アジア・太平洋総合研究センター
Asia and Pacific Research Center

ASEAN 諸国の先端研究機器・共同研究利用拠点整備に関する動向

Trends in the Development of Advanced Research Equipment and Shared Research Facilities in ASEAN Countries

2022 年 3 月

国立研究開発法人科学技術振興機構

2021 年 4 月に発足した国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）のアジア・太平洋総合研究センター（Asia and Pacific Research Center：APRC）は、調査研究、情報発信、交流推進を 3 本の柱として、アジア･太平洋地域における科学技術分野の連携･協力を拡大･深化し、我が国のイノベーション創出の基盤構築に貢献することを目指します。

本報告書は、アジア・太平洋地域における科学技術イノベーション政策、研究開発動向、および関連する経済・社会状況について調査・分析を行う調査研究の一環としてまとめたものとなります。政策立案者、関連研究者、およびアジア・太平洋地域との連携にご関心の高い方々等へ広くご活用いただきたく、APRC ホームページおよびポータルサイトにおいて公表しておりますので、詳細は下記ホームページをご覧ください。

（APRC ホームページ）
https://www.jst.go.jp/aprc/index.html

（調査報告書）
https://spap.jst.go.jp/investigation/report.html

エグゼクティブ・サマリー

先端研究機器の基本情報整理

ASEAN10 カ国を対象として調査対象である顕微解析機器、マテリアル等の分析機器、バイオ分析機器および加工プロセス機器について、1000 万円から 10 億円程度の価格帯にある先端研究機器を抽出し、日本の公的研究機関や公立大学で利用されている機器と ASEAN 諸国で利用されている機器の情報を整理して比較し、特徴を把握した。

顕微解析機器では、ASEAN 諸国においても日本電子株式会社（日本電子）やオリンパス株式会社（オリンパス）、株式会社ニコン（ニコン）等の日系メーカーの機器が複数の機関で利用されていることが確認された。またマテリアル分析機器においても、日本分光株式会社（日本分光）や株式会社島津製作所（島津製作所）、株式会社堀場製作所（堀場製作所）等の機器が確認された。しかし、日本と比べると、顕微解析機器およびマテリアル分析機器共に日系メーカーのシェアは低く、代わりに米 Thermo Fisher Scientific 社や独 ZEISS 社、独 Leica 社をはじめとした欧米メーカーの設置が確認された。バイオ分析機器は日本においても欧米メーカーが多くの機関で利用されているが、ASEAN 諸国でも日本で利用されている機器と同様のメーカーやモデルが多く利用されていた。加工プロセス機器については、ASEAN 諸国において関連機器は散見されたものの、今回の限定的な調査範囲では、具体的な機器やメーカー、機種情報は確認できなかった。なお、調査の中で、中国メーカーの研究機器も確認されたが、先端研究機器という観点では、機器の整備はまだ限定的に見受けられた。

各国調査

各国の科学技術政策の基本情報を整理した上で、先端研究機器・共同研究利用拠点に関する政策情報を整理した。その上で、20 の主要な共同研究利用拠点にインタビューを行い、運用実態を把握した。

ASEAN 諸国は、各国間の経済格差が大きく、研究投資額や科学技術振興への取組みにも大きな相違がある。そのため先端研究機器・共同研究利用拠点の整備についても違いが見られた。なお、ASEAN 諸国においては、共同利用のコンセプトは新しいものではなく、新興国においては高度な研究機器へのアクセスが限られることから、公的研究機関や大学が社会的使命の一環として、機器の貸し出しや試験サービスの提供を一般的に行っている。しかし、そのような動きに加えて、共同研究利用拠点を積極的に活用する動きが出てきている。新たな動きやユニークな動きも踏まえ、今回の調査では ASEAN 諸国における共同研究利用拠点を「先進」「独自発展」「過渡期」「今後検討」「時期尚早」の 5 つに分類して特長を整理した。

シンガポールのように、政策に基づき、システムを活用して効率的なオペレーションを行う先進的な国もあれば、マレーシアやインドネシアのように公的機関の大部分を共同研究利用拠点にしてしまう取組みも存在する。また、経済水準が低く、先端研究機器の整備が限定的な国も存在する。

ASEAN 諸国への貢献方法

共同研究利用拠点のコンセプトは、多くの場合有益であることが共通認識として確認された。しかし、効率的・効果的に施設を運用することは簡単ではない。

ASEAN 諸国における科学技術協力基盤の構築への貢献として多様な方法が考え得るが、対象国のニーズによって、共同研究利用拠点が必要とする機能を個別またはフルパッケージで提供することが考えられる。

各国の課題構造を理解した上で、政策策定支援、日系メーカー機器の提供、各種機器の管理・メンテ支援、技術者等の人材育成、運用ルール整備、運用のためのシステム構築等の様々な切り口から適切な支援を行うことが、AEAN 諸国の科学技術協力基盤の構築に繋がると共に、ASEAN 諸国における日本のプレゼンス向上、日本と ASEAN 諸国の科学技術交流の促進に繋がると期待される。

Executive Summary

Through surveys on advanced research equipment, comparisons were drawn between the equipment used in public research institutions and public universities in 10 ASEAN countries, with Japan as the benchmark. For microscopy equipment, equipment from Japanese manufacturers such as JEOL, Olympus and Nikon were prevalent in ASEAN countries. For material analysis equipment, the presence of Japanese-branded equipment from JASCO, Shimadzu, Horiba and other manufacturers were also confirmed. However, unlike Japan, the share of Japanese manufacturers in both microscopy and material analysis equipment in ASEAN countries is low, with US and European manufacturers having a stronger presence. For biotechnology analysis equipment, there is a strong presence of Western-manufactured biotechnology analysis equipment in Japan, with many of the same equipment models used in Japan being utilized in ASEAN countries. While research equipment from Chinese manufacturers were also confirmed, there appears to be a limited presence in terms of advanced research equipment.

Basic information on the science and technology policies of each country were organized, followed by policy information on advanced research equipment and shared research facilities. Twenty main shared research facilities were then interviewed to ascertain their operational status. ASEAN countries have wide economic disparities and significant differences in the amount of research investment and efforts to promote science and technology. Therefore, differences were also observed in the development of advanced research equipment and shared research facilities. It should be noted that the concept of shared use is not new in ASEAN countries. Public research institutions and universities lease out equipment and provide testing services as part of their social responsibility, as access to advanced research equipment is limited in developing countries. In addition to this background, there is an emerging trend to actively utilize shared research facilities. Considering new and unique developments, the features of shared research facilities in ASEAN countries were organized in this survey into five categories. Some advanced countries, such as Singapore, manage their operations efficiently through strict policy-based management and use of systems, while others, such as Malaysia and Indonesia, have taken initiatives to turn large sections of their public institutions into shared-use facilities. There are also countries where the economic level is low, and the development of advanced research equipment appears to be immature.

Generally, there is a common consensus that the concept of a shared research facility is highly beneficial in many ways. However, there are many difficulties in ensuring that facilities can operate efficiently and effectively. One possible way to support establishment of science and technology cooperative infrastructure in ASEAN countries is to provide a separate or a full-service package for shared research facilities in accordance with their needs. Considering the structure of issues in each country, providing appropriate support from various angles, such as policy formulation, provision of equipment from Japanese manufacturers, human resource development of engineers, and so forth, is expected to help build a foundation for science and technology cooperation in ASEAN countries, enhance the presence of Japan in ASEAN countries, and promote science and technology exchanges between Japan and ASEAN countries.

はじめに

背景および目的

研究基盤の充実・強化は、科学技術イノベーションの維持・向上に必要不可欠であるが、先端研究機器は高額であり、各拠点が機器類を網羅的に整備することは難しい。日本では各研究機関や各研究室での個別整備の他、大学におけるリソースの可視化や研究機器の効率的な利用の観点から研究機器の共同利用が進んでいる。研究者が共同研究を検討する際には、相手国側に先端研究機器を使用できる環境があるか否かが共同研究の可否を左右するポイントの一つとなる。そのため、相手国研究者が、共同研究利用拠点を含め、機器類へアクセスできる環境があるかを把握することが重要である。一方、新興国等においては、研究資金が乏しく研究機器の整備に経済的制約のあるケースが存在する。各国の先端研究機器・共同研究利用拠点の整備状況を把握することは、あるべき研究機器の整備環境と実際の利用環境とのギャップを明らかにする。当該ギャップ解消への環境整備への協力は、研究に対する我が国のプレゼンス向上に繋がる可能性があり、また日本製研究機器の認知向上や輸出等に繋がる可能性がある。

そこで本調査では、アジア・太平洋地域の中でも成長のめざましく我が国研究者との更なる科学技術交流の促進が期待される ASEAN10 カ国について、大学や公的機関における先端研究機器および共同研究利用拠点の整備状況を確認する。また、各国の先端研究機器・共同研究利用拠点の整備に関連する政策と主要研究拠点の整備状況を調査し、それぞれの特長や課題を明らかにした上で、我が国における先端研究機器・共同研究利用拠点の整備に際して参考になる点を把握すると共に、我が国が各国の科学技術協力基盤の構築に貢献できる領域等を示唆として整理する。

調査手法

先端研究機器の基本情報整理、各国調査における科学技術政策の基本情報整理、政策・ファンディング調査および政策等に基づく整備状況の整理は、文献調査を主とし、インタビューで得た情報を補足した。また、主要共同研究利用拠点の調査は対象の共同研究利用拠点へのインタビューを主に情報を整理した。各国の主要共同研究利用拠点は、全体で 20 拠点を選定した。その選定方法については、共同研究利用拠点が確認された国について、拠点の規模が比較的大きいこと、大学・公的研究機関の多様性を持たせること、地域の偏りをなくすこと等を考慮した候補拠点の中から、インタビュー協力の得られた 20 拠点を選定した。なお、カンボジア王国、ラオス人民民主共和国、ミャンマー連邦共和国の 3 カ国については、共同研究利用拠点の整備が非常に限定的、または確認できず、これらの国からは対象拠点を選定することができなかった。

そのため各国調査結果については、拠点を選定した 7 カ国を先に、選定できなかった 3 カ国を後に、国名のアルファベット順に記載している。

参考情報（為替レート）

日本銀行の報告省令レート（令和 4 年 3 月分）に基づく各国為替は以下のとおりである。

・1 アメリカ・ドル（USD）　≒　115 円
・1 シンガポール・ドル（SGD）　≒　85.10 円。なお、1 ブルネイ・ドル（BND）も同様
・1 マレーシア・リンギット（MYR）　≒　27.49 円
・100 インドネシア・ルピア（IDR）　≒　0.80 円

・1 フィリピン・ペソ（PHP）　≒　2.24 円
・100 タイ・バーツ（THB）　≒　346.15 円
・100 カンボジア・リエル（KHR）　≒　2.83 円
・100 ラオス・キップ（LAK）　≒　1.02 円
・1 ミャンマー・チャット（MMK）　≒　0.06 円
・100 ベトナム・ドン（VND）　≒　0.51 円

目 次

エグゼクティブ・サマリー…… i

Executive Summary …… iii

はじめに…… iv

1　先端研究機器の基本情報整理 ……1

1.1　本調査において対象とする先端研究機器……1

1.2　対象機器の概要および主要メーカー……2

1.3　大学や研究機関における対象機器の利用……4

参考資料・文献 ……7

2　各国調査 - ブルネイ・ダルサラーム国 ……8

2.1　科学技術政策の基本情報整理……8

2.2　政策・ファンディング調査……9

2.3　政策等に基づく整備状況の整理……9

2.4　主要共同研究利用拠点の調査…… 10

参考資料・文献 …… 13

3　各国調査 - インドネシア共和国 …… 14

3.1　科学技術政策の基本情報整理…… 14

3.2　政策・ファンディング調査…… 15

3.3　政策等に基づく整備状況の整理…… 17

3.4　主要共同研究利用拠点の調査…… 18

参考資料・文献 …… 27

4　各国調査 – マレーシア …… 28

4.1 科学技術政策の基本情報整理 28
4.2 政策・ファンディング調査 29
4.3 政策等に基づく整備状況の整理 30
4.4 主要共同研究利用拠点の調査 33
参考資料・文献 45
5 各国調査 – フィリピン共和国 47
5.1 科学技術政策の基本情報整理 47
5.2 政策・ファンディング調査 48
5.3 政策等に基づく整備状況の整理 49
5.4 主要共同研究利用拠点の調査 49
参考資料・文献 56
6 各国調査 – シンガポール共和国 57
6.1 科学技術政策の基本情報整理 57
6.2 政策・ファンディング調査 60
6.3 政策等に基づく整備状況の整理 64
6.4 主要共同研究利用拠点の調査 67
参考資料・文献 81
7 各国調査 – タイ王国 82
7.1 科学技術政策の基本情報整理 82
7.2 政策・ファンディング調査 82
7.3 政策等に基づく整備状況の整理 83

7.4 主要共同研究利用拠点の調査 …… 83
参考資料・文献 …… 91
8 各国調査 - ベトナム社会主義共和国 …… 92
8.1 科学技術政策の基本情報整理 …… 92
8.2 政策・ファンディング調査 …… 93
8.3 政策等に基づく整備状況の整理 …… 94
8.4 主要共同研究利用拠点の調査 …… 95
参考資料・文献 …… 101
9 各国調査 - カンボジア王国 …… 102
9.1 科学技術政策の基本情報整理 …… 102
9.2 政策・ファンディング調査 …… 103
9.3 政策等に基づく整備状況の整理 …… 103
参考資料・文献 …… 103
10 各国調査 - ラオス人民民主共和国 …… 105
10.1 科学技術政策の基本情報整理 …… 105
参考資料・文献 …… 105
11 各国調査 – ミャンマー連邦共和国 …… 107
11.1 科学技術政策の基本情報整理 …… 107
参考資料・文献 …… 107
12 総括 …… 109
12.1 ASEAN 各国の先端研究機器・共同研究利用拠点の比較 …… 109

12.2　ASEAN 各国における先端研究機器・共同研究利用拠点整備に向けた
課題整理および提言…… 113
調査協力者…… 116
執筆者一覧・調査企画…… 118

1　先端研究機器の基本情報整理

1.1　本調査において対象とする先端研究機器

各国の先端研究機器・共同研究利用拠点の調査に先立ち、本調査で対象とする先端研究機器を選定した。機器の種類としては、顕微解析機器やマテリアル分析機器等の分野横断的に利用される汎用性の高い研究機器、医学や農学等で利用されるバイオ分析機器および半導体や一部の精密機械分野で利用される加工プロセス機器を選定した。

なお、先端研究機器の金額はメーカーやスペック、オプションにより変わるが、日本国内の大学や公的機関での機器落札金額を参考に金額の目安を下表のとおり整理した。

表 1-1　調査対象の機器および金額目安

汎用性	金額目安			
	～1000万円	1000万～1億円	1億～10億円	10億～50億円
汎用性高	赤外分光器（FT-IR)	TEM	クライオ電子顕微鏡	
	比表面積/細孔分布測定装置	SEM	XPS	
		レーザー顕微鏡（共焦点顕微鏡、多光子顕微鏡、ラマン顕微鏡等）		
		X線回折装置		
		GC/MS		
		LC/MS		
		NMR		
		ESR		
		粒度分布計		
		熱分析装置(TG-DTA/DSC)		
		万能材料試験機		
汎用性中	ペプチド合成装置	DNAシーケンサー (NGS)		
	リアルタイムPCR	フローサイトメトリーシステム		
汎用性低	ダイシング装置	スパッタリング装置	電子線描画装置	
		ドライエッチングRIE装置		
		イオン注入装置		

（著者作成）

今回選定した機器と研究分野の凡例とその関係性は下表のとおりである。顕微解析機器やマテリアル分析機器は幅広い分野で利用されている一方、加工プロセスに関連する研究機器は限られた分野で利用される。

表 1-2　対象機器と学問分野の関係性

研究領域			機器対照表							
系	分野	分科	顕微解析	マテリアル分析	粉体解析	熱分析	材料試験	バイオ	加工プロセス	その他
総合・新領域系	総合領域	情報学								スーパーコンピュータ
		神経科学	✓	✓				✓		
		実験動物学	✓	✓				✓		
		人間医工学	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	複合新領域	環境学	✓	✓				✓		
		ナノ・マイクロ科学	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
		ゲノム科学	✓	✓				✓		
		生物分子科学	✓	✓				✓		
理工系	数物系科学	天文学								望遠鏡、観測装置等
		物理学	✓	✓	✓	✓	✓			
		地球惑星科学	✓	✓						
		プラズマ科学	✓	✓					✓	
	化学	基礎化学	✓	✓						
		複合化学	✓	✓				✓		
		材料化学	✓	✓	✓	✓	✓			
	工学	応用物理学・工学基礎	✓	✓	✓	✓	✓			
		機械工学	✓	✓	✓	✓	✓			
		電気電子工学	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
		土木工学		✓	✓		✓			
		建築学		✓	✓		✓			
		材料工学	✓	✓			✓			
		プロセス工学	✓	✓			✓		✓	
		総合工学	✓	✓	✓	✓	✓			
生物系	生物学	基礎生物学	✓	✓				✓		
		生物科学	✓	✓				✓		
	農学	農学	✓	✓				✓		
		農芸化学	✓	✓				✓		
		水産学	✓	✓				✓		船舶等
		畜産学・獣医学	✓	✓				✓		
		境界農学	✓	✓				✓		
	医歯薬学	薬学	✓	✓				✓		
		基礎医学	✓	✓				✓		
		境界医学	✓	✓				✓		
		内科系臨床医学	✓	✓				✓		
		外科系臨床医学	✓	✓				✓		
		歯学	✓	✓						

（著者作成）

1.2　対象機器の概要および主要メーカー

調査対象の機器について､機器の概要と主なメーカーを整理した。なお､主なメーカーの特定にあたっては､入札･落札情報データベースである「入札の森（株式会社ファイブドライブ）」を利用した。当該データベースから日本国内の国公立大学や公的研究機関等が落札した対象機器のメーカーを確認し、主に複数の落札実績がある機器を下表にとりまとめている。

なお、大学や公的研究機関で利用されている機器と民間企業で利用されている機器の違い等により、主なメーカーとして記載されている企業が、マーケットの上位シェア企業と一致しない可能性があることに留意が必要である。

