に行われている。科学産業研究評議会（CSIR: The Council for Scientific and Industrial Research）は、産業と科学開発などの研究や技術イノベーションを総合的に調査するアフリカ最大規模の国立総合研究機関で、材料科学、ナノテクノロジー、製造技術、合成生物学、地球観測等に高い研究能力があるといわれている。この他にも農業研究会議（ARC: Agricultural Research Council）や医学研究会議（MRC: Medical Research Council）など、専門分野毎に科学評議会（Science Councils）が置かれている。中でも1934年に設立された鉱物技術研究所（MINTEK: Council for Minerals Technology）は、鉱物加工と冶金工学における世界的な研究機関であり、そのバイオリッチング技術（bioleaching、微生物を用いて低品位の鉱物資源から良質の金属を回収する技術）は、世界をリードしている。

【図 1】 南アフリカ政府の科学技術・イノベーション関連機関



出典：OECD Reviews of Innovation Policy South Africa (2007)を加筆修正

NIS では大学の存在も重要である。南アフリカには大学が 16 校、技術大学が 7 校、テクニコンとよばれる技術学校が 1 校あり、2010 年の QS TOP 500 には、ケープタウン大学 (161 位)、ウィットウォーターズランド大学 (360 位)、プレトリア大学 (451-500 位)、クワズルー・ナタール大学 (501-550 位) の 4 校がランクインしている。QS のアフリカ最上位校でもあるケープタウン大学は、1829 年創立と南アフリカ最古かつ最高の研究機関と称され、世界で初めて心臓移植を行うなど、特に医学分野に定評がある。ヨハネスブルグにあるウィットウォーターズランド大学は、1922 年に鉱山資本によって創立されたアフリカ有数の名門大学で、原始人類の研究で世界的に有名である。金鉱という土地柄、エンジニアリングや材料テクノロジー研究も盛んで、ネルソン・マンデラ元大統領やシドニー・ブレナーなど 4 名のノーベル賞受賞者も輩出している。

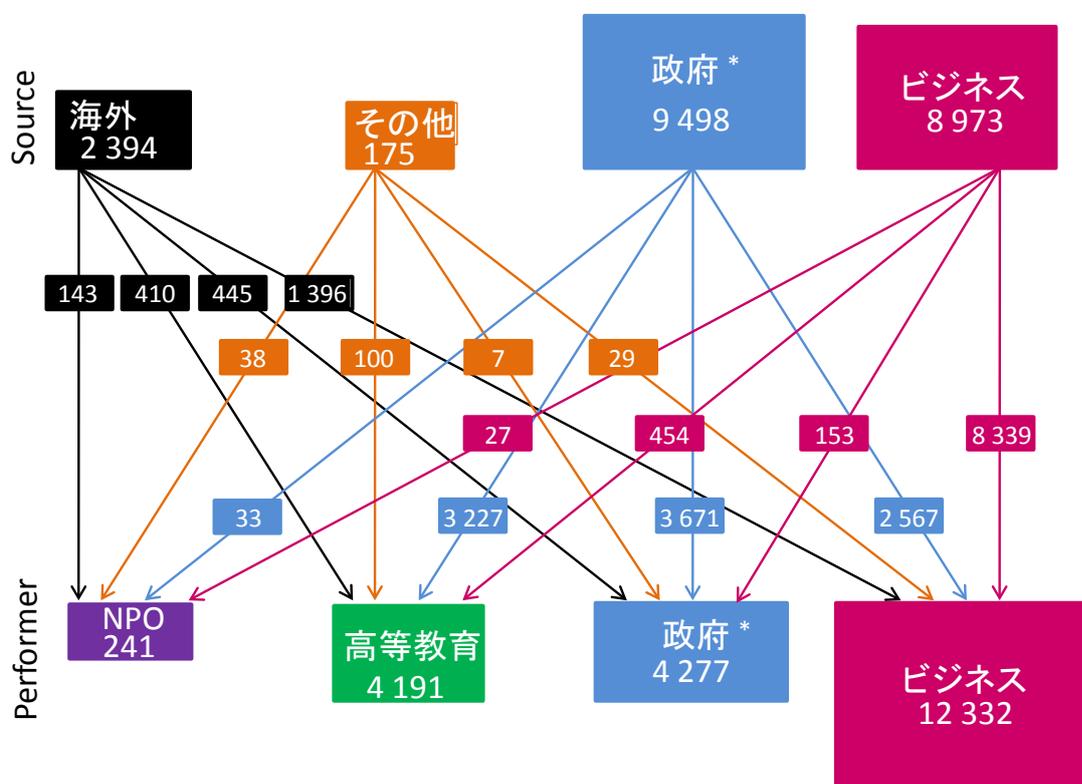
南アフリカの主要企業としては、Forbs Global 2000 の 500 位以内にランクインしているスタンダード銀行グループ (117 位)、資源化学企業サソール (298 位)、ファースト・ランド銀行 (305 位)、携帯電話・通信サービスの MTN グループ (349 位) が挙げられる。また、南ア出身のグローバル企業として、世界最大の鉱業会社 BHP ビリトンや同 2 位のアングロ・アメリカン、世界 2 位のビール会社 SAB ミラー、世界最大のダイヤモンド会社デ・ビアスなどがある。