表 1-3　対象機器の概要および主なメーカー（法人格および敬称略。順不同）

汎用性	機器大分類	機器中分類（主な機器）	概要	金額目安	日本の大学等で利用されている主なメーカー		
汎用性高	顕微解析機器	TEM	透過型電子顕微鏡。試料全体に電子線を当て透過した電子線の強弱により微小な物質を観察する	1000万～1億円	日本電子	米Thermo Fisher Scientific	日立ハイテク
		SEM	走査電子顕微鏡。電子線を試料に当てて表面を観察する	1000万～1億円	日本電子	米Thermo Fisher Scientific	日立ハイテク
		クライオ電子顕微鏡	高性能なTEMに低温のまま観察出来る装備をしたもの。生体内の構造を染色することなく生のまま凍らせて観察する	1億～10億円	日本電子	米Thermo Fisher Scientific	
		レーザー顕微鏡（共焦点顕微鏡、多光子顕微鏡、ラマン顕微鏡等）	レーザー顕微鏡は、対象物に特定波長の光線を照射し、反射光を測定することで像を得る顕微鏡システム	1000万～1億円	オリンパス	独ZEISS	ニコン
		XPS	表面数nmに存在する元素 (Li～U)に対し、定性・定量分析に加え、材料の特性を決める化学結合状態分析を行う	1億～10億円	アルバック・ファイ	島津製作所	日本電子
	マテリアル分析機器	赤外分光器（FT-IR)	赤外分光光度法により物質に含まれる有機成分を解析する	～1000万円	日本分光	島津製作所	
		X線回折装置（XRD）	結晶構造を持つ物質にX線を照射することで得られる回折線を解析することで物質の同定や定量を行う	1000万～1億円	リガク	島津製作所	米Bruker
		GC/MS	GCとMSを結合した複合装置であり、有機化合物の定性・定量を行う	1000万～1億円	島津製作所	日本電子	
		LC/MS	LCとMSを結合した複合装置。GC/MSが揮発性物質を対象とするのに対し、LC/MSは揮発性物質から難揮発性物質まで幅広い分野に適用可能	1000万～1億円	島津製作所	日本電子	米AB Sciex
		NMR	原子核を磁場の中に入れて核スピンの共鳴現象を観測することで、物質の分子構造を原子レベルで解析する	1000万～1億円	米Bruker	日本電子	
		ESR	対象物質中の不対電子の動作を、静磁場やマイクロ波を使って観察し、その周辺物質の状態を調べる	1000万～1億円	米Bruker	日本電子	
	粉体解析装置	粒径・粒度分布測定装置	測定対象となるサンプル粒子群の中に、どのような大きさ（粒子径）の粒子が、どのような割合で含まれているかを調べる	1000万～1億円	米Beckman Coulter	マイクロトラック・ベル	堀場製作所
		比表面積/細孔分布測定装置	試料の比表面積や細孔分布を測定する	～1000万円	島津製作所	マイクロトラック・ベル	
	熱分析装置	TG-DTA/DSC	TGは熱重量測定。TG-DTAはTGとDTA (示差熱分析)が、TG-DSCはTGとDSC (示差走査熱量計)が同時に行える	1000万～1億円	独NETZSCH	リガク	日立ハイテク
	材料試験	万能材料試験機	材料の引っ張り強度、延性、展性等を測定する	1000万～1億円	島津製作所		
汎用性中	バイオ分析機器	ペプチド合成装置	ヒトが設計した通りのアミノ酸配列を持つペプチドを合成する	～1000万円	米CEM	典Biotage	典Gyros Protein Technologies
		リアルタイムPCR	リアルタイムPCRは、PCRによるDNA複製過程をリアルタイムに測定する	～1000万円	米Thermo Fisher Scientific	米Bio-Rad Laboratories	
		各種シーケンサー (次世代DNAシーケンサ)	アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)からなるDNAの塩基配列を決定する。NGSは、数百万のシーケンシング反応を並行して実行する	1000万～1億円	米Thermo Fisher Scientific	米Illumina	米Pacific Biosciences
		フローサイトメトリーシステム	フローサイトメトリーに用いられる分析装置であり、主に細胞を個々に観察に用いられる	1000万～1億円	米Becton, Dickinson and Company	米Beckman Coulter	ソニー
汎用性低	加工プロセス機器	電子線描画装置	半導体デバイス等の製作において、微細デバイスや回路の設計パターンをチップ上に形成する際、電子ビームで描画を行う	1億～10億円	エリオニクス	日本電子	アドバンテスト
		スパッタリング装置	半導体デバイス等の機能を発現するために半導体、絶縁体、金属などの薄層をチップ上に重ねて形成する際、スパッタリング装置は真空中で対象物の表面に薄膜を製造する	1000万～1億円	芝浦メカトロニクス	アルバック	
		ドライエッチングRIE装置	機能デバイスの製造工程で、試料表面にエッチング等を行うことで薄層のパターンを形成する。RIE (反応性イオンエッチング)は薬剤等を使わず、乾燥した状態で微細な加工を行う	1000万～1億円	サムコ	住友精密工業	アルバック
		イオン注入装置	結晶材料の合成、熱処理による変質、イオンのドーピング等により材料の性質を目的に合わせて変化させる。イオン注入では、イオン化した物質を固体に注入し、固体特性を変化させる	1000万～1億円	アルバック	日新電機	
		ダイシング装置	ウェハー上の回路を個々に分割してチップとしてパッケージに搭載する。ダイシング装置は、回路を個々に分割する	～1000万円	ディスコ		

（各メーカー等の公開情報をもとに著者作成）

1.3 大学や研究機関における対象機器の利用

対象機器について、日本国内の国公立大学や公的機関の落札情報に基づき、設置実績のある機器および同等スペックの機器を整理した。なお、公表された落札実績にはメーカーや機種情報が記載されていないことも多く、記載されていないケースでは、落札機関の公開情報から想定される対象機器を探し、該当すると想定される内容を下表に整理した。

表 1-4 日本の大学・研究機関等で利用されている主な機器（法人格および敬称略。順不同）

NO	大分類	NO2	中分類（機器）	メーカー	大学等の利用機種・同等品
1	顕微解析機器	1	TEM	日本電子	JEM-2200FS JEM-2100Plus
				米Thermo Fisher Scientific	Talos F200C G2 Talos F200X S
				日立ハイテク	HF5000 HT7800
		2	SEM	日本電子	JSM-7900F JSM-IT200 InTouchScope JCM-7000 NeoScope
				米Thermo Fisher Scientific	Quanta 200 3D Quanta 250
				日立ハイテク	SU9000 SU3800 / SU3900 FlexSEM 1000 / FlexSEM 1000 II
		3	クライオ電子顕微鏡	日本電子	CRYO ARM™ 300（JEM-Z300FSC） CRYO ARM™ 200（JEM-Z200FSC）
				米Thermo Fisher Scientific	Tundra Cryo-TEM Krios G4 Cryo-TEM Glacios Cryo-TEM for Life Sciences
		4	レーザー顕微鏡（共焦点顕微鏡、多光子顕微鏡、ラマン顕微鏡等）	オリンパス	FV3000 FV1200
				独Zeiss	LSM800 LSM780
				ニコン	A1 MP＋/A1R MP＋
				ナノフォトン	RAMANtouch
		5	XPS	アルバックファイ	PHI VersaProbe 4
				島津製作所	KRATOS ULTRA2
				日本電子	JPS-9030
2	マテリアル分析機器	1	赤外分光器（FT-IR）	日本分光	FT/IR-4000/6000 series
				島津製作所	FT-IR
		2	X線回折装置（XRD）	リガク	SmartLab Ultima IV
				島津製作所	MAXima_X XRD-7000 XRD-6100
				米Bruker	D8 DISCOVER D2 PHASER
		3	GC/MS	島津製作所	GCMS-TQ8040 NX GCMS-QP2020 NX
				日本電子	JMS-TQ4000GC JMS-Q1600GC
		4	LC/MS	島津製作所	LCMS-9030 LCMS-8060NX
				日本電子	JMS-T100LP AccuTOF LC-plus 4G
				米AB Sciex	Triple Quad 5500+
		5	NMR	日本電子	JNM-ECZL series FT NMR JNM-ECZR series FT NMR JNM-ECZS series FT NMR
				米Bruker	AVANCE NEO Ascend NMR 磁石 AvanceCore
		6	ESR	日本電子	JES-X3 Series ESR
				米Bruker	Magnettech ESR5000 microESR

NO	大分類	NO2	中分類（機器）	メーカー	大学等の利用機種・同等品
3	粉体解析装置	1	粒径・粒度分布測定装置	米Beckman Coulter	Multisizer 4e
				マイクロトラック・ベル	SYNC
				堀場製作所	nano Partica SZ-100V2
		2	比表面積/細孔分布測定装置	マイクロトラック・ベル	BELSORP MAX II BELSORP MINI X
				島津製作所	TriStar® II Plus ASAP 2460
4	熱分析装置	1	TG-DTA/DSC	独NETZSCH	STA449 F1/F3/F5 Jupiter DSC 214 Polyma
				リガク	Thermo plus EVO2 TG-DTA8122
				日立ハイテク	TG-DSC NEXTA STA
5	材料試験	1	万能材料試験機	島津製作所	オートグラフAGX-V オートグラフAGS-X
6	バイオ分析機器	1	ペプチド合成装置	米CEM	Liberty Blue
				典Biotage	Initiator+ Alstra
				典Gyros Protein Technologies	Purepep Chorus
		2	リアルタイムPCR	米Thermo Fisher Scientific	QuantStudio 1/3/5/6
				米Bio-Rad Laboratories	CFX Connect
		3	各種シーケンサー（次世代DNAシーケンサ）	米Illumina	NextSeq 2000
				米Thermo Fisher Scientific	Ion GeneStudio S5 System
				米PACIFIC BIOSCIENCES	Sequel II/ IIe system
		4	フローサイトメトリーシステム	米Becton, Dickinson and Company	BD FACSLyric
				米Beckman Coulter	Navios EX
				ソニー	SH800S
7	加工プロセス機器	1	電子線描画装置	エリオニクス	ELS-BODEN
				日本電子	JBX-9500FS
				アドバンテスト	F7000
		2	スパッタリング装置	芝浦メカトロニクス	CFS-4EP-LL
				アルバック	ACS-4000
		3	ドライエッチングRIE装置	サムコ	RIE-10NR
				住友精密工業	Si Deep RIE System for R&D
				アルバック	NE-550EX
		4	イオン注入装置	日新電機	NH-20SR
				アルバック	IMX-3500
		5	ダイシング装置装置	ディスコ	DAD3220/3221

（入札・落札情報データベースおよび各機関の公開情報をもとに著者作成）

また、調査対象としたASEAN各国の共同研究利用拠点20拠点の機器情報を下表に整理した。なお、メーカーやモデル名を公開していない機関も多く、公開情報およびインタビューで確認できた内容を基に情報整理を行った。そのため、全機器を網羅できていない可能性に留意が必要である。また、加工プロセス機器等、一部機器ではASEAN各国の共同研究利用拠点での機器保有を確認できなかった。ただし、これも20拠点という限られた対象に基づく結果であり、ASEAN諸国における対象機器の存在を否定するものではない。

表 1-5　ASEAN 各国の共同研究利用拠点で利用されている機器（法人格および敬称略。順不同）

NO	大分類	NO2	中分類（機器）	メーカー	共同利用施設の利用機種（括弧内は利用国※）
1	顕微解析機器	1	TEM	日本電子	JEM2200FS, JEM2100等（全てSG）
				米Thermo Fisher Scientific	Tecnai G2 20 (TH), Tecnai T12 (SG), Talos 120c (SG)等
		2	SEM	日立ハイテク	FlexSEM 1000 II (SG)等
				日本電子	JSM-7600F, JSM-6701F, JSM-6510等（全てSG）
				米Thermo Fisher Scientific	Helios600 DualBeam, Nanolab G3 CX, Prisma E （全てSG）
				捷TESCAN	MIRA (TH)
		3	クライオ電子顕微鏡	米Thermo Fisher Scientific	Titan Krios (ID, MY, SG)等
		4	レーザー顕微鏡（共焦点顕微鏡、多光子顕微鏡、ラマン顕微鏡等）	独Zeiss	LSM980, LSM900, LSM800, LSM780, LSM710, ELYRA PS.1（全てSG）
				オリンパス	FV3000, FV1200, FV1000（全てSG）
				独Leica	Leica Stellaris, TCS SP8 Confocal and STED 3x（全てSG）
				堀場製作所	LabRAM HR (VN)
				独LaVision	Trim II Multiphoton (SG)
				米PerkinElmer	UltraVIEW VoX (SG)
				ニコン	NSTORM, A1R（全てSG）
		5	XPS	蘭Malvern PANalytical	Axios Max (BN)
2	マテリアル分析機器	1	赤外分光器（FT-IR）	島津製作所	IRTracer-100 (BN)
				米Thermo Fisher Scientific	Nicolet iS50 FTIR (ID)
				米Bruker	Vertex 70 (TH)
				米Agilent Technologies	Cary630 (BN)
		2	X線回折装置（XRD）	島津製作所	XRD-7000 (BN)
				米Bruker	D8 Advance (TH, VN)
		3	GC/MS	韓YL Instrument	GCMS YL6900 (ID)
				米Agilent Technologies	HP 6890GC-HP5973 MSD (VN)
		4	LC/MS	米Agilent Technologies	6530 Accurate-Mass Q-TPF LC/MS (BN)
				米Bruker	Easy-nLC-micro0TOF (TH)
				島津製作所	LCMS-QP8000, LCMS-2010（全てVN）
		5	NMR	米Bruker	Ascend-400 (TH)
		6	ESR	対象機関では該当なし	-
3	粉体解析装置	1	粒径・粒度分布測定装置	米Beckman Coulter	LS100Q (MY)
				蘭Malvern PANalytical	Nano S90 (TH), Zetasizer Nano ZS (BN, TH)
		2	比表面積/細孔分布測定装置	メーカー名不明	-
4	熱分析装置	1	TG-DTA/DSC	瑞Mettler Toledo	DSC1 STARe System (BN, MY)
5	材料試験	1	万能材料試験機	米INSTRON	5596-B1-E2-F3-G2, 5985, 1123（全てTH）
6	バイオ分析機器	1	ペプチド合成装置	メーカー名不明	-
		2	リアルタイムPCR	米Bio-Rad Laboratories	CFX96 (ID, MY, PH)
				米Thermo Fisher Scientific	QuantStudio (PH)
				独Biometra	Analytik Jena TAdvanced 96 SG (VN)
				英PCRmax	Eco48 Real Time PCR (ID, PH)
		3	各種シーケンサー（次世代DNAシーケンサ）	米Illumina	NextSeq2000 (ID), NextSeq1000, Miseq (ID), Novaseq (ID), iSeq100 (PH)
				米Thermo Fisher Scientific	SeqStudio (SG)
		4	フローサイトメトリーシステム	米Beckman Coulter	Cytoflex LX, Moflo Astrios Sorter（全てSG）
				米Becton, Dickinson and Company	LSR Fortessa (SG), FACSymphony (SG), FACSCanto II (TH)
				米Thermo Fisher Scientific	Attune NxT (PH)
				横河電機	Flowcam 8400 (SG)
				米Cytek Biosciences	Cytek Aurora (SG)
7	加工プロセス機器	1	電子線描画装置	ブルネイのCAMESに電子線描画装置があるがメーカー等詳細は不明。また、マレーシアに半導体研究機器の共同利用施設があるものの、機器名の一致なし。	
		2	スパッタリング装置		
		3	ドライエッチングRIE装置		
		4	イオン注入装置		
		5	ダイシング装置装置		

※BN：ブルネイ、ID：インドネシア、MY：マレーシア、PH：フィリピン、SG：シンガポール、TH：タイ、VN：ベトナム

（各機関の公開情報およびインタビュー内容をもとに著者作成）

日本および ASEAN の機器の整備状況を比較すると、顕微解析機器では、ASEAN でも日本電子や株式会社日立ハイテク（日立）、オリンパス、ニコン等のプレゼンスが確認できる。ただし、日本では日系メーカーのシェアが圧倒的であるが、ASEAN では日系企業に加えて、独 ZEISS 社や独 Leica 社の機器が複数確認された。また、米 Thermo Fisher Scientific 社のシェアも日本市場以上に高い。マテリアル分析機器についても近しい状況であり、ASEAN でも島津製作所等の機器を確認できるが、米 Bruker 社や米 Agilent Technologies 社の機器が多く確認された。加えて、限定的ではあるが、インドネシアでは韓国メーカーのプレゼンスも確認された。粉体解析装置､熱分析装置および材料試験装置については､日本では日系メーカーのシェアが高いが、ASEAN では日系メーカーの機器の整備は限定的であり、欧米系企業の機器が数多く確認された。バイオ分析機器については､日本においても ASEAN においても､米 Thermo Fisher Scientific 社、

米 Beckman Coulter 社、米 Becton, Dickinson and Company 社、米 Illumina 社等の欧米企業のシェアが圧倒的に高い。なお、加工プロセス機器は、今回の調査対象拠点では具体的な機器名やメーカー情報等を確認できなかった。

参考資料・文献

・文部科学省（N.D）、「ナノテクノロジープラットフォーム共用設備利用案内サイト」、https://www.nanonet.go.jp/yp/index.html
・文部科学省（N.D）、「系・分野・分科・細目表」、https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/attach/1337808.htm
・日本分析機器工業会（2021）、「分析機器の手引き 2021」、https://www.jaima.or.jp/jp/analytical/tebiki/
・日本科学機器協会（N.D）、「WEB 科学機器総覧」、https://www.soran.net/
・研究 .net（N.D）、「研究用語辞典」、http://www.kenq.net/dic/index.html
・腸内細菌学会（N.D）、「用語集」、https://bifidus-fund.jp/keyword/index.shtml
・東京大学 Kikkawa Lab、「クライオ電子顕微鏡法」、https://structure.m.u-tokyo.ac.jp/cryoEM/cryoEM.html

2　各国調査 - ブルネイ・ダルサラーム国

2.1　科学技術政策の基本情報整理

ブルネイ・ダルサラーム国（ブルネイ）は、小さな領土および小規模の人口を有する国であるが、産油国であるため、ASEAN 諸国における 1 人当たり GDP はシンガポールに次いで高い。豊かさがあり福祉レベルが高く生活水準も高いが、研究分野においては人材が海外に流出しており、研究開発能力向上の妨げとなっている。政府としても人材面に課題認識を持っており、2035 年に向けた長期発展計画（WAWASAN 2035）」の中でも人材育成を重点項目に設定している。

長期発展計画のビジョンは以下 3 つで構成される。

・社会、文化、歴史的価値を維持するための政治的安定

・国民生活の近代化のための多様な挑戦

・未来の市民と共同体のための価値創造

また、3 つの目標を掲げており、その内容は以下の通りである。

・国際水準に合った教育の実施と技術を備えた人材の育成

・国民生活の質の向上

・世界 10 位圏の国民所得の実現、ダイナミックで持続可能な経済の構築

上記目標達成のため、教育、経済、保安、組織能力開発、地域産業育成、インフラ構築、社会的保護、環境保存、保健、宗教、土地活用、情報通信インフラ、人材育成の 13 の戦略分野が設定されている。また、WAWASAN 2035 が発表された 2007 年以降、5 年単位で国家開発計画が策定されている。

ブルネイの科学技術関連政策は、様々な政府部署が関与し、各部署をまたぐ形で推進されている。これを効率的に遂行するため、国家開発事業やプロジェクトをモニタリングする「Majlis Tertinggi Wawasan Brunei 2035」委員会が設置された。科学技術および研究開発関連の推進は、2019 年までは 2 部門に分かれ、科学技術はエネルギー人材産業省（MEMI, Ministry of Energy, Manpower and Industry）が主管し、研究開発は首相室（PMO, Prime Minister's Office）の研究開発委員会（BRC, Brunei Research Council）が管轄していた。2019 年に MEMI がエネルギー省に変更したことに伴い、科学技術を管理する機能は BRC が持っていた研究開発機能と合わせて、交通通信省（MTIC, Ministry of Transport and Infocommunications）に移譲された。以降は MTIC が、科学技術および研究開発を一元的に管理し、2021 年 4 月 10 日に MTIC 傘下に技術科学進歩評議会（CREATES, Council for Research and Advancement of Technology and Science）の設立が決定した。CREATES は、委員会の持っていた科学技術機能および BRC の持っていた研究開発機能を継承し、国家の科学技術革新政策の策定や戦略の立案、科学技術および研究開発予算の承認、国家の発展のための研究開発推進や科学技術の商業化に向けた支援等を行っている。

ブルネイの GDP 対比の GERD（Gross Expenditure on R&D）は約 0.3%であり、資金の拠出先は高等教育機関に集中している。分野別では､下図のとおり農業科学､自然科学および医療科学が主要な拠出先となっている。

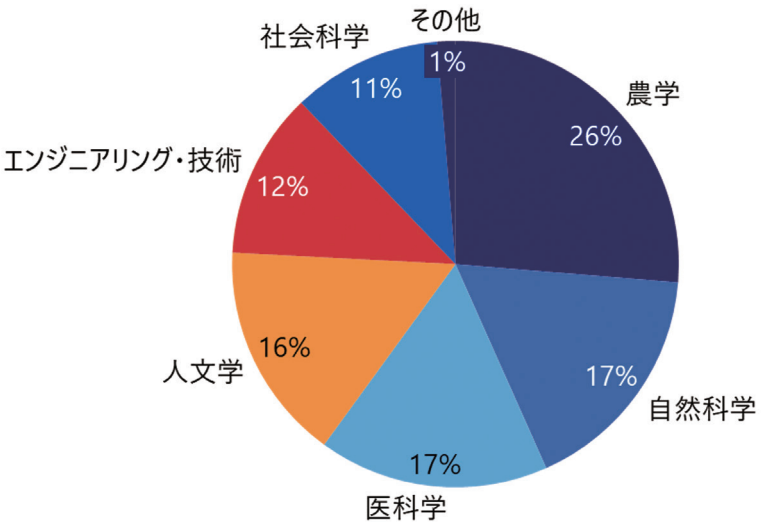


図 2-1　国家の研究開発支出の内訳（2018 年）

（UNESCO データをもとに著者作成）

2.2　政策・ファンディング調査

ファンディング機関である BRC は、研究段階に応じて、応用研究開発ファンド（Applied Research Fund）、産業研究開発ファンド（Industrial Research Fund）、商業化支援プログラム（Commercialisation Support Programme）を用意している。研究機器整備に活用できるものは、応用研究開発ファンドおよび産業研究開発ファンドであり、その概要は以下のとおりである。

・応用研究開発ファンド

応用研究開発は「高い投資回収率および商業化の潜在可能性の高い新製品・サービス開発のための科学的知見の活用」と定義される。1 プロジェクト当たりの助成額上限は 30 万ブルネイ・ドルであり、研究期間は 2 年である。助成対象は、ブルネイ高等教育機関、ブルネイを基盤とする研究機関、政府研究機関および各機関と連携する非営利組織に属する研究者である。

・産業研究開発ファンド

産業研究開発は「産業界における商用化を目的とし、既存製品、技術およびサービスを改善または生産するための研究開発活動」と定義される。 本ファンドでは、申請者が研究費の半分を負担し、残りの半分をブルネイ政府が負担する。助成期間は 2 年であり、助成額の上限は 1 プロジェクト当たり 200 万ブルネイ・ドルである。助成対象は、ブルネイに登録された民間企業およびブルネイの高等教育機関、政府機関、非営利組織、国内民間企業等と JV の設置やパートナーシップを結ぶ外国の企業や高等教育機関、研究機関等である。

なお、共同利用を目的とした政策やプログラムは見受けられない。

2.3　政策等に基づく整備状況の整理

前述のとおり共同利用に関連した政策は見受けられない。ただし、ブルネイを代表する国立大学であるブルネイ・ダルサラーム大学（UBD, Universiti Brunei Darussalam）の中に、ナノ工学や再生エネルギー

を研究対象とする先端材料エネルギー科学センター（CAMES, Centre for Advanced Material and Energy Science）があり、当該施設では共同利用が行われている。CAMES は、UBD を教育大学から研究大学に転換するためのイニシアチブとして設立された機関であり、BRC が資金を拠出した。

2.4 主要共同研究利用拠点の調査

ブルネイの共同研究利用拠点である UBD の CAMES にインタビューを行い施設の概要および実態を調査した。

2.4.1 ブルネイ・ダルサラーム大学 Centre for Advanced Material and Energy Sciences（CAMES）

拠点の設置目的

CAMES は、持続可能性をテーマとしたエネルギーおよび先端素材分野の研究を行う施設である。CAMES の重点研究分野は、ナノフォトニクス、触媒、センサー、太陽光等である。分野横断的に研究者が集まり、アイデアを概念化しソリューションを開発するプラットフォームを提供する。

12 年前、UBD を教育大学から研究大学に転換する取組みの一環として CAMES は設立された。取組みの検討の過程において、研究活動の推進や共同研究の重要性が挙げられ、産学連携を推進するイノベーション＆エンタープライズ・オフィスおよび CAMES が設置された。イノベーション＆エンタープライズ・オフィスが共同研究先の選定やその管理等の事務手続きを担当することに対し、CAMES は研究機能に加えて研究機器の管理や購買、修理等の技術業務を担当している。

なお、CAMES 設立当初は研究機器を共同利用することは検討しておらず、特許収入や共同研究からの収益化を計画していた。しかし運営を始めると、外部の研究者や民間企業に機器利用ニーズがあることが分かり、共同利用も行うようになった。

拠点運営のための人員配備

CAMES の機器管理やメンテナンスのために配置された人員は 15 人である。うち 12 人はベンダー等からの短期派遣者であり、3 人が機器管理や購買等を担う職員である。ただし、時期により人数は変動する。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

機器に関する人材を育成する制度やプログラムはない。すべてアウトソーシングしている。

機器整備状況

設置されている主な研究機器は下表のとおりである。

表 2-1　代表的な研究機器（順不同）

研究機器	メーカー	機種
Ball Miller	独Retsch	PM400
DSC	瑞Mettler Toledo	DSC1 STARe System
FT-IR	島津製作所	IRTracer-100
FT-IR	米Agilent Technologies	Cary 630
Furnace	中Brother Furnace	XD-1400 ST
Furnace	独Thermoconcept	High Performance Chamber Furnace HTK 16/18
Glovebox	独GS Glovebox Systemtechnik	GS019811
Laser Flash	独Linseis	LFA1000
LC/MS	米Agilent Technologies	6530 Accurate-Mass Q-TPF LC/MS
Microhardness tester	米LECO	LM248AT
Nano and Zetasizer	英Malvern Panalytical	Zetasizer Nanoseries Nano-ZS
Nanoindentation tester	米CSM Instruments	Ultra Nanoindentation Tester
Photovoltaic Characterisation	英Bentham	PVE300
Spin coater	独Suss Microtec	LabSpin 6/8
UV-Vis-Near IR Spectrometer	米Agilent Technologies	Cary Series UV-Vis-NIR Spectrophotometer
Viscotester	米Thermo Fisher Scientific	HAAKE Viscotester 7 Plus
XRD	島津製作所	XRD-7000
XRF	蘭Malvern PANalytical	Axios Max
SEM	不明	-
電子線描画装置	不明	-

（受領資料および CAMES の公開情報に基づき著者作成）

共有の形態および共有の範囲

施設にある機器を外部のパートナーも利用することができる。ただし、完全にオープンになっている訳ではなく、共同研究を行う国内外の研究者やパートナーに施設を開放し、機器を共有している。パートナーとは、ブルネイ国内の研究機関や大学等の研究者、海外大学の研究者である。CAMES と共同研究を行っている場合は、日本の研究者も利用可能であり、過去に実際に利用例がある。

共同利用ルールの整備

共同利用の形態として、共同研究とコンサルティングサービスの２つがある。共同研究の場合は CAMES と同意書を締結し、同意内容についてイノベーション＆エンタープライズ・オフィスの承認を得る必要がある。共同研究の場合は、CAMES の機器を利用することができる。機器の利用希望者は、安全講習（Safety Rules and Regulation）を受け、その後研究施設にて機器の利用方法や施設の規則について講習を受ける。後者の講習は、研究施設の技術担当者が講師を務める。なお、研究者が、施設や機器を共同利用し論文を発表した場合は、発表論文に CAMES を利用した事実を記載することを求めている。

一方で、コンサルティングサービスの場合は、CAMES との同意書は不要であり、申込みのみが必要である。外部利用者の申込み内容に応じて、CAMES が試験サービスの提供や仮説検証に適した試験の助言等を行う。

交付額および収支

予算金額は非公開だが、人件費などの固定費を除いた額の約半分を機器購入、残り半分を機器の管理や維持に使っている。大きな収入がある訳ではないため、施設の収支黒字化は難しい。

施設運用上の KPI

イノベーション＆エンタープライズ・オフィスは、共同研究の数や収益、大学ランキングに関連する KPI が設定されている。CAMES では、影響力のある研究成果（High-impact）を出すことが KPI となっている。また、国際学術誌に年 25 件以上掲載することが求められており、それ以上の実績を出している。

人的交流の実施

国際的な共同研究を促すため、若手研究者を海外研究機関に派遣する UBD Research Mobility Scheme を通して多様な交流活動を行っている。また、機器に関連した取組みでは、海外から研究者や学生が来た際に、研究機器を含めた研究活動のトレーニングを提供することがある。

特許や論文からみた研究成果、代表的なプロジェクト

・国際特許 11 件

・総発行論文 28 件、うち SCI 掲載論文 5 件。

CAMES の発表論文数は大学全体で発表される研究論文の 50％以上を占めている。また、現在大型の研究プロジェクトが 2 件進行中である。加えて、三菱ケミカル株式会社との共同研究協力が予定されている。

主要な論文例は以下のとおりである。なお、KPI である国際学術誌への年 25 件以上の論文発表と比較し、総発行論文が少ない理由としては､利用した論文データベース Research Information Sharing Service（RISS）がカバーしていない学術誌への投稿が多いためと推察される。

表 2-2　代表的な論文例

論文名	著者	発行年	引用数	掲載誌
Near infrared surface-enhanced Raman scattering based on star-shaped gold/silver nanoparticles and hyperbolic metamaterial.	Chih-Hsien Lai, Guo-An Wang, Tsung-Kai Ling & Hai-Pang Chiang, Tzyy-Jiann Wang, Po-kai Chiu, Yuan-Fong Chou Chau (CAMES), Chih-Ching Huang, Hai-Pang Chiang	2017年	69	Scientific Reports
Simultaneous realization of high sensing sensitivity and tunability in plasmonic nanostructures arrays.	Yuan-Fong Chou Chau (CAMES), Chee Ming Lim (CAMES), N. T. R. N. Kumara (CAMES), Nyuk Yoong Voo (CAMES), Chan-Kuang Wang, Linfang Shen, Hai-Pang Chiang, Hai-Pang Chiang, Chung-Ting Chou Chao, Hung Ji Huang, Chun-Ting Lin	2017年	60	Scientific Reports
Enhanced Carbon monoxide-sensing properties of Chromium-doped ZnO nanostructures	I. Y. Habib (CAMES), Hafiz Armi Noor (CAMES), Chee Ming Lim (CAMES), Abdul Hanif Mahadi (CAMES), N. T. R. N. Kumara (CAMES), Aimi Asilah Tajuddin (UBD)	2019年	37	Scientific Reports

（RISS をもとに著者作成。2022 年 3 月 20 日時点）

施設整備・運用に関する課題

新しい研究機器が次々と登場し、機器の老朽化が起きている。また、CAMES 独自の専門性や強みの磨きあげが必要と認識しており、そのためにも常に先端の研究機器を整備することが重要である。

COVID-19 の影響で外部の研究機関や民間企業との共同研究数が減っており、また対面での綿密な打ち合わせも実施できないため、共同研究契約締結に至るまでの時間やコストが通常以上にかかっている。

参考資料・文献

・Government of Brunei（2007）「WAWASAN BRUNEI 2035」, http://wawasanbrunei.gov.bn/sitepages/Home.aspx

・The Brunei Economic Development Board（N.D.）, http://www.bedb.com.bn/

・UNIVERSITI BRUNEI DARUSSALAM（N.D.）, https://ubd.edu.bn/

・UNIVERSITI BRUNEI DARUSSALAM（N.D.）「Centre For Advanced Material and Energy Sciences」, https://ubd.edu.bn/research-institutes/cames/

・Ministry of Health（N.D.）「Department of Scientific Services」, https://www.moh.gov.bn/SitePages/Jabatan%20Perkhidmatan%20Saintifik.aspx

・Ministry of Transport and Infocommunications（N.D.）, http://www.mtic.gov.bn/Theme/Home.aspx

・Ministry of Transport and Infocommunications（N.D.）「CREATES」, http://www.mtic.gov.bn/creates/Home.aspx

3　各国調査 - インドネシア共和国

3.1　科学技術政策の基本情報整理

インドネシア共和国（インドネシア）は､2004 年に経済発展の基本計画となる国家長期開発計画（RPJPN, Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional）を策定した。当該計画は、2005 年から 2025 年までの 20 年間の長期の発展計画を記したものであり、当該計画の中において科学技術分野での課題として、知識集約型経済の確立および科学技術力の確立を掲げている。また、当該長期計画の実現に向けて、5 年ごとに国家中期開発計画（RPJMN, Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional）が策定されている。2019 年までの RPJMN では、資源等の第一次産業や民間部門の開発が重点テーマだった。そして、長期計画の最終段階に該当する現在の RPJMN（2020 年から 2024 年）では、インドネシアの人的資本の質を高め、世界市場での競争力を向上させることで、国内経済をさらに強化することが目標として掲げられている。RPJMN の変遷は下表のとおりである。

表 3-1　国家中期開発計画（RPJMN）の概要

	1次計画	2次計画	3次計画	4次計画 (最終)
期間	2005～2009年	2010～2014年	2015～2019年	2020～2024年
方針	国内法制度及び行政改革を通じて、法の執行と基本的人権の確立を図る。差別を撤廃する	科学技術力の促進や経済競争力の強化等により人的資源の質を向上し、あらゆる分野における改革を推進する	天然資源の競争力、人的資源の質、科学技術力の向上により、経済競争力を強化し、あらゆる分野での開発を推進し、総合力を向上する	正義と公正の原則に基づいた開発を推進し、人材開発及び科学技術力を向上し、持続可能な経済発展を目指す
重点分野	・食糧安全保障 ・新・再生可能エネルギー ・交通 ・情報・通信 ・防衛・セキュリティ ・健康・医療 ・材料	・社会・文化 ・経済 ・科学・技術 ・インフラ ・政治 ・防衛・安全保障 ・法律・国家機関 ・地域・空間 ・天然資源・環境	・教育 ・健康 ・インフラ ・食糧 ・エネルギー ・海事と海洋 ・観光	・人材育成 ・インフラ ・観光 ・規制改革 ・経済開発

（RPJMN をもとに著者作成）

インドネシア政府は R&D 支出の目標として GDP の 1% を掲げているが、現状は 0.2% 程度であり、かつその 8 割程度は政府および公的機関等による支出によるものである。民間部門の研究開発費支出は、まだ限定的である。R&D 支出の推移と内訳は下図のとおりである。