イノベーション・システムの観点からは、世界最高レベルの石炭液化技術 (CTL: Coal to Liquid) を誇るサソールは、南ア NIS のキー・プレーヤーといえる。石炭液化技術とは、石炭から石油やガス、化学製品などを生成する技術で、サソールは 1955 年に低品質石炭から液体燃料を合成する技術開発に成功して以来 50 年以上にわたって液体燃料を生産している。近年、原油価格の高騰や地球温暖化対策の必要性から、液化石炭の有効性が見直されてきており、この分野のパイオニアであるサソールの技術力は、石炭埋蔵量の多いアメリカ、ロシア、中国、インドなどでも威力を発揮する可能性がある。石炭液

化技術の開発は、もともと国策として南アフリカ政府が始めたものであったが、その背景にはアパルトヘイト政策により欧米諸国から石油の禁輸制裁を受けたため、代替エネルギーを開発する必要に迫られたことがあった。サソールは 1982 年に民営化され、現在では従業員 3 万人を超える巨大企業グループになっている。

サソールやデ・ビアス等の資源企業とそれに関連する製造業が、経済成長のエンジン役を担っている南アフリカのイノベーション・システムの特徴の一つは、民間ビジネス部門が大きな地位を占めていることである。【図 2】にあるように、研究開発費の負担においても実施においてもビジネス部門が大きな役割を担っており、研究開発費のフローからみると先進国型のイノベーション・システムとなっていることが伺える。2008 年の研究開発費 210 億ランドの部門別実施内訳をみると、ビジネス部門が 58.6% を占め 2 位の政府部門 20.4% を大きく引き離してトップとなっている。高等教育部門も 19.9% にすぎず、研究開発は日本と同様民間主導であることがわかる。なお、研究分野別の支出先については、基礎工学関連が 24.4% で最大であり、以下自然科学 (20.6%) 医学 (14.8%)、情報通信 (13.1%)、人文・社会科学 (12.5%) と続いている。

【図2】研究開発費の主なフロー 2008/09 (百万ランド)



出典: South African National Research and Experimental Development Survey 2008/09.

4. 南アフリカ NIS の課題

南アフリカのナショナル・イノベーション・システムの課題については、2つの点を指摘することができる。第1は、政策と実行のギャップである。上でみたように、南アフリカ政府は科学技術・イノベーション推進体制の整備、各種研究開発戦略の立案に精力的に取り組んできたが、それらの政策・戦略が実際にどの程度実施されたかについては、専門家の間では懐疑的な意見が多い。2010年までに研究開発費を対GDP比1%とする目標は達成されず、イノベーション10年計画についても計画達成へのフォローアップはなされていない。技術イノベーション庁や宇宙庁など、新規に組織は作られたものの十分な予算措置や人材配置がなされず、組織の発足そのものが遅れるなど、効果的な機能を果たせるか疑

問が残る機関もある。先進国の事例に基づいて政策・制度が積極的に模倣されたものの、先進国と途上国の両面の性格を併せ持つ南アフリカ固有の土壌に馴染まず十分機能していない面が多いことが推察される。

第2の、そして最大の課題は科学技術人材の不足という問題である。ユネスコのデータによると南アフリカにおける研究者総数は19320人（2007年）で、研究者数それ自体が他国と比べると著しく少ない。科学技術戦略や政策、研究開発予算はあっても、実際に科学技術政策と研究開発の現場で従事すべき人材が不足していることが、南アフリカのNISにとって構造的な課題である。とりわけ研究開発現場における黒人研究者の不足は深刻で、これは黒人に対して理数科教育を行ってこなかったアパルトヘイトの負の遺産といえる。

研究者総数を増やすことは一番の課題だが、本当の問題は人種間格差にある。南ア政府は研究者だけでなく技術者や研究支援者も合わせて集計した研究開発人材データを毎年発表しているが、この広義の研究開発人材を人種別に分類したのが【表2】である。