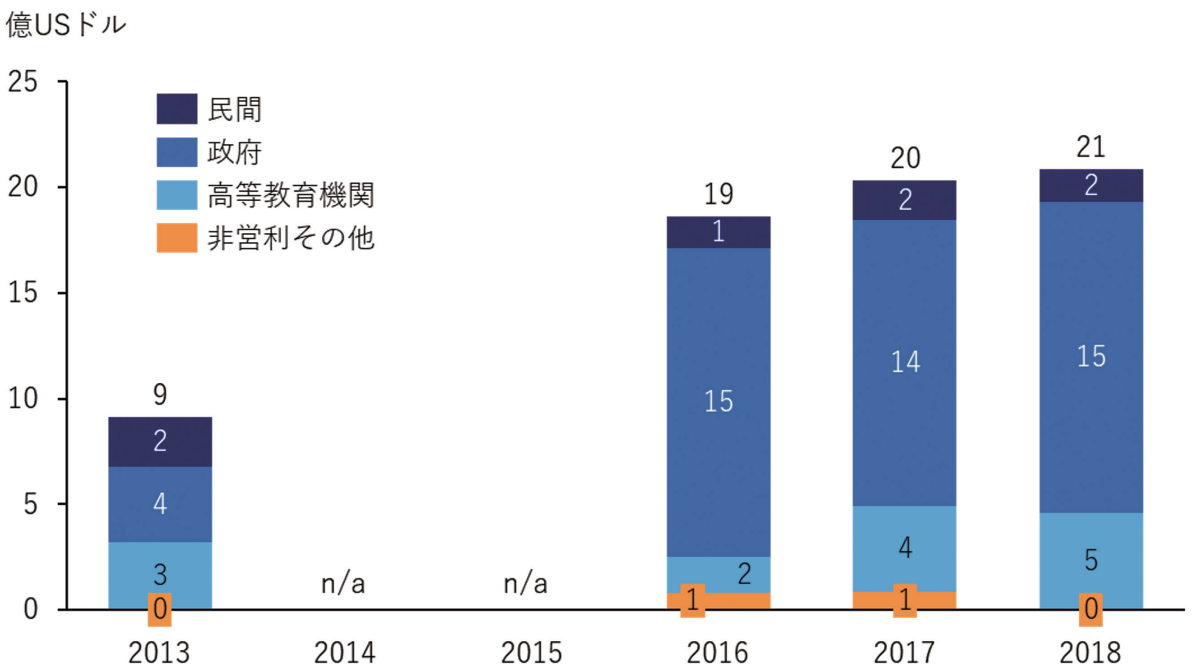


図 3-1　国家の研究開発支出の推移と内訳

（UNESCO データをもとに著者作成）

2020 年から 2024 年の RPJMN に基づき、研究開発領域においても複数の取組みが実施され、法律 No.11/2019（Sisnas Iptek 法）の発行に伴い、科学技術政策機関や公的研究機関の統廃合、研究開発の促進のための効果的な研究投資の在り方等が検討されている。

組織面では、科学技術行政および高等教育行政を担ってきた研究・技術・高等教育省（RISTEKDIKTI , Ministry of Research, Technology and Higher Education）が再編され、科学技術政策の策定からファンディング、公的研究機関の管理が新規に設立された国家研究革新庁（BRIN, Badan Riset dan Inovasi Nasional）に集約された。その結果、インドネシア科学院（LIPI, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia）や技術評価応用庁（BPPT, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi）を始めとした公的研究機関は BRIN 傘下に集約された。

3.2　政策・ファンディング調査

前述のとおりインドネシアでは民間よりも政府による研究開発額が圧倒的に大きい。また、国内の大学は教育機関としての役割が大きく、高度な研究は国立研究所をはじめとする公的研究機関が多くを担ってきた。そのため、先端研究機器の整備も公的研究機関を中心に進められてきた。一方で、公的研究機関は監督官庁の違いにより、それぞれが個別の予算やルールに基づき運営されてきたため、施設や機器の整備が非効率であることが課題として認識されていた。しかし、BRIN の傘下に入ったことで、予算は BRIN に配分されることになり、リソースの統合や最適化、重要研究テーマの特定、共同研究の促進、管理･運用ルールの統一、研究施設のオープン化、研究エコシステムの構築を図ることが期待されている。ただし、現状は機関統合の過渡期であり、大掛かりな組織改編であることから一定の時間を要することが見込まれている。

組織再編を促した法律 No.11/2019（Sisnas Iptek 法）の概要は下表のとおりである。

表 3-2　科学技術の国家システムに関する法律第 11/2019 号（Sisnas Iptek 法）のポイント

主な取組み	概要
National Research and Innovation Agency (BRIN) の設置	公的研究機関や大学で行われている研究を統括する独立組織として、国家研究革新庁（BRIN）を設立。研究・イノベーション政策の機能をBRINが担う。 また、2021年の大統領規則第33号および第78号に基づき、非省庁政府機関（LPNK）として独立した地位にある4つの研究機関（LIPI、BATAN、LAPAN、BPPT）及びその他省庁に紐づく44の研究機関がBRINに統合。一方、大学自体の管轄は教育文化研究技術省(Ministry of Education, Culture, Research and Technology)下の高等教育総局が担うことになった
研究開発基金の組成	政府は、研究開発を促進するため、2019年に研究基金を組成し基金に9900億IDRを付与。2020年には追加で5兆IDRを割り当てた

（Sisnas Iptek 法をもとに著者作成）

大学における先端研究機器整備は、一部専門性を持った学部が先端研究機器を整備しているケースがある。また、民間からの寄付等を通じて機器が整備されるケースがある。しかし、大学の重要な役割は教育と認識されており、国内の主要大学を含め、多くでは基本的な研究機器の整備に留まる。また、そのような研究機器は研究室単位ではなく、大学の学部や学科単位で大学が主導して整備し、それが大学内で共有利用されているケースが多い。なお、数は多くないものの、民間からの資金に基づき施設を整備するケースも存在する。独メルクは 2021 年にインドネシア大学と共同ラボ（FMIPA　UI　Collaboration Laboratory）を設置し、環境モニタリング、化学分析、微生物学、分子生物学、食品・農業・廃棄物処理分野におけるイノベーションを促進するため、研究機器や備品整備のための資金 30 億インドネシア・ルピア Rp を拠出している。大学では、研究や研究機器整備に利用できる予算が限られるため、研究に力を入れる大学は、民間企業等との連携を通じた研究資金や機器整備費の獲得に関心を持っている。

なお、インドネシアの公的ファンディング機関としては、2016 年に設立されたインドネシア・サイエンス・ファンド（DIPI, Dana Ilmu Pengetahuan Indonesia）が存在する。DIPI は助成プログラムを通じて、研究者へのファンディングを行っているが、資金の用途として研究機器の購入は認めていない。そのため研究機器は所属機関が保有しているものを利用するか、共同研究利用拠点の機器を活用することが前提となっている。

インドネシアでは、公的研究機関や大学の施設の多くが学内の研究者だけでなく、学外の研究者や民間企業にも開放されている。インドネシアにおける共同研究利用拠点の分類と分類毎の主要機関例は下表のとおりである。

表 3-3　共同研究利用拠点の分類と機関例（順不同）

共同利用施設の分類	共同利用の政策的裏付け	機関例
1. 政策プログラムに基づき施設や仕組みが整備され共同利用できるもの	あり	BRIN傘下の公的研究機関 ・Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) ・Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) ・Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) ・Badan Tenaga Nuklir Nasional (Batan).
2. 大学や公的研究機関が自主的に施設を整備し共同利用できるもの	なし	・Universitas Indonesia ・Institut Teknologi Bandung ・Brawijaya University ・Science Techno Parks

（インタビュー内容をもとに著者作成）

BRIN に統合された公的研究機関の多くは、公的研究機関の役割の一つとして、従前より他の研究者や民間事業者等に対して施設の共同利用や分析サービス等を提供してきた。しかし、共同利用に関するルールは独自で設定されていた。また、なかにはルールはなく、過去からの慣習により共同利用されていたケースもあった。しかし、BRIN 傘下への統合以降は、共同利用に関するルールは統一され、各施設が保有する機器は全て BRIN の共同利用システム ELSA に登録される。利用希望者は ELSA を通じて利用申請や試験サービスの依頼ができる。ただし、現状は統合の過渡期であるため、ELSA の情報カバレッジは LIPI を中心とした一部機関のみである。

一方、大学は政策的な強制ではなく、自己の意思に基づき他の研究者や民間事業者に施設を開放していることが多い。その目的の一つは、研究機器の利用をきっかけに共同研究等に繋げ、外部資金を獲得することである。大学に整備された研究機器は、外部資金を獲得するための武器として活用されている。ただし、大学が保有する機器の多くは基本的なものが多く、高額な先端研究機器の整備は限定的である

公的研究機関を傘下に置く BRIN の 2022 年度の予算は約 6.1 兆インドネシア・ルピアであり、その内 2.2 兆インドネシア・ルピアが研究インフラに割り当てられている。これには施設等のインフラ維持、新規機器購入、機器メンテナンス等の費用が含まれている。なお、研究機器の整備費として、別財源を用意されることもあるため、2.2 兆インドネシア・ルピアが研究インフラ投資額の全てではない点に留意が必要である。

3.3　政策等に基づく整備状況の整理

BRIN は、非省庁政府機関（LPNK, Lembaga Pemerintahan Non Kementerian）として独立した地位にあった 4 つの研究機関（LIPI、原子力庁（BATAN, Badan Tenaga Nuklir Nasional）、航空宇宙庁（LAPAN, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional）、BPPT およびその他省庁に紐づく 44 の研究機関を統合中である。傘下の研究機関は、国内各地に研究施設を有している。これらの施設の多くは従前より共同利用機能を提供してきたが、BRIN 統合後は BRIN のルールに基づき、機器の共同利用や試験サービスが提供される。BRIN のルールは LIPI のルールがベースになると想定されているが、現状は過渡期であり、運用ルールは統一に至っていない。

主要研究機関である旧 LPNK4 機関の概要は下表のとおりである。

表 3-4　旧 LPNK4 研究機関の概要

	LIPI	BPPT	LAPAN	BATAN
施設概要	科学研究分野における政府の任務を遂行するために設立。また科学研究分野における国家政策の策定を担当	技術の評価と応用技術の研究を推進する研究機関	民間および軍事用の長期的な航空宇宙研究を担当する機関	原子力科学技術の研究・開発・利用の分野に特化した研究機関
研究分野	主な研究分野は、生物多様性、環境と海洋、食料安全保障、農業と畜産、健康と医薬品等	生体適合性材料、エネルギー用材料、複合材料、ナノ材料の開発と応用	民間と軍に関する航空宇宙研究	原子力科学技術の研究、開発、利用
施設	約47	約9	不明	3
職員	3,934	3,124	1,246	不明
共有方法(統合前)	オープン	オープン	オープン	オープン
共有範囲(統合前)	民間を含めた全研究者。機器共有及び試験サービス提供	民間を含めた全研究者。主に試験サービス	同左	同左

（各機関の公開情報をもとに著者作成）

3.4　主要共同研究利用拠点の調査

旧 LPNK の LIPI、農業省傘下にあった農業省生物遺伝資源研究センター（BB Biogen, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian）および国立インドネシア大学医学部（UI, Universitas Indonesia）にインタビューを行い、各施設の概要および実態について調査した。前述のとおり、BRIN のルールやシステムの多くは、LIPI を土台としている。そのため過去 LIPI がどのように運用されていたのか、BRIN への統合によりどのような変化が起きているかを確認した。なお、LIPI 傘下には数多くの研究施設があるが、LIPI の中でも代表的施設と言われるバイオテクノロジーセンター（BRIN への統合に伴い Integrated Genomic Facility に名称変更）にインタビューを行った。一方、BB Biogen は農業省から予算を受け独自のポリシーに基づき運用されていた研究機関である。BRIN への統合の最中にあるが、これまでどのように共同利用機能を提供していたのか、また BRIN への統合によりどのような変化が起きているかを確認した。UI については、共同研究利用拠点に政策的裏付けはないものの、大学全体として徐々にオープン化にシフトしている。その背景や現在の取組みについて確認した。

なお、LIPI の担当者は BRIN への統合に変化を感じながらも、機器整備や共同利用方針に大きな変化はないと認識している。一方、BB Biogen の担当者は、予算を含めてこれまで曖昧なルールに基づき運用されていた実態から、予算の最適設定や明確なルールの運用がなされることを前向きにとらえている。なお、公的研究機関の統合は壮大なプロジェクトであり、実現性や実現までの時間が課題として認識されている。

3.4.1 Integrated Genomic Facility（旧 LIPI Biotechnology Centre）

拠点の設置目的

バイオテクノロジーセンターは、1986年に設立されたLIPI傘下の研究施設である。LIPIには、5つの部門（地球科学、生命科学、工学、社会科学・人文科学、科学サービス）があり、バイオテクノロジーセンターの研究領域であるバイオテクノロジーは生命科学に属する。バイオテクノロジーの５つの研究テーマは以下のとおり。

・分子生物学食糧（医薬品、エネルギーの安全保障を支える植物バイオテクノロジー）
・バイオプロセス工学
・ヘルスバイオロジー製品開発
・海洋・陸上生物資源に基づく医薬品開発
・動物バイオテクノロジー（繁殖、栄養ゲノム情報科学、動物健康学等）

なお、LIPI が BRIN に統合されることに伴い、バイオテクノロジーセンターは Integrated Genomic Facility に変更された（現在移行中）。

拠点運営のための人員配備

Integrated Genomic Facility には約 170 人の研究者がいる。研究者は正規職員である。一方、技術者やアシスタント等は、割り当てられた予算に基づき都度採用される。採用人員は公募され、主に大学等の新卒者が採用される。

BRIN への統合前は、LIPI の研究者が施設の責任者も兼ねていた。しかし現在では、BRIN 内に施設を監督する研究･イノベーションインフラ部門の専任担当者がおり、当該担当者が施設および機器の管理者となっている。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

機器の利用方法の習得については、機器ベンダーが納入時等にトレーニング機会を提供している（特に高価な機材の場合）。また、機器利用の前提として、機器の利用方法をよく理解している研究者や技術者のみが利用可能である。

機器整備状況（主要な研究機器）

BRIN との統合、Integrated Genomic Facility への移行に伴い、一部の機器は新規導入中である。主な研究機器は以下のとおりである（順不同）。

・クライオ電子顕微鏡（米 Thermo Fisher Scientific 社。準備中）
・次世代シーケンサー NGS（米 Illumina 社。Miseq および Novaseq）
・HRMS（米 Luminex 社）
・IRMS
・EAM
・ICPMS
・TOC
・FT-IR
・Cell Imaging Multimode Reader（米 Agilent 社。BioTek Cytation 5）
・HPLC
・Droplet Digital PCR
・Fluorometer
・LC/MS
・GC/MS

なお、各施設および研究機器の情報は、BRIN のプラットフォームである ELSA に掲載することが義務付けられており、誰でも確認することができる。ただし、現在は標準業務手順書および料金の設定を検討中で

あるため、プラットフォームに掲載されている当該施設の情報は限定的である。

新規の機器調達に際しては、BRIN の研究・イノベーションインフラ担当者から研究者に対して、調達機器案の募集がなされる。希望する機器がある研究者は､対象機器が必要な理由や整備するメリットを提案し、認められた場合は、共同利用機器として整備される。なお、調達の際には、研究者はメーカーやモデルを指定することは出来ず、必要なスペックのみを記載する。当該内容に基づき、BRIN の担当者がベンダーに公募をかけ、1 次審査・2 次審査が行われていく。ベンダー決定に際しては研究者の意見が参考にされる。また、表面的な価格だけではなく、メンテナンス費や純正以外の消耗品を使えるか等も考慮され、最終的には BRIN の研究・イノベーションインフラ部門が意思決定を行う。機器のメンテナンスは、納入ベンダーが実施することが一般的である。

共有の形態および共有の範囲

LIPI は BRIN 統合前からフルオープンのポリシーであった。BRIN 傘下の施設は全てオープン化の方針であるため、Integrated Genomic Facility の研究機器もオープンアクセスとなっている。

共有の範囲については、国内外の全ての研究機関や大学、民間企業の研究者が利用可能である。なお、一部高額な機器や利用が難しい機器は、試験サービスという形で提供される。

当該施設の利用者の割合は、内部の研究者と外部の利用者が半々である。外部の主な利用者は、大学の研究者や大学院生、民間企業、共同研究を行う海外研究機関の研究者等である。

共同利用ルールの整備

これまでは各機関（LIPI・BPPT 等）や施設によってルールが存在したが、今後は BRIN が設定するルールに一本化される予定である。ただし、現状は移行期であるため曖昧な点がある。

機器は全てのユーザーが公平に利用すべきとのポリシーの下､施設の関係者か否かに関係なく､全ユーザーが ELSA を利用して機器の利用予約をする必要がある。BRIN 組織外のユーザーは、利用に際して、BRIN が定めた各機器の利用料を支払う必要がある。利用料金は、機器のメンテナンス費用とオペレーターの人件費をカバーするように設定されている。一方で、BRIN の研究者には毎年 ELSA ポイントが与えられ、機器を利用する際には ELSA ポイントから支払う。なお、ELSA ポイントは論文を発表したり、共同研究に取り組んだりすることで追加取得が可能である。

交付額および収支

Integrated Genomic Facility の施設予算は 2 年間で約 2000 億インドネシア・ルピアである。なお、当該施設の費用内訳は把握できなかったが、別施設の Biosafety Laboratory では 6 割程度が機器関連に利用されていた。

施設運用上の KPI

共同研究利用拠点という観点では、施設立ち上げ 3 年目には機器の利用率が一定以上になること、また、4 年目には、財務省から資金援助を受けず、共同利用から得られる収入が、機器のメンテナンス費用を賄えることが期待される。

ただし、LIPI として重要な KPI は研究成果であり、各施設および研究者には後述の論文数等の高い目標値が設定される。機器の共同利用と LIPI の研究成果は別物であり、共同利用を通じた研究成果といった KPI は存在しない。

人的交流の実施

・新しい研究機器の紹介ウェビナー

BRIN としての取組みとして、専門家を招き施設の新しい機器を紹介するウェビナーを定期的に開催している。当該セミナーは、BRIN のメンバーだけでなく、組織外の研究者も対象としている。

・年次報告（ウェビナー）

活動報告を毎年行っており、その中で研究成果や整備機器等について報告している。過去は、施設の関係者や近しい研究者等を招いて実施していたが、COVID-19 によりオンライン移行したことで、より多くの人が参加し、施設のことを知る機会に繋がっている。

・共同研究への助成

BRIN の提供する助成プログラムの中には、BRIN の研究者と共同研究をすることが条件であるプログラムがある。申請は大学や研究機関に所属する研究者だけでなく民間も可能であり、助成期間は最大 7 年間までである。そのようなプログラムを通じた交流も存在する。

特許や論文からみた研究成果

当該施設の 2021 年の研究目標は以下のとおり。なお、正確な結果は確認できなかったが、目標は概ねクリアされている。また、当該目標は、前述のとおり共同利用との関係性はない。論文例は下表のとおりである。

・国内論文 150 本、国際論文 50 本

・特許 15 件、ライセンスされた特許 2 件

・実用化技術 15 件

・論文引用数 1000 件

表 3-5　Integrated Genomic Facility（旧 LIPI Biotechnology Centre）の代表的な論文例

タイトル	著者	発行年	出版元	引用数
Efficacy, toxicity study and antioxidant properties of plantaricin E and F recombinants against enteropathogenic Escherichia coli K1.1 (EPEC K1.1)	Ellen Lindi Lathifah Hanny, Apon Zaenal Mustopa, Sri Budiarti, Huda Salahudin Darusman, Ratih Asmana Ningrum & Fatimah	2019	Molecular Biology Report	9
Development of Higher Molecular Weight of Recombinant Human Interferon Alpha-2a by Albumin Fusion Technology in Methilotropic Yeast Pichia Pastoris	Ratih Asmana Ningrum, Neng Herawati, Andri Wardiana	2017	International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology	4

（Google Scholar をもとに著者作成。2022 年 3 月 31 日時点）

施設整備・運用に関する課題

インドネシアでは、全ての公的研究施設を BRIN に統合することが進められているが、非常に大きな数になるため、各施設および機器が適切に管理されるのか、全体最適化が可能なのか懸念している。

また、現在 BRIN への統合の途中であるが、統合に向けたプロセスについては不明瞭な点も多く、施設や設備の統合には時間がかかると想定される。ルールの統一・整備についても時間を要すると思われる。

機器の共同利用の観点では、機器によって稼働のバラつきが出て、よく使われる機器とあまり使われない機器が出てくる。よく使われる機器は予約が取りにくい等の事態が発生する。そのため緊急性の高いプロジェクトにおいては、特例対応として機器を一台占有させる等の調整が必要になる。そのような調整は、システ

ムで予約を押さえれば済む話ではなく、関係者間で話し合い合意を得た上で利用することが必要になる。

3.4.2 農業バイオテクノロジー・遺伝資源研究開発センター（BB Biogen）

拠点の設置目的

BB Biogen は、農業省傘下の農業研究開発庁の研究組織として 2004 年に設立された。BB Biogen には以下 6 つの研究所があり、バイオテクノロジーを活用し農業に技術革新を起こすことが期待されている。

・種子品質試験研究所
・In-Vitro 保全研究所
・化学・生化学研究所
・微生物学研究所
・細胞・組織生物学研究所
・分子生物学研究所

なお、BB Biogen は BRIN との統合プロセスの最中にある。まだ明確に決まってはいないものの、研究施設は BRIN に統合される一方、実行的な機能を持つ部門は農業省に吸収される方向で検討が進んでいる。

BB Biogen には、共同利用について明確なルールがあった訳ではないものの、大学等から依頼があった場合は機器の共同利用を認め、依頼があれば試験サービス等も行っていた。しかし、BRIN との統合プロセスの中で、他の BRIN 傘下の施設と同様に、BRIN のポリシーに沿って全ての機器をオープンアクセスにする方向で検討が進んでいる。

拠点運営のための人員配備

組織には総勢 149 人（2020 年時点）がおり、その内訳は以下のとおり。

・研究者 67 人
・技術者 23 人
・作業者 56 人
・その他 3 人

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

機器の利用方法の習得については、機器ベンダーが納入時等にトレーニング機会を提供している。ただし、それ以外のトレーニングは特にない。NGS のような高額な機器を利用する場合は、利用者に十分な経験があることを確認する。

機器整備状況（主要な研究機器）

主な機器は以下のとおり（順不同）。保有機器は BRIN のポリシーに則り、全て ELSA プラットフォームに掲載される予定であるが、現状は移行期間のため掲載情報は限定的である。

・次世代シーケンサー NGS（米 Illumina 社。NextSeq 2000）
・リアルタイム PCR
・遠心分離機（独 Eppendorf 社。Centrifuge 5810）
・紫外線照射装置（米 Biorad 社。Chemidoc EQ）
・分光光度計（米 Biorad 社。Smartspec Plus Biorad）

新しい研究機器の購入予算は財務省から来ていた。毎年案内がある訳ではなく突然案内が来る。案内があった場合は、組織内で希望する機器リストを作成し優先順位を付けて提出する。何が購入されるかは、予算によって決まる。なお、機器は基本的に壊れるまで利用されるが、スペアパーツが存在せず修理できない場合や、研究目的を踏まえて他技術に切り替える必要がある際には買い替える。例えば、保有していたPCRでは高分解能の解析が行えなかったため、最近リアルタイムPCRを買い替えたという事例がある。

共有の形態および共有の範囲

BRINに統合される前は、オープンアクセスの考え方に基づき、大学や研究機関から依頼があれば機器の共同利用を行っていた。ただし、共同利用を大々的にうたっていたわけではないため、外部の利用者は5%程度であり、大部分は内部利用者であった。数は少ないが、海外の研究者の利用もあり、共同研究を行っていた韓国の研究機関の研究者が施設や機器を使っていた。

一方で、BRINへの統合後は、BRINのポリシーに従うことになるため、全ての機器情報がELSAプラットフォームに掲載され、誰もが当該システムを使って、機器予約をできるようになる。

共同利用ルールの整備

これまでは明確なルールはなかった。機器の利用を希望する外部利用者は、BB Biogenに機器を利用したい旨を申請する。それに基づき組織内の承認が取られ、利用が可能となる。なお、外部利用者が機器を利用する際は、必ず誰かが同席し監督することになっていた。料金表もなく、機器利用は無料のケースが多かった。試験サービスも依頼があれば対応していた。例えば、種子の発芽試験は、サンプル当たり35,000インドネシア・ルピアで対応した。

BRINへの統合後は、BRINのポリシーに従うことになり、申請はELSAプラットフォームを通じて、また機器の利用にあたっては規定された金額が課金されることになる。

交付額および収支

予算は財務省からの助成である。施設運用に係る金額は開示されていない。

施設運用上のKPI

これまでは明確なルールもなく依頼に応じて機器を共同利用していたため、KPIはなかった。BRIN下の運用に移行した場合は、何らかのKPIが設定される可能性はあるが、現状では特に決まっていない。

人的交流の実施

共同利用を促すような取組みは行っていないが、共同研究の機会作りや能力向上のための取組みは行っている。取組み例は以下のとおり。

・BB Biogenセミナー

毎月、研究者が、自身の研究内容を発表し、他研究機関の研究者との知識交換や共同研究の素地を作る。COVID-19の影響でオンラインにシフトしたことで、より広範囲から、より多くの研究者が参加するようになっている。

・研究者の海外派遣

能力向上やポスドクのため、研究者を海外に派遣している

特許や論文からみた研究成果

研究機関としての KPI（2021 年）は以下のとおり。上述のとおり、共同利用との関連性はない。また、KPI は概ね達成されている。

・国内論文 60 本
・国際論文 25 本
・特許 5 件

代表的な研究プロジェクトとその内容

典型的なプロジェクトテーマは以下のとおり。また、主な論文例は下表のとおりである。

・農作物の育種
・ゲノム解析などの基礎科学プロジェクト
・遺伝子工学

表 3-6　BB Biogen の代表的な論文例

タイトル	著者	発行年	出版元	引用数
Nucleotide Variations of Gamma Ray-Irradiated ChiliPepperMutant Genotypes Based on Gene-Specific PrimersRelated to Fruit Size Character	Kristianto Nugroho, Trikoesoemaningtyas Trikoesoemaningtyas, Muhamad Syukur, Puji Lestari	2021	Jurnal Agro Biogen	n/a
Genetic Analysis of Chili PepperM2 Population from Gamma Irradiation Treatment Based on Morphological Characters	Kristianto Nugroho, Trikoesoemaningtyas, Muhamad Syukur, dan Puji Lestari	2021	Jurnal Agronomi Indonesia	n/a

（Google Scholar をもとに著者作成。2022 年 3 月 31 日時点）

施設整備・運用に関する課題

予算が不足しており、十分な研究機器が整備されているとは言い難い。また、本来必要なメンテナンスができていない研究機器も存在する。理由は不明だが、BB Biogen が購入する機器の価格や試薬は海外の研究機関と比較して高い。試薬コストの高さから、自分で試験をするよりも、外注した方が安くつくようなケースが存在する。また、上述のとおり、これまでは機器整備のルールやプロセスが明確でなく、新規に機器を調達することは簡単ではなかった。

上記の課題は BRIN に統合され、ポリシーが一本化されて解決することを期待している。価値ある機器を当該施設で調達・整備し、それを共通利用することで、当該施設だけなく関連機関にもメリットがもたらされるはずである。

3.4.3 インドネシア大学　医学部（UI）

拠点の設置目的

UI は、アジアにおける学際的な研究拠点となることを目指し、研究にも力を入れているインドネシアを代表する完全自治型の国立大学である。前述のとおりインドネシアの大学の役割は研究よりも教育の側面が大きいが、UI には約 65 の研究施設が存在する。特に医学部は研究にも力を入れており、主要な研究機関として以下 3 つが存在する。

・インドネシア医学研究教育院：9 階建ての 2 棟のタワーからなり 1 棟が研究棟、もう 1 棟は教育棟
・循環器研究センター：循環器疾患に特化した施設
・デポック市のサイエンステクノパーク内：医学部の他、インドネシア大学の薬学部等も研究施設を設置

上記のいずれの機関も外部による施設や機器の利用を認めているが、政策的な裏付けを有するものではなく、先端研究機器を有する国立大学として、機器を有効活用するために他機関の研究者に研究環境を提供するという意味合いが強い。

本報告書では、インドネシア大学医学部の研究教育部門長であるインタビューイーが管轄する、循環器研究センターの共同利用の取組みを中心にインタビュー内容をとりまとめている。

拠点運営のための人員配備

インタビューイーが管轄する循環器研究センターの構成員は以下のとおり。
・循環器内科医 30 名
・博士課程の研究者 15 名
・分子生物学基礎研究者 5 名
・統計学者 2 名

なお、研究者自身が技術者として研究機器を取り扱うため、機器の管理や運用のみを担当する技術者はいない。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

研究機器の利用に関するトレーニングは基本的に機器メーカーが提供しており、施設として研修プログラムや育成プログラムは用意していない。ただし、研究者には GCP（Good Clinical Practice）の取得と更新を求めている。

機器整備状況（主要な研究機器）

循環器研究センターの主な研究機器は以下のとおりである（順不同）。なお、現状保有機器に関する情報はウェブサイト等には公開されていない。
・次世代シーケンサー（米 Illumina 社。NextSeq 550）
・リアルタイム PCR（米 Bio-Rad 社。CFX96）
・リアルタイム PCR（英 PCRmax 社。Eco48 Real Time PCR）
・セルイメージング（米 Agilent Technologies 社。BioTek Cytation1）
・マルチモード分光光度計（米 Agilent Technologies 社。BioTek Instrument- Synergy H1MF）
・FT-IR（米 Thermo Fisher Scientific 社。Nicolet iS50 FTIR + NIR スペクトロメーター）
・紫外可視近赤外分光光度計（米 Thermo Fisher Scientific 社。NanoDrop On）
・GC/MS（韓 YL Instrument 社。GCMS YL6900）

共有の形態および共有の範囲

循環器研究センターの共同利用方針は、オープンアクセスに基づいている。ただし、全ての希望者に開放している訳ではない。施設や機器の利用希望者は、循環器研究センターに研究内容および利用したい機器をメールで申請する。循環器研究センターにおいて申請内容を確認し、施設利用を認めるか決定する。循環器研究センターの注力領域の場合は認められるケースが多い。なお、利用者に制限はなく、国外の機関に所属

する研究者でも民間の研究者でも、同じ申請プロセスに基づき利用可否が判断される。インドネシア大学の医学部は、神戸大学の医学部と近しく、神戸大学の教授を招聘している。日本人研究者による当該施設の機器の利用実績もある。また、新規申請があれば適切に審査する。

サイエンスパークの研究施設では、よりシステマティックでオープンな共同利用を推進しようとしている。具体的には、BRIN の ELSA プラットフォームのようなポータルサイトを設け、Web 上で共有機器を紹介すると共に、当該システムで機器予約ができるシステムを構築しようとしている。

共同利用ルールの整備

基本的な利用ルールが存在し、循環器研究センターの施設および機器の利用を希望する外部者は、定められた費用を支払う必要がある。当該費用は、利用者によって異なる。インドネシア大学に属する研究者や学生は、基本的に無料で利用できる。また、他大学の学生は標準価格よりも安価に利用できる。

外部の利用者が機器を利用する場合は、循環器研究センターに所属する研究者の指導の下で機器を利用する必要がある。

交付額および収支

循環器研究センターにおける施設・設備の共同利用による収入は定かでないが、高額ではない。また、循環器研究センターを始めとする研究施設で機器整備が必要な場合は、大学から財務省に対して機器の利用目的やそこから得られるアウトプット等を記したプロポーザルを行う必要がある。なお、インドネシア大学の医学部の研究実績は認められており、これまで希望する機器の大部分は整備されてきた。

施設運用上の KPI

循環器研究センターにおいて、施設や機器の共同利用に関連する KPI の設定はない。

人的交流の実施

医学部に限らず、大学が保有している施設や機器をより効率的に使うために、外部にオープンにしていく取組みが大学全体として進んでいる。サイエンステクノパーク内の機器情報をポータルサイトでアナウンスして、外部者が簡単に予約できる仕組みを構築する取組みは典型的な例である。

研究の観点での交流では、国内外の共同研究を積極的に推進している。海外では特に日本の多くの大学と共同研究を行ってきた。また、研究者や学生の交換留学も、日本をはじめ積極的に行っている。

特許や論文からみた研究成果

前述のとおり、施設や機器の共同利用は、設備を有効活用するために他機関の研究者に研究環境を提供するという意味合いが強く、共同利用を通じた研究成果の検証は行っていない。

代表的な研究プロジェクトとその内容

ユニークな取組みとして、カテーテルの現地生産化を検討している。医療産業の発展のためには、医療機器や医療消耗品の国産化を進めることが重要である。現在、インドネシア大学で利用するカテーテルはテルモ製が多いが、これらはベトナムの工場で作られインドネシアに輸入されている。国内外の企業や機関による産学連携により、当該課題に取り組んでいる。

施設整備・運用に関する課題

循環器研究センターの共同利用は、申請に基づき可否を判断していることもあり、稼働が高くなり過ぎて、内部の研究者が機器を使えない等の問題は起きていない。また、研究機器の購入や整備のための予算も確保できており、大きな問題認識はない。

参考資料・文献

・Badan Riset Dan Inovasi Nasional（N.D.）「BRIN」, https://www.brin.go.id/

・Badan Tenaga Nuklir Nasional（N.D）「BATAN」http://www.batan.go.id/index.php/id/

・Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian（N.D.）「BB Biogen」, http://biogen.litbang.pertanian.go.id/

・Burhani, A., Mulyani, L. and Pamungkas, C.,（2021）「The National Research and Innovation Agency（BRIN）. Singapore: ISEAS」, Yusof Ishak Institute, pp. 1-10

・Dana Ilmu Pengetahuan Indonesia（N.D）「DIPI」, https://dipi.id/

・Government of the Republic of Indonesia（2019）「Undang-undang（UU）Nomor 11 Tahun 2019 - Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi」, https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/117023/uu-no-11-tahun-2019

・Herlinawati Simanjuntak, M.,（2022）「BRIN kelola anggaran Rp6,1 triliun terbanyak untuk fasilitas riset」, https://www.antaranews.com/berita/2643361/brin-kelola-anggaran-rp61-triliun-terbanyak-untuk-fasilitas-riset

・MERCK（2021）「Merck Establishes Collaboration Laboratory with Universitas Indonesia to Advance Life Science Research」, https://www.merckgroup.com/id-id/company/press-release/press-release-collaboration-lab-ui-merck.html

・Julistian, U.,（2021）「Swasta Diharapkan Memanfaatkan Fasilitas Riset Milik BRIN」, https://www.gatra.com/news-527598-teknologi-swasta-diharapkan-memanfaatkan-fasilitas-riset-milik-brin.html#

・Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Riset Bioteknologi,（N.D）「LIPI Pusat Riset Bioteknologi」, https://biotek.lipi.go.id/

・National Battery Research Institute（2021）「ICBREV 2021 - Opening Remark & Plenary Session - Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc.」, https://www.youtube.com/watch?v=AlmhS8D3nGI

・Umali, T.,（2019）「Indonesia to develop 3 Science Techno Parks this year」, https://opengovasia.com/indonesia-to-develop-3-science-techno-parks-this-year/

・津田憂子（2016）「インドネシアの科学技術情勢」, https://www.jst.go.jp/crds/report/ID20161130.html

4　各国調査 – マレーシア

4.1　科学技術政策の基本情報整理

マレーシアは、一人当たりGDPが約1万400アメリカ・ドル（2020年）とASEAN内においては比較的発展した国である。マレーシアにおける科学技術に関する政策および制度は科学技術革新省（MOSTI, Ministry of Science, Technology and Innovation）が管轄する。2021年のMOSTIの全体予算は前年対比4.2%拡大し、9億3500万マレーシア・リンギッドとなっており、そのうち約17%が研究開発や実験等に使われている。GDPに対するGERD（Gross Expenditure on R&D）は約1%（2018年）であり、研究開発費の内訳では､2010年時には自然科学（58%）が最も多かったが､2018年にはエンジニアリング･テクノロジー（36%）が最大となり、投資分野のシフトが見られる。

マレーシアの科学技術に関する長期方針は、国家科学技術革新政策（DSTIN, Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara）2021-2030に基づく。DSTIN2021-2030では「先端技術国家への持続可能、包容的かつ科学的な社会」をビジョンとして掲げ「科学技術と革新、経済分野における漸進的な開発を通して持続可能で包容的な成長を主導すること」をミッションとして定めている。そしてビジョンおよびミッションの達成のため、以下6つの重点テーマを設定している。

・科学、技術および革新ガバナンスへの対応
・R&DおよびC&Iを通じた科学技術の発展
・技術を基盤とした地域産業の構築
・科学技術革新に適応する人材の育成
・科学技術の開発と応用
・グローバルにおける優位性の確立

DSTIN2021-2030のビジョン達成に向けて、フレームワーク10-10 Malaysian Science, Technology, Innovation and Economy（10-10 MySTIE）が設定されている。当該フレームワークは、下表のとおり10の科学技術ドライバーを10の経済セクターに適用することを掲げている。また、当該フレームワークを基に研究ロードマップを策定することが発表されているが、本調査時点では内容が公開されていない。