【表2】人種別研究開発人材

	アフリカ人(黒人)		カラード(混血)		インド・アジア系		白人		合計
	ズールー人、コーサ人、ソト人、ツワナ人、ペディ人等		コイサン系、マレー系等				アフリカーナー、イギリス系		
ビジネス	4,900	27.3%	1,243	6.9%	1,726	9.6%	10,726	59.8%	18,595
政府	1,499	53.7%	429	15.4%	122	4.4%	913	32.7%	2,963
高等教育	4,659	21.8%	1,415	6.6%	1,768	8.3%	12,381	57.9%	20,223
非営利	206	41.0%	51	10.2%	40	8.0%	205	40.8%	502
科学評議会	2,613	45.1%	399	6.9%	350	6.0%	2,247	38.8%	5,609
合計	13,877	28.7%	3,537	7.3%	4,006	8.3%	26,472	54.7%	47,892
全人口	4021 万人	79.5%	454 万人	9.0%	127 万人	2.5%	457 万人	9.0%	5059 万人

出典：South African National Survey of Research & Experimental Development 2008/09 から筆者作成

これによると、人口では9%の白人が、南アフリカにおける研究開発人材の半分以上を占めている。実際に研究開発の中心となるビジネス部門と高等教育部門では60%近くを占めており、南アフリカの研究開発の現場は、依然として白人中心であることがわかる。黒人は、政府が進める優遇政策の恩恵もあつてか、政府部門では50%超のシェアを有するものの、全体としては3割にも満たない結果となっている。研究開発現場で多数を占める白人は年々高齢化する一方で、医師、教師など技術をもった白人層からは英語圏の先進国へ移住する者も多く、人材不足は年々深刻化している。人口の8割を占める黒人層の研究開発人材を増やして企業や大学の研究開発現場に送りこむことが、南アフリカのナショナル・イノベーション・システムを支えるために今後最も必要なことと思われる。

5. おわりに

1980年代後半にフリーマン、ネルソンらによって提唱されたNISの概念は、政府、大学、企業三者間の相互作用を通じて国家全体のイノベーション・システムが進化していく側面を重視しており、フィンランド政府が世界に先駆けて政策に採り入れたと言われている。南アフリカは発展途上国として初めてNISを公式の政策コンセプトとして受容したとされるが、今のところは、理念的にNISが語られるだけで、実際に南ア独自のNISが機能しているかどうかについては疑問の余地が多い。南ア政府は、フィ

ンランド政府の協力を得て 2006 年から COFISA (Cooperation Framework on Innovation Systems between Finland and South Africa) と呼ばれるプロジェクトを開始し、政府・大学・企業の「Triple Helix」間の協力関係の促進を通じて南ア NIS を強化することを目指しているが、現在のところ目立った成果は見られない。

南ア政府の低い政策執行能力や、科学技術人材の不足といった構造的課題の解決には、人種間格差の是正と人材の育成が必要であり、制度の導入や組織の改編で済む問題ではなく、長期的な視野で取り組む必要がある。NIS 論は、イノベーションの実現方法は各国の制度や歴史的背景等に依存すると教えているが、南アフリカのナショナル・イノベーション・システムも、その固有の制度的歴史的背景によって大きく規定されているといえる。

6. 参考文献

1. 科学技術振興機構研究開発戦略センター海外動向ユニット(2011)『躍進する新興国の科学技術 次
のサイエンス大国はどこか』(2011年5月 ディスカヴァー・トゥエンティワン)
2. 科学技術振興機構研究開発戦略センター(2011)『科学技術・イノベーション動向報告 南アフリ
カ』(2011年1月)
3. OECD(2007), OECD Reviews of Innovation Policy South Africa
4. SA Year Book 2009/10 Science and Technology
5. Department of Science and Technology(2009), Corporate Strategy 2010-2013
6. Statistics South Africa (2011), Mid-year population estimates 2011, 27 July 2011
7. South African National Survey of Research & Experimental Development, 2007/08 and 2008/2009
8. Glenda Kruss and Jo Lorentzen (2009), The South African Innovation Policies: Potential and
Constraint, In Jose Eduardo Cassiolato and Virginia Vitorino eds., BRICS and Development
Alternatives: Innovation Systems and Policies, Anthem Pr
9. Jo Lorentzen (2009), Learning by firms: the black box of South Africa's innovation system, *Science
and Public Policy*, 36(1), February 2009, pages 33–45
10. Michael Kahn(2006), After apartheid: The South African national system of innovation: from
constructed crisis to constructed advantage?, *Science and Public Policy*, volume 33, number 2,
March 2006, pages 125–136