表 4-1　10-10 MySTIE Frameworkにおける科学技術ドライバーと経済セクター

科学技術ドライバー	経済セクター
1.5G/6G	1.エネルギー
2.センサー・テクノロジー	2.経営・財務サービス
3.4D/5Dプリンティング	3.文化/芸術及び観光
4.先端素材	4.医療及び健康
5.先端知能システム	5.スマート・テクノロジー及びシステム（次世代）
6.サイバー安全・暗号化	6.スマートシティ及びトランスポーテーション
7.増強分析及びデータ検索	7.水及び食料
8.ブロックチェーン	8.農林業
9.ニューロ・テクノロジー	9.教育
10.バイオサイエンス・テクノロジー	10.環境及び生物多様性

（10-10 MySTIEをもとに著者作成）

4.2 政策・ファンディング調査

先端研究機器の整備という観点では、MOSTI 傘下のマレーシア科学技術情報センター（MASTIC, The Malaysian Science and Technology Information Centre）が多様なファンディングプログラムを用意している。ここでは CREST R&D Grant および Research Acculturation Collaboration Effort（RACE）を紹介する。

CREST R&D Grant

・概要：電気･電子産業界の技術発展のため、大学・産業間の研究協力を促すための助成プログラム。
　当該協力を通じて大学における研究を産業界の発展に活かす。必要経費の最大半分を政府が助成する。
・主導機関：関連学会や政府機関の代表で構成された理事会
・対象：ペナン地域の研究を対象に開始したが全域へ拡大中

RACE

・概要：研究大学のパートナーとなる非研究大学の研究能力を改善する助成プログラム。
　非研究大学の研究レベル向上と、それによる技術革新を促す。
・主導機関：マレーシア高等教育省（MOHE, Ministry of Higher Education）
・対象：研究大学以外の大学研究施設および研究者

共同利用に関する科学技術政策は、MOSTI 傘下のマレーシア科学技術情報センター（MASTIC, Malaysian Science and Technology Information Centre）が主導している。MASTIC は、研究交流や機器・設備整備、ファンディング等を KRSTE.My と呼ばれる、５つのモジュールから構成されたプラットフォームで管理している。当該プラットフォームは、科学技術課題を解決するための基盤となっており、(1) 国内における研究組織や研究施設、(2) 研究人材、(3) 登録機関の保有機器、(4) 研究テーマ、(5) 商用化に関する情報を包括的に管理している。当該プラットフォームを確認することで、各研究機関の保有機器や共同利用可否等が確認可能である。当該プラットフォームの各モジュールが保有する主な情報は以下のとおりである。

(1) STI Organisation

共同研究利用のできる拠点として登録された国内における研究組織や研究施設の情報が蓄積されており、機関名、施設名、住所、連絡先、研究分野等の情報を確認できる。

(2) MyHRSTI

国内の政府機関、公共・民間研究機関、高等教育機関、非政府機関で研究開発に携わる研究者等の情報が蓄積されており、各人の氏名、所属組織、職位、連絡先、研究分野、実績、論文等を確認できる。

(3) National Scientific Facilities and Equipment（NSFE）

NSFE は、研究コミュニティにおける施設や機器の共有を促すための仕組みである。NSFE には登録された研究機関の機器情報が集約されているため、研究者は当該システムを利用して必要な機器がどの共同研究利用拠点にあるかを確認し、利用を申請することができる。また、政府や研究機関は近隣施設の機器の整備状況を確認することで、調達予定の機器の重複を回避することができる。なお、NSFE に登録されている情報は以下のとおりである。

・施設：研究所、モニタリングセンター、試験機関等の R&D 活動が行われている施設
・機器：研究や分析、教育、試験、検査等に使用される 10 万マレーシア・リンギット以上の機器や備品
・内容：機器の共同利用に係る費用、提供するサービス、技術助言サービス等

なお、NSFE に情報の登録が必須な機関は公的な研究機関および公的な高等教育機関である。ただし、MASTIC は施設や機器をより効率的・効果的に活用するため、民間研究機関等の KRSTE.My への参画を奨励している。

(4) R&D Project Bank

第 8 次マレーシア・プラン以降の科学技術・イノベーションプロジェクトの情報が蓄積されている。また、進行中の研究開発については、関与組織や研究者が定期的に情報を更新しており、研究の成果や進捗状況を確認することができる。

(5) Technology Market (TECHMart)

民間への技術移転を促すための仕組みであり、民間事業者は当該データベースにアクセスすることで、関心のある製品や技術を探索することができる

なお、KRSTE.My プラットフォームは、科学技術施設と研究機器を管理するためのデータベースとして 1994 年に整備された。整備以降､徐々に機能が追加されていき､現在は公的機関をはじめとする､研究者情報､施設や機器情報、プロジェクト情報および特許情報までを網羅するシステムとなっている。

4.3 政策等に基づく整備状況の整理

上述のとおり、マレーシアの公的研究機関および公的高等教育機関は KRSTE.My と呼ばれるプラットフォームで管理されており、共同研究利用拠点として NSFE に登録されている。

MASTIC の政策に基づき、NSFE に共同研究利用拠点として登録されており、公的研究機関や公立大学、高専、病院等 85 施設が登録されている。登録施設の一覧は下表のとおりである。

表 4-2　NSFE に登録されたマレーシアの共同研究利用拠点一覧（順不同）

NO	拠点名	分類
1	AGENSI ANGKASA MALAYSIA (MYSA)	研究機関
2	AGENSI NUKLEAR MALAYSIA (ANM)	研究機関
3	INNO BIOLOGICS SDN BHD	研究機関
4	INSTITUT PENYELIDIKAN DAN KEMAJUAN PERTANIAN MALAYSIA (MARDI)	研究機関
5	INSTITUT PENYELIDIKAN HIDRAULIK KEBANGSAAN MALAYSIA (NAHRIM)	研究機関
6	INSTITUT PENYELIDIKAN PERHUTANAN MALAYSIA (FRIM)	研究機関
7	INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN (FRI)	研究機関
8	INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN (FRI-BINTAWA SARAWAK)	研究機関
9	JABATAN KIMIA MALAYSIA (KIMIA)	研究機関
10	MALAYSIAN BIOECONOMY DEVELOPMENT CORPORATION SDN BHD (BIOECONOMY)	研究機関
11	MIMOS BERHAD	研究機関
12	NATIONAL INSTITUTES OF BIOTECHNOLOGY MALAYSIA (NIBM)	研究機関
13	TENAGA NASIONAL BHD (TNB-RESEARCH)	研究機関
14	INFRASTRUCTURE UNIVERSITY KUALA LUMPUR (IUKL)	高等教育機関
15	INTERNATIONAL MEDICAL UNIVERSITY (IMU)	高等教育機関
16	MALAYSIA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	高等教育機関
17	POLITEKNIK KUCHING SARAWAK (POLIKU)	高等教育機関
18	POLITEKNIK MERLIMAU MELAKA (PMM)	高等教育機関
19	POLITEKNIK MUKAH SARAWAK (PMU)	高等教育機関
20	POLITEKNIK PORT DICKSON (POLIPD)	高等教育機関
21	POLITEKNIK SULTAN HAJI AHMAD SHAH (POLISAS)	高等教育機関
22	POLITEKNIK TUANKU SULTANAH BAHIYAH (PTSB)	高等教育機関
23	POLITEKNIK UNGKU OMAR (PUO)	高等教育機関
24	UNIVERSITI ISLAM ANTARABANGSA MALAYSIA (IIUM)	高等教育機関
25	UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA (UKM)	高等教育機関
26	UNIVERSITI KUALA LUMPUR (UNIKL)	高等教育機関
27	UNIVERSITI MALAYSIA PAHANG (UMP)	高等教育機関
28	UNIVERSITI MALAYSIA PERLIS (UNIMAP)	高等教育機関
29	UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK (UNIMAS)	高等教育機関
30	UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU (UMT)	高等教育機関
31	UNIVERSITI MONASH MALAYSIA (MONASH)	高等教育機関
32	UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS (UPSI)	高等教育機関
33	UNIVERSITI PERTAHANAN NASIONAL MALAYSIA (UPNM)	高等教育機関
34	UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA (UPM-IBS)	高等教育機関
35	UNIVERSITI SAINS ISLAM MALAYSIA (USIM)	高等教育機関
36	UNIVERSITI SAINS MALAYSIA (USM-PULAU PINANG)	高等教育機関
37	UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA (UTHM)	高等教育機関
38	UNIVERSITI UTARA MALAYSIA (UUM)	高等教育機関
39	TECHNOLOGY PARK MALAYSIA (TPM)	テクノパーク
40	JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA (JMG)	その他
41	JABATAN PERTANIAN SARAWAK (DOA)	その他
42	LEMBAGA KOKO MALAYSIA (LKM)	その他
43	LEMBAGA PERLESENAN TENAGA ATOM (LPTA)	その他
44	PLANETARIUM NEGARA (PLANETARIUM)	その他
45	PUSAT DARAH NEGARA (PDN)	その他

NO	拠点名	分類
46	HOSPITAL ALOR GAJAH	病院
47	HOSPITAL BENTONG	病院
48	HOSPITAL BETONG	病院
49	HOSPITAL DALAT	病院
50	HOSPITAL DUNGUN	病院
51	HOSPITAL JASIN	病院
52	HOSPITAL JELEBU	病院
53	HOSPITAL JEMPOL	病院
54	HOSPITAL JENGKA	病院
55	HOSPITAL KANOWIT	病院
56	HOSPITAL KINABATANGAN	病院
57	HOSPITAL KOTA TINGGI	病院
58	HOSPITAL KUALA PENYU	病院
59	HOSPITAL KUDAT	病院
60	HOSPITAL LIMBANG	病院
61	HOSPITAL MERSING	病院
62	HOSPITAL PAKAR SULTANAH FATIMAH MUAR	病院
63	HOSPITAL PEKAN	病院
64	HOSPITAL PITAS	病院
65	HOSPITAL PORT DICKSON	病院
66	HOSPITAL QUEEN ELIZABETH	病院
67	HOSPITAL RAUB	病院
68	HOSPITAL SARIKEI	病院
69	HOSPITAL SIBU	病院
70	HOSPITAL SIPITANG	病院
71	HOSPITAL SULTANAH AMINAH	病院
72	HOSPITAL SULTANAH HAJJAH KALSOM CAMERON HIGHLANDS	病院
73	HOSPITAL SUNGAI BULOH	病院
74	HOSPITAL TAIPING	病院
75	HOSPITAL TAMPIN	病院
76	HOSPITAL TANAH MERAH	病院
77	HOSPITAL TANJONG KARANG	病院
78	HOSPITAL TENGKU AMPUAN AFZAN	病院
79	HOSPITAL TUANKU AMPUAN NAJIHAH KUALA PILAH	病院
80	HOSPITAL TUARAN	病院
81	HOSPITAL UMUM SARAWAK	病院
82	KPJ DAMANSARA SPECIALIST HOSPITAL	病院
83	MOUNT MIRIAM CANCER HOSPITAL	病院
84	PANTAI HOSPITAL IPOH	病院
85	SUNWAY MEDICAL CENTRE	病院

（KRSTE.My の公開情報をもとに著者作成）

4.4 主要共同研究利用拠点の調査

NSFE に登録されている公的機関 3 機関および国立大学の計 4 機関にインタビューを行い、各施設の概要および実態について調査した。

4.4.1 国立応用研究開発センター（MIMOS）

拠点の設置目的

MIMOS は、政府予算により運営されている機関であり、傘下に複数の施設を有し、それぞれが高度な研究機器を持ち、それらは大学の研究者や民間企業に属する研究者にもオープン化されている。当該施設は、先端研究機器や高度な精密機器にアクセスできない研究者に良質な研究環境を提供することを目的の一つとする。

拠点運営のための人員配備

KRSTE.My によると、2022 年 2 月時点の施設および機器運用に係る関係者の数は以下のとおりである。

・エンジニア 50 人

・リサーチオフィサー 12 人

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

機器の運用や機器の利用のためのトレーニングプログラムや仕組みは存在しない。

機器整備状況

主要な研究機器は下表のとおりである。なお、MIMOS が所有する機器は、MIMOS の責任に基づき機器整備が行われる。一方、一部機器は企業や他研究機関と共に購入されている。そのような機器は共同管理となる。

表 4-3　代表的な施設および共同利用機器（順不同）

施設名	機器リスト
FAILURE ANALYSIS & MATERIAL ANALYSIS	・3D X-RAY ・ATOMIC FORCE MICROSCOPY (AFM) ・ATOMIC FORCE MICROSCOPY AND RAMAN ・AUGER ELECTRON SPECTROSCOPY (AES) ・CHEMICAL DECAPSULATOR (DECAP) ・CONFOCAL MICROSCOPE ・CRYO ULTRA MICROTOME ・DIGITAL MICROSCOPE ・DUAL BEAM (DB) ・ELECTRON ENERGY LOSS SPECTROSCOPY (EELS) ・ENERGY DISPERSIVE SPECTROSCOPY (EDS) ・FIELD EMMISSION SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (FESEM - 日立) ・FIELD EMMISSION SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (FESEM - 日本電子) ・FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY (FTIR) ・GAS CHROMATOGRAPHY - MASS SPECTROMETRY/MASS (GCMS-MS) ・HALL EFFECT ・HIGH POWER CURVE TRACER (CT) ・IC BACKSIDE POLISHER ・INDUCTIVELY COUPLED PLASMA MASS SPECTROMETRY (ICPMS) ・ION POLISHER ・LASER DECAPSULATOR (DECAP) ・MECHANICAL POLISHER ・NANOINDENTER AND MICROINDENTER WITH SURFACE PROBE MICROSCOPY (SPM) ・OPTICAL BEAM INDUCED RESISTANCE CHANGE (OBIRCH) ・PHOTON EMMISSION MICROSCOPE (PEM) ・PRECISION ETCHING COATING SYSTEM (PECS) ・REAL TIME X-RAY ・SURFACE PROFILER ・THERMAL EMMISSION MICROSCOPE (THERMAL IMAGING) ・TOF SECONDARY ION MASS SPECTROMETRY (TOF-SIMS) ・TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPE (TEM) ・UV-VIS-NIR ・X-RAY PHOTOELECTRON SPECTROSCOPY (XPS)
APPEARANCE DESIGN & MECHANICAL MODELLING	・3D PRINTER (FDM) ・3D SURFACE SCANNER ・SLS RAPID PROTOTYPING MACHINE
WAFER LEVEL TESTING	・AUTO PROBER ・AUTO WAFER PROBER ・DC PARAMETRIC TESTER ・DIAMOND 10 FUNCTIONAL TESTER ・POWER DEVICE TESTER
RELIABILITY SERVICE	・FREE FALL DROP TESTER ・HAST/AUTOCLAVE TEST CHAMBER (PRESSURE COOKER)

施設名	機器リスト
IC DESIGN - SYSTEM BACKEND REALIZATION	・BOUNDRY SCAN INSERTION ・CIRCUIT SIMULATOR ・IC DESIGN ANALOG DESIGN ENVIROMENT ・IC DESIGN ANALOG DESIGN ENVIROMENT XL TIER ・IC DESIGN CALIBRE ADVANCED DEVICE PROPERTIES ・IC DESIGN EXTRACTION TOOL ・IC DESIGN FLOOR PLANNER ・IC DESIGN HDL COMPILER TOOL ・IC DESIGN INCISIVE ENTERPRISE SIMULATOR XL TIER ・IC DESIGN LAYOUT DESIGN ENVIROMENT GXL TIER ・IC DESIGN LAYOUT DESIGN ENVIROMENT L TIER ・IC DESIGN LAYOUT EDITOR ・IC DESIGN LAYOUT EXTRACTION ・IC DESIGN LAYOUT VERIFICATION ・IC DESIGN LAYOUT VERSUS SCHEMATIC CHECKER XL TIER ・IC DESIGN LOGIC SYNTHESIS TOOL ・IC DESIGN MULTI-MODE SIMULATOR ・IC DESIGN PHYSICAL VERIFICATION ・IC DESIGN PLACE AND ROUTE ・IC DESIGN PLATFORM FOR VERIFICATION AND EXTRACTION ・IC DESIGN POWER SYNTHESIS ・IC DESIGN RTL FUNCTIONAL VERIFICATION ・IC DESIGN RTL SYNTHESIS ・IC DESIGN RULE CHECKER XL TIER ・IC DESIGN SCHEMATIC EDITOR ・IC DESIGN SCHEMATIC EDITOR L TIER ・IC DESIGN SCHEMATIC VERILOG INTERFACE ・IC DESIGN STATIC TIMING AND POWER ANALYSIS TOOL ・IC DESIGN TIMING ANALYSIS TOOL ・IC DESIGN VERILOG SIMULATOR ・IC DESIGN VHDL COMPILER TOOL ・MEMORY BUILD IN SELF-TEST ・SCAN TEST INSERTION ・SILICON-PROVEN IP
IC DESIGN - CHARACTERIZATION & PRODUCTION	・3D LASER SCANNING ・AUDIO PRECISION ・HTC VIVE VIRTUAL REALITY SYSTEM ・LECROY MOTOR ANALYZER ・SEMICONDUCTOR DEVICE ANALYZER ・SPECTRUM ANALYZER –
WIRELESS TECHNOLOGY & SYSTEM DESIGN LAB	・AGILENT E5071C, ENA SERIES NETWORK ANALYZER, 9kHz - 8.5GHz ・CMW500, WIDEBAND RADIO COMMUNICATION TESTER ・N5242A, PNA-X NETWORK ANALYZER, 10MHz - 26.5GHz ・N9030A, PXA SIGNAL ANALYZER, 3Hz - 26.5GHz ・R&S CMW100, WIRELESS COMMUNICATION TEST SET
MIMOS LABORATORY	・PS-Provision of Hellosoft GPRS Protocol (402000820)

施設名	機器リスト
NOT ATTACH TO ANY FACILITY	・CLIMATIC TEST CHAMBER (TEMPERATURE/HUMIDITY) ・CLIMATIC TEST CHAMBER (TEMPERATURE/HUMIDITY) ＋ VIBRATION TEST SYSTEM ・HIGH TEMPERATURE OVEN ・PS_Layout Parasitics Extraction Software PS-Synopsys Formality Functional Equivalence Check ・RAIN SIMULATION CHAMBER (LIGHT/HEAVY/BLOWING) ・Real Time X-Ray ・SALT SPRAY TEST CHAMBER ・SMART SCOPE (3D MEASURING EQUIPMENT) ・SOLAR RADIATION SIMULATION CHAMBER (XENON WEATHER OMETER) ・TENSILE TEST SYSTEM ・THERMAL SHOCK TEST CHAMBER ・VIBRATION TEST SYSTEM (3-AXIS SHAKER)

（KRSTE.My の公開情報をもとに著者作成）

共有の形態および共有の範囲

設立当初より施設・機器の共同利用を行っている。具体的には外部を含め、機器の共有や試験サービスの提供を行っている。共有の範囲に制限はなく、国内の研究者だけでなく、日本の大学に所属する研究者でも利用可能である。

共同利用ルールの整備

特にルールは無く誰でも NSFE から申請し利用することができる。ただし、常識的なルールは守らないといけない。常識的なルールとは、利用する機器の使い方を理解していることが前提である。また、機器の取扱にあたり免許が必要な場合は、免許所持が条件となる。

利用金額は利用希望者のみに開示しているが、公益的な目的から安価に提供している。

交付額および収支

機器整備および施設運用に係るファンディングは主に政府からのものであるが、内容は公開していない。また、公的な機関であるため、収支という概念もあまりない。

施設運用上の KPI

共同利用を含めて、具体的な KPI が定められている訳ではないが、政府が設定する 5 年単位の科学政策プログラムへの貢献が重要となる。新技術の発展や利害関係者との連携強化等、R & D センターとしての政府のサポートが重要な役割と認識されている。

人的交流の実施

共同利用を促すようなイベントや取組みはないが、研究人材を育成するものは以下のとおりである。

・MIMOS Strategic Training. Advancement and Recognition（M*STAR）

2007 年に導入されたもので、MIMOS での勤務経歴を単位に換算し、大学院や専門資格取得、特許補償制度による補償の受取が可能である。また、勤務実績をもとに、高等教育を受けるための財政支援や能力認証プログラムに申請することができる。

・CATS（Centre of Advance Technical Skills）

公共ポリテクニク（高専）の卒業生に対するウェブ応用プログラム開発コースを提供している。卒業生は

MIMOS が提供する多様なソフトウェア・エンジニアリングコースを受けることで、キャリア開始前に経験を積むことができる。

・インターンシップ

学士・修士・博士課程の学生が、MIMOS で ICT 分野の実地経験を得ることを目的としたプログラム。学生はインターンを通じて MIMOS の内部プロジェクトに参加し、実習・学習経験を得ることができる。

特許や論文からみた研究成果

共同利用による研究成果はモニタリングしていない。

研究機関としての成果は、国際特許 2313 件、総発行論文数 236 件（うち Science Citation Index（SCI）掲載論文 2 件）等である。

代表的な研究プロジェクトとその内容

多くの分野・テーマをカバーする研究機関であるため、組織として代表的なプロジェクトを選定することは難しい。再生エネルギー、EV、パームオイル、データ分析、オンラインソリューション等、幅広い領域において、多様なプロジェクトに取り組んでいる。

施設整備・運用に関する課題

研究機器の多くはハードウェアのため、調達から設置、維持管理まで多くのプロセスで人手を要する。また、研究機器の調達を計画し、設置・導入するために長い時間がかかる一方で、技術は早いスピードで発展するため、技術の変化や利用者のニーズの変化を把握し、適切な対応をしていく必要がある。

その他

KRSTE.My プラットフォームは、MIMOS が構築した。MIMOS では KRSTE.My の利用率が高く、NSFE を利用した機器使用申請が多く行われている。また、MIMOS の収入の 5 ～ 10% は、NSFE を通した共同利用申請に基づくものである。

4.4.2 マレーシア標準工業研究所（SIRIM）

拠点の設置目的

マレーシア標準工業研究所（SIRIM, Standard and Industrial Research Institute of Malaysia）は、1975 年に設立された国立の研究開発機関である。研究分野ごとに研究施設を持ち、国内に複数の研究所を所有している。先端的な研究や中小企業等の支援を通じて、国の掲げる政策実現に寄与することを目的とする。

なお、R&D 部門は、産業バイオテクノロジー、環境技術、機械技術、バイオ・天然ガス、エネルギーマネジメント、ナノテクノロジー、センサー、バイオメディカル、スマートマニュファクチャリングの 9 つのテーマに分かれている。

拠点運営のための人員配備

KRSTE.My によると、2022 年 2 月現在の研究関連人員は以下のとおりである。

・技術者 106 人
・テクニカルエグゼクティブ 91 人
・エンジニア 24 人
・エンジニアリング・コーディネーター 3 人
・計量士 5 人
・研究者 84 人
・リサーチアナリスト 19 人
・分析コンサルタント 11 人
・講師 2 人

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

施設および研究機器の管理や運営は、研究者が中心となり行っている。

機器整備状況（主要な研究機器）

研究施設と主要な研究機器は以下のとおりである（順不同）。

■産業バイオテクノロジー研究センター（Industrial Biotechnology Research Centre）
・HPLC
・レーザー式粒度分布測定機（米 Beckman Coulter 社。LS100Q）
■環境技術研究センター（Environmental Technology Research Centre）
・GC/MS
・ICP 発光分光装置
・イオンクロマトグラフィー
・水銀分析装置
・元素分析装置（独 Elementar 社。Vario EL III）
■先端材料試験所（Advanced Materials Testing Laboratory）
・XRD

共有の形態および共有の範囲

従来より企業向けの標準化支援や試験サービスを提供している。あわせて、研究機器等のアセットを有効活用するために、施設をオープンにして共同利用を行っている。

共有の範囲について制限はない。大学や公的研究機関の研究者に留まらず、民間企業に所属する者でも利用できる。日本の大学等に所属する研究者も利用可能であり、過去に利用実績がある。

共同利用ルールの整備

施設や機器の利用にあたっては、施設利用に関する同意書を提出する必要がある。同意書は、事故に際しての責任の所在等、一般的な内容で構成されている。

交付額および収支

研究機器の整備や維持にあたっては特許収入等の自己の収入をあてており、政府から助成は受けていない。収支情報は開示していない。

施設運用上の KPI

機関運営に関する KPI は 30 以上存在するが、稼働率やユーザー数等の機器の共同利用に関する KPI はない。黒字化や研究の商業化が特に重要な KPI として認識されている。

人的交流の実施

収入増加や黒字化が重要な目標のため、地域・国レベルで様々な交流をしている。その中には大学や企業も含まれる。SIRIM で主催するイベントに加えて、他機関が主催するイベントに共催することも多い。具体的には商業化を促進するため積極的に研究成果を紹介している。最近はウェビナーが中心である。

特許や論文からみた研究成果

組織内の施設・機器は従前より共同利用されており、共同利用に焦点を当てた関連特許・論文情報を特定することは困難である。なお、組織としてのこれまでの成果は以下のとおりである。また、引用数上位 3 件の論文は表 3-4 のとおりである。

・国際特許 130 件

・総発行論文数 312 件、うち SCI 掲載論文 0 件

代表的な研究プロジェクトとその内容

近年では産業用バイオ技術が注力分野の一つである。化粧品の新商品開発のようなプロジェクトも多く、例えばランブータンの皮を使った商品開発を行っている。

施設整備・運用に関する課題

組織としては、研究プロジェクトの商業化、そして商業化の成功による収益性の向上が重要であり、共同研究利用拠点や運用について大きな課題認識はない。商業化を図る上ではマーケットのトレンドを理解する必要があり、トレンドに合わせて必要な研究機器をタイムリーに整備していく必要がある。

表 4-4　代表的な論文例

論文名	著者	発行年	引用数	掲載誌
Effects of water absorption on Napier grass fibre/polyester composites	M.Haameem J.A., M.S.Abdul Majida, M.Afendia, H.F.A.Marzuki (SIRIM), E. Ahmad Hilmi (SIRIM), I.Fahmi, A.G.Gibson	2016年	77	Composite Structures
Powder injection molding of biocompatible stainless steel biodevices.	Muhammad Aslam, Faiz Ahmad, Puteri Sri Melor Binti Megat Yusoff, Khurram Altaf, Mohd Afian Omar (SIRIM), Randall M.German	2016年	42	Powder Technology
Catalytic steam reforming of complex gasified biomass tar model toward hydrogen over dolomite promoted nickel catalysts	Ru ShienTan, Tuan Amran Tuan Abdullah, Saiful Azam Mahmud (SIRIM), Rohaya Md Zin (SIRIM), Khairuddin Md Isa	2019年	38	International Journal of Hydrogen Energy

（RISS もとに著者作成。2022 年 3 月 9 日時点）

4.4.3 マレーシア大学トレンガヌ校（UMT）

拠点の設置目的

マレーシア大学トレンガヌ校（UMT, Universiti Malaysia Terengganu）は、マレーシアの海洋研究機関であり、政府傘下の研究所として設立された。現在は大学に転換されており、海洋関連分野を中心とした研究および教育を行っている。本大学の施設にある大部分の機器は共同利用されている。

拠点運営のための人員配備

複数の施設があり、各施設の機器が共同利用可能である。それぞれの施設に職員がいるため全体の人数は正確に把握されていない。なお、施設の関係者は研究者・利用者・管理者の３つに区別し管理されているが、研究者は利用者となる場合もある。

共同研究利用拠点の全体管理は中央サービスセンター（Central Service Center）が担う。Central Service Center は、機器を適切に維持管理し共有を促し、コストを抑えながら UMT 内外の研究者に先端研究機器のアクセスを提供することを目的とする。また、その結果、内外の研究品質を向上することも掲げている。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

以前は、十分な予算があったので、機器を管理・運用するために外部の専門家を職員として雇っていた。しかし、現状は財政状況に余裕がある訳ではないため、ベンダー等の専門機関に委託しており、大学内の職員がベンダーのサポートを受けながら運用している。

拠点運営や機器使用に関する明確な人材育成プログラムや仕組みは未だ存在しない。

機器整備状況（主要な研究機器）

学内の研究施設とそこに設置されている主要な研究機器は以下のとおりである（順不同）。

■海洋工学技術情報学部（Fakulti Teknologi Kejuruteraan Kelautan dan Informatik）
・FT-IR
・Benchtop X-Ray Diffractometer（XRD）
・ガスクロマトグラフィー（GC）
■水産食品科学部（Fakulti Perikanan dan Sains Makanan）
・FT-IR Spectrometer
・ICP-OES（ICP 発光分光分析装置）
・HPLC
・Texture Analyzer
・DSC
■研究およびフィールドサービスセンター（Pusat Perkhidmatan Penyelidikan dan Lapangan）
・GC/MS
・HPLC
・イオンクロマトグラフィー
・全有機炭素・全窒素自動測定装置
・比表面積・細孔分布測定装置
・TGA/DSC
■海洋バイオテクノロジー研究所（Institute of Marine Biotechnology）
・FT-IR
・HPLC
・リアルタイム PCR
・バイオ分析機器（PROKARYOTE）
・バイオ分析機器（EUKARYOTE）
■熱帯水産養殖研究所（Institute of Tropical Aquaculture and Fisheries）
・自動粒子サンプリングシステム

共有の形態および共有の範囲

共有の形態について、設立当初より施設や機器の利用はオープンになっていた。また、共有の範囲は法人･個人・国籍等に関係なく開放されている。日本の機関に所属する研究者も利用可能である。なお、共有の方法としては以下の３つがある。
・機器の共同利用（過去５年間で利用件数は増加。共同研究を目的としたラボも設立）
・試験サービスの提供
・機器の賃貸およびリース

共同利用ルールの整備

施設は、ISO17025（共同研究開発の国際標準）および内部規則・基準に基づき、管理している。
なお、UMT の内部利用者の区分は以下のとおりである。
・Teaching & Learning（利用料なし）：学内の学生による教育の一環としての利用
・R&D（利用料あり）：大学の研究者による研究目的での利用
・Technology Educator Consultants（利用料あり）：TEC と呼ばれる職員が学生や研究者等の要請に

より機器使用の支援や試験のサポートを実施

外部の利用者については、大学が申請内容を確認し、施設･機器の利用者として適切かどうかを審査する。審査に通った場合は利用許可が出される（審査基準は非公開）。なお、UMT の研究者と共同研究を行っている場合は、UMT 内部利用者とみなされる。また、利用料は、研究テーマ、使用機器、所属等により異なるが、明確な基準はない。

交付額および収支

施設予算の 3 分の 1 程度が、施設の維持や研究機器の調達、維持管理に利用される。

施設運用上の KPI

ISO17025 に準拠しながら利用者向けのサービス提供を拡大すること、および UMT の資産を有効活用し収入を創出することが重要な目標である。

人的交流の実施

機器の共同利用を促進するためのセミナーやイベントは行っていない。研究の観点では、個々の研究者による共同研究の他、対国内大学、また海外の大学との国際共同研究を行っている。特に 2020 年頃を境に大学外の共同研究が増加しており、過去 5 年では共同研究を目的としたラボ設立や研究機器の共同利用事例が増えている。一方で、民間機関との交流は限定的である。

過去には JICA に船舶の購入を支援してもらった。また、海洋研究に強い北海道や九州の大学とは、交換留学制度を通じて交流を行っている。

特許や論文からみた研究成果

大学内の施設・機器は従前より共同利用されており、共同利用に焦点を当てた関連特許・論文情報を特定することは困難である。なお、大学としてのこれまでの成果は以下のとおりである。また、引用数上位 3 件の論文は下表のとおりである。

・国際特許 55 件

・総発行論文数 5036 件、うち SCI 掲載論文 31 件

表 4-5　UMT の代表的な論文例

論文名	著者	発行年	引用数	掲載誌
Novel Proton Conducting Solid Bio-polymer Electrolytes Based on Carboxymethyl Cellulose Doped with Oleic Acid and Plasticized with Glycerol.	M. N. Chai & M. I. N. Isa	2016年	98	Scientific Reports
Enhanced Capacitance of Hybrid Layered Graphene/Nickel Nanocomposite for Supercapacitors	Norsaadatul Akmal Mohd Zaid & Nurul Hayati Idris	2016年	41	Scientific Reports
Opportunistic spawning of tropical anguillid eels Anguilla bicolor bicolor and A. bengalensis bengalensis	Takaomi Arai (UBD), Siti Raudah Abdul Kadir (UMT)	2017年	32	Scientific Reports

（RISS をもとに著者作成。2022 年 3 月 9 日時点）

施設整備・運用に関する課題

施設・機器の老巧化が課題である。予算の制約により、新規機器の整備に留まらず、既存研究機器の維持すら難しいことがある。外部の研究者を含めて研究機器を共同利用できる施設であるため、本来は各機器がいつでも利用できるようにメンテナンスされているべきである。

4.4.4 マレーシア化学局（KIMIA）

拠点の設置目的

マレーシア化学局（KIMIA, Jabatan KIMIA Malaysia）は、マレーシア MOSTI 傘下の技術機関であり、公的機関や民間企業に試験や分析、品質管理・研究、化学トレーニング等を提供するために設立された。現在は、Kedah、Pulau Pinang、Melaka、Johor 等、14 州にオフィスを置き、各地域で主にサービスを提供している。先端研究機器等にアクセスできない研究者に研究インフラを提供することも組織の目的の一つであり、各地域拠点において研究支援を行っている。

拠点運営のための人員配備

組織全体としては全体では約 1200 人の職員が存在する。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

トレーニング部門が、人材育成のためのオンデマンド教育を提供している。その中に、機器の管理や利用方法についてのコンテンツも存在する。なお、提供するトレーニングの内容は、受講生の学位や経験などによって変えている。

機器を取り扱える人材の確保が課題であり、人材育成の観点から積極的にトレーニングプログラムを展開している。

機器整備状況（主要な研究機器）

施設毎の主要な研究機器は下表のとおりである。

表 4-6　代表的な共同利用機器（順不同）

施設名	機器リスト
BAHAGIAN BIOTEKNOLOGI	DNA SEQUENCER
	REAL-TIME PCR
BAHAGIAN KRIMINALISTIK	GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETER
	FOURIER TRANSFORM INFRA RED SPECTROPHOTOMETER MICROSCOPE
BAHAGIAN NARKOTIK	GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETER
	FOURIER TRANSFORM INFRA RED SPECTROPHOTOMETER (PORTABLE)
	FOURIER TRANSFORM RAMAN SPECTROPHOTOMETER (PORTABLE)
	GAS CHROMATOGRAPH WITH FOURIER TRANSFORM INFRA RED SPECTROPHOTOMETER
	LIQUID CHROMATOGRAPHY-TANDEM MASS SPECTROMETER
BAHAGIAN KUALITI AIR	GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETER
BAHAGIAN PENYELIDIKAN DAN KALIBRASI	LIQUID CHROMATOGRAPHY SYSTEM WITH TANDEM MASS SPECTROMETER
	GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETER - LARGE VOLUME
	INJECTION SCANNING ELECTRON MICROSCOPY WITH ELECTRON DISPERSIVE X-RAY
BAHAGIAN INDUSTRI	FLUORESCENT SPECTROMETER
	FOURIER TRANSFORM INFRA RED SPECTROPHOTOMETER (FASTNESS TESTER)
	GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETER
BAHAGIAN PEMERIKSAAN DOKUMEN	FOSTER FREEMAN RAMAN SPECTRAL COMPARATOR
BAHAGIAN TOKSIKOLOGI	GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETER
	LIQUID CHROMATOGRAPHY TANDEM MASS SPECTROMETER
PUSAT LATIHAN KIMIA MALAYSIA	FOURIER TRANSFORM INFRA RED SPECTROPHOTOMETER
BAHAGIAN KIMIA MAKANAN	GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETER
	GAS CHROMATOGRAPHY TANDEM MASS SPECTROMETER
BAHAGIAN KIMIA ALAM SEKITAR	X-RAY FLUORESCENCE MACHINE
	GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETER
	GAS CHROMATOGRAPHY HIGH RESOLUTION MASS SPECTROMETER
	FOURIER TRANSFORM INFRA RED SPECTROPHOTOMETER
	X RAY DIFFRACTION ANALYZER
	X RAY FLUORESCENCE SPECTROMETER
	X RAY FLUORESCENCE ANALYZER
JKMN JOHOR	GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETER
	DNA SEQUENCER
	FOURIER TRANSFORM INFRA RED SPECTROPHOTOMETER
	X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETER

（KRSTE.My の公開情報をもとに著者作成）

共有の形態および共有の範囲

共有の形態はオープン化である。国として、研究機器の共有を推進している。利用に際して、利用者は一定の費用を支払う必要がある。

共有の範囲に制限はなく、公的機関や民間企業、国内機関や海外機関等、研究者は誰でもアクセスできる。利用に際して、利用資格や条件も特にない。

組織外の研究者等による利用は、サービスの依頼がメインである。KIMIA には比較的新しい先端的な研究機器があるが、自分で機器を使って調べたいというよりは、サービスを利用して、スピーディーに結果を欲しいというニーズが大きい。

共同利用ルールの整備

政府機関や MOU（Memorandum of Understanding）を締結している研究機関は、制約等なく共同研究利用拠点を利用することができる。また、政府機関や公的機関は、無料で機器を利用できる。一方で、その他機関は、当該機関に申請レターを送り承認を得ることで利用が可能となる。また当該機関が設定した価格に基づき利用料を支払う必要がある。

交付額および収支

非公開情報であり開示できない。

施設運用上の KPI

研究機器の共有や利用、管理等に関する KPI は存在しない。

人的交流の実施

共同利用に関する人的交流等は特にない。

特許や論文からみた研究成果

研究に注力する機関ではなく、研究者や企業のニーズに応じた支援を行うことが主な目的のため、研究論文等の成果は限定的である。

施設整備・運用に関する課題

研究機器については、老巧化した機器の入替や新規調達の必要があるが、資金不足や人員不足、運営・管理ノウハウの不足等の課題が存在する。

参考資料・文献

・Kementerian Sains, Teknologi & Inovasi（2020）「DASAR SAINS, TEKNOLOGI DAN INOVASI NEGARA 2021-2030」, https://www.mosti.gov.my/en/dstin/

・Kementerian Sains, Teknologi & Inovasi（2020）「BELANJAWAN 2021 KEMENTERIAN SAINS, TEKNOLOGI DAN INOVASI, 2020. 11.」

・Kementerian Sains, Teknologi & Inovasi（2009）「INTELLECTUAL PROPERTY COMMERCIALISATION POLICY FOR RESEARCH & DEVELOPMENT（R&D）PROJECTS FUNDED BY THE GOVERNMENT OF MALAYSIA」, http://pmr.penerangan.gov.my/wp-content/uploads/2020/01/3.-Intellectual-Property-Commercialisation-Policy-for-RD-English.pdf

・Kementerian Sains, Teknologi & Inovasi（2021）「KOMPENDIUM PROJEK R&D MOSTI RmKe-11（SIRI 1）」, https://www.mosti.gov.my/wp-content/uploads/repository/penerbitan/2021/Kompendium%20Projek%20R&D%20MOSTI,%20RMKe-11%20（Siri%201）.pdf

・KEMENTERIAN SAINS, TEKNOLOGI DAN INOVASI/KENYATAAN MEDIA（2021）「MATLAMAT MENJADIKAN MALAYSIA SEBUAH NEGARA˜BERTEKNOLOGI TINGGI MENJELANG TAHUN 2030」, https://www.mosti.gov.my/wp-content/uploads/2021/10/SIARAN-MEDIA-REAKSI-YBM-MOSTI-MALAYSIA-NEGARA-BERTEKNOLOGI-TINGGI-MENJELANG-2030.pdf

・Academy of Sciences Malaysia 2020（2020）「10-10 Malaysian Science, Technology, Innovation and Economy（MySTIE）Framework ~ Trailblazing the Way for Prosperity, Societal Well-Being & Global Competitiveness」, https://www.akademisains.gov.my/10-10-mystie/
・Kementerian Sains, Teknologi & Inovasi（2005）「MALAYSIA'S S& T POLICY FOR THE 21st CENTURY」
・Kementerian Sains, Teknologi & Inovasi（N.D.）, https://www.mosti.gov.my/
・Malaysian Science and Technology Information Centre（N.D.）「Portal MASTIC」, https://mastic.mosti.gov.my/
・Malaysian Science and Technology Information Centre（N.D.）「KRSTE.My」, https://krste.my/
・MIMOS Berhad – National Applied R&D Centre（N.D.）, http://www.mimos.my
・SIRIM Berhad（N.D.）, https://www.sirim.my/
・UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU（N.D.）, https://www.umt.edu.my/
・JABATAN KIMIA MALAYSIA（N.D.）, https://www.kimia.gov.my/

5　各国調査 – フィリピン共和国

5.1　科学技術政策の基本情報整理

フィリピンにおける R&D 支出は、UNESCO 統計の 2015 年データによると、GDP 対比の GERD（Gross Expenditure on R&D）が約 0.2％であり小さい。一方で、科学技術発展の重要性については認識がされており、2000 年代初頭には、長期計画（NSTP2020, National Science and Technology Plan for 2001-2020）が策定された。NSTP2020 では「科学技術が未来の経済発展の基礎」であると記されており、民間企業や農水産業の近代化、平等な社会、総合的な人材開発、グッドガバナンスに基づくマクロ経済の安定的成長の重要性と、その実現に必要な R&D 技術移転や人的資源開発、科学技術振興、情報通信ネットワーク等の在り方が示されていた。NSTP2020 に掲げられたゴールは以下のとおりである。

人材育成
・人口 100 万人当たりの科学者数を 380 人まで拡大する
・海外から帰国する科学研究人材に各種便益を提供する

関連インフラの強化（R&D 拠出等）
・Science for Change プログラムのもと、地域大学の R&D 能力向上のための支援（NICER, Niche Centers in the Regions）を行う
・高等教育委員会（CHED, Commission on Higher Education）と協力した研究資金の提供を行う

技術革新に向けた支援
・中小企業の技術力向上のため支援プログラム（SETUP, Small Enterprises Technology Upgrading Program）を通して技術力向上のための資金支援を行う
・自然災害予防技術の革新のため、気象観測所やドップラーレーダーの増大に取り組む。
また、土砂崩れ防止のためのプログラム等を提供する

NTSP2020 は終了を迎え、科学者の数の大幅な増加をはじめ、設定された多くのゴールが達成された。一方、科学技術や研究投資水準はまだ十分とは言えず、更なる科学技術発展に向け、次期長期計画「AmBisyon Natin 2040」が策定された。当該長期計画では、国家統合基本研究アジェンダについて、ヘルスケア、農業･水産業･天然資源、産業･エネルギー･新技術、災害リスク削減、気候変動への適応等が主要セクターのテーマとして選定されている。また、AmBisyon Natin 2040 のロードマップ実現に向け、以下 11 の主要なアジェンダが設定されている。

1. 緊急問題解決のための R&D
2. 生産性向上のための R&D
3. 潜在資源の活用・管理のための R&D
4. 国益を目的とした新技術開発のための R&D
5. 気候変動および災害リスクの減少

6. R&D 結果を活用した技術移転および事業化
7. 生産部門（製造業）の支援
8. 施設高度化および科学技術サービス改善（資金支援を通じた地域のインフラ · 施設 ·R&D 等の強化）
9. 科学技術人材の育成
10. 地域との連携（地域の科学技術大学との連携、地域の科学技術大学の能力向上）
11. 産学および国際機関との協業（Co-laboratories）

フィリピンでは、科学技術省（DOST, Department of Science and Technology）が基本計画の策定、科学技術政策の執行および総括を担う。DOST は政府の R&D に係る総予算の 20 ～ 30% を執行する。また、DOST に加えて、貿易産業省（DTI, Department of Trade and Industry）、農務省（DA, Department of Agriculture）、保健省（Department of Health）、環境資源省（DENR, Department of Environment and Natural Resources）、交通通信省（DOTC, Department of Transportation and Communications）等が、それぞれが別途の研究予算を持っており、傘下機関を通して科学技術振興を行っている。加えて、CHED は、高等教育関連の政策および計画立案機能を持ち、大学が行う研究開発事業の調整を行っている。フィリピンで研究を行う専門学校や大学は、科学技術調整委員会（STCC, Science and Technology Coordinating Council）傘下の委員会と連携し、フィリピンの研究重点分野を踏まえた取組みを行っている。なお、STCC は、科学技術活動に関する省庁および部門間の調整機能を持っており、必要に応じて部門別の国家調整委員会を設置し、特別な科学技術事案を解決するためのプログラムを開発する役割を担っている。

5.2 政策・ファンディング調査

国内の先端研究機器整備に関連した DOST の政策は下表のとおりである。幾つかのファンディングプログラムが存在するが、機器整備に係るファンディングについても、DOST が拠出するプログラムの他、各省庁に紐づいたプログラムも存在することに留意が必要である。

表 5-1 先端研究機器の整備に関連した政策・プログラム

プログラム	概要	助成額
NICER (Niche Centers in the Regions for R&D)	地域発展のために地域にR&Dセンターを設立する	170万米ドル
CRADLE(Collaborative R&D to Leverage PH Economy for RDIs and Industry)	産学官の連携によるR&Dの活性化を図る（民間パートナーが必要）	10万米ドル/件
DOST PCIEERD (Philippine Council for Industry, Energy, and Emerging Technology Research and Development)	DOST PCIEERDのInfrastructure Development Program (IDP)は、特定分野において、研究施設が不足する地域の研究室及び研究機関の施設高度化支援を行う	不明

（各プログラム内容をもとに著者作成）

共同研究利用拠点は、DOST に関連するものと DTI に関連するものに大別される。DOST に関連する施設には、公的研究機関や国立大学がある。大学等に新たな研究センターや機器整備施設を設置する際、共同研究利用拠点とすることが助成条件に指定される。なお、公的研究機関や国立大学が保有する機器は、政策的裏付けに関わらず、他大学や外部の研究者の希望に応じて開放されていることが多く、多くの機関は実質的にオープンになっている。

一方、DTI に関連する共同研究利用拠点は、中小企業の発展と産業基盤の強化を目的としており、中小企業が製品やサービスを開発するための試作や試験等を行うことを想定した施設である。これらの施設は

Fablabs/co-working spaces や Shared Service Facility for MSMEs と呼ばれ、中小企業が必要とする基本的な機器が整備されている。そのため、本調査が対象とする機器や施設とはスペックや利用者属性が異なる。DTI は、2013 年以降 30 億フィリピン・ペソ超を拠出し、このような施設を 3000 拠点以上運営している。

5.3 政策等に基づく整備状況の整理

DOST に関連した施設で共同利用を公にうたっている施設は下表の 6 拠点である。

表 5-2 フィリピンの共同研究利用拠点一覧（順不同）

	拠点名	研究分野
1	University of the Philippines - Visayas	生物学、生命工学
2	University of the Philippines - Mindanao	生命工学
3	Industrial Technology Development Institute - Biotechnology Facilities	生物学
4	Industrial Technology Development Institute - Material Science Facilities	素材工学
5	Industrial Technology Development Institute - Nanotechnology Facilities	ナノ工学
6	Advanced Science and Technology Institute	電気工学

（著者作成）

これらの共同研究利用拠点には、オープン化された施設と研究拠点がある。施設概要例は以下のとおりである。なお、施設の詳細は次節で紹介する。

産業技術総合研究所マテリアルサイエンス施設（Industrial Technology Development Institute - Material Science Facilities）

当該施設は、共同利用を前提として公的研究機関に整備された共同研究利用拠点であり、表面工学および特殊素材分野における研究開発、技術移転、産業界に対する技術サポート、専門知識の提供等を目的としている。研究機関に所属する研究者だけでなく、他の研究者も指定された費用を支払うことで機器や分析サービス等の利用が可能である。

5.4 主要共同研究利用拠点の調査

DOST 傘下の公的研究機関である先端科学技術研究所（ASTI, Advanced Science and Technology Institute）、国立大学フィリピン大学ビサヤ校およびミンダナオ校にインタビューを行い、各施設の概要および実態について調査した。

5.4.1 先端科学技術研究所（ASTI）

拠点の設置目的

ASTI は 1987 年に設立された DOST 傘下の研究機関である。DOST には、7 つの研究分野があり、ASTI は電子材料やデジタルコンテンツを主な研究対象分野とする。

拠点運営のための人員配備

ASTI の職員は全部で約 200 人である。共有施設を管理する職員が約 15 人いる。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

政府は、研究機器を適切に運用できる人材の育成を重要と認識しており、研究機器の利用支援や人材育成を専門とする職員が約 20 人いる。

機器整備状況（主要な研究機器）

主要な研究機器は以下のとおりである（順不同）。

■ EPDC ラボ（PCB 試作・製造設備）

・3D プリンター

・3D スキャナー（加 LMI Technologies 社。HDI100 Series）

・3D スキャニングソフト（加 LMI Technologies 社）

■ EPDC ラボ（電磁波適合性試験設備）

・EMC 試験設備

■ EPDC ラボ（パラメトリック試験設備）

・ハンドヘルド XRF

・シグナルアナライザ

・ベクトル信号発生器

共有の形態および共有の範囲

設立当初より、先端研究機器を整備することが難しい大学や企業に対して、良質な研究機会や研究環境を提供することを目的の一つとしている。

共有の範囲としては、大学や研究機関の研究者のみならず、民間企業の研究目的でも利用可能である。また、海外の研究機関に所属する研究者も利用可能である。過去にヨーロッパの研究機関と共同研究を行った際、当該施設で機器を利用していた。最近は私立大学に所属する研究者の利用が増えている。また、民間事業者は電子試験に関する利用が多い。

共同利用ルールの整備

明確なルールはなく、利用料金の定めもない。利用者は施設利用に際して窓口に連絡し申請をする必要がある。大学等に所属する研究者が学術・研究目的で利用する場合は、無料で提供することが多い。ただし、特殊な条件が必要な場合や民間事業者が施設を利用する場合は、相応の費用をもらっている。有料ではあるものの民間事業者に委託する金額と比較すると低額である。

なお、High performance computing の研究は注力分野ということもあり、研究者等に施設や機器の利用ニーズがある場合は、無料で研究環境を提供している。

交付額および収支

施設を運営するための費用は全て政府からの助成である。財務省と協議し予算を編成する。なお、2022 年度の ASTI の予算は約 870 万アメリカ・ドルであり、そのうち施設維持や機器整備等の設備関連支出は、約半分の 450 万アメリカ・ドルである。

施設運用上の KPI

共同研究利用拠点としての KPI は存在しない。政府予算の助成に基づき運営されているため、何かを達成することでインセンティブが与えられることはない。なお、研究機関としての KPI は、積極的な国際協力や研究パートナーシップの形成、研究論文数等が設定されている。

人的交流の実施

共同利用に関するイベントやプログラムは特に行っていないが、国際的な共同研究に力を入れており、研究者間の交流に注力している。研究者の中には、東アジアやヨーロッパ等で学士・修士・博士を取得する者も多い。日本の場合は、北海道大学への留学者が多い。

特許や論文からみた研究成果

機関として研究成果は以下のとおり。また、共同利用との関係性はないが、引用数の多い当該機関の代表的な論文例は下表のとおりである。

・国際特許：4 件

・総発行論文数：110 件

表 5-3　ASTI の代表的な論文例

論文名	著者	発行年	引用数	掲載誌
Predicting decisions of the philippine supreme court using natural language processing and machine learning	Michael Benedict L. Virtucio, Jeffrey A. Aborot, John Kevin C. Abonita, Roxanne S. Aviñante, Rother Jay B. Copino, Michelle P. Neverida, Vanesa O. Osiana, Elmer C. Peramo, Joanna G. Syjuco, Glenn Brian A. Tan	2018年	23	IEEE(2018 IEEE 42nd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC))
Rice Galaxy: an open resource for plant science	Venice Juanillas, Alexis Dereeper, Nicolas Beaume, Gaetan Droc, Joshua Dizon, John Robert Mendoza(DOST-ASTI), Jon Peter Perdon(DOST-ASTI), Locedie Mansueto, Lindsay Triplett, Jillian Lang, Gabriel Zhou, Kunalan Ratharanjan, Beth Plale, Jason Haga, Jan E Leach, Manuel Ruiz, Michael Thomson, Nickolai Alexandrov, Pierre Larmande, Tobias Kretzschmar, Ramil P Mauleon	2019年	11	GigaScience
Near-Realtime Flood Detection from Multi-Temporal Sentinel Radar Images Using Artificial Intelligence	R. M. de la Cruz, N. T. Olfindo, Jr., M.M. Felicen, N. J. B. Borlongan, J. K. L. Difuntorum, J. J. S. Marciano, Jr.	2020年	3	ISPRS(Volume XLIII-B3-2020, 2020 | XXIV ISPRS Congress, Commission III (Volume XLIII-B3-2020))

（Google Scholar をもとに著者作成。2022 年 3 月 31 日時点）

施設整備・運用に関する課題

十分な予算がなく、新規機器の調達や既存機器の維持のための予算確保に苦慮している。そのため、現在施設にある研究機器の種類やスペック、メンテナンス状況は十分とは言えない。

また、研究者の退職（転職）も課題であり、新しい研究者の獲得だけでなく、既存の研究者に長く研究を続けてもらうため、研究環境の充実等の仕掛けが必要であると認識している。

5.4.2 国立フィリピン大学ビサヤ校ゲノム研究センター（PGC-Visayas）

拠点の設置目的

フィリピン大学は、国内に複数のキャンパスを持つ国立の研究大学であり、うち4つのキャンパスに研究センターを有している。研究センターは、ゲノム研究センター、分子生物学研究センター、地域研究センター等で構成されている。各研究センターの傘下には研究室があり、材料科学、ナノテクノロジー、生物学、化学、微生物学分野等のラボがある。国立フィリピン大学ビサヤ校ゲノム研究センター（PGC-Visayas）は、2019年に拠点として設立され、本大学所属の研究者だけでなく、外部の研究者にも機器の共有や試験サービス等を提供している。利用者の大半はビサヤ地域の研究者であり、約30の大学の研究者に利用されている。

拠点運営のための人員配備

PGC-Visayasは合計27人で構成されている。そのうち約4分の3が研究者であり、研究者は研究以外にも施設や研究機器の管理、トレーニング、各種サービスの提供等、全般的なセンター運営業務に携わっている。残りの4分の1の職員は事務職員である。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

センター内にはトレーニング部門があり、研究機器の利用方法に関するトレーニングを提供している。トレーニングは入門編と応用編に分かれており、研究機器の利用者の習熟度に応じて、トレーニングが提供されている。

機器整備状況（共同利用機器の例）

主要な研究機器は以下のとおりである（順不同）。

・細胞等自動抽出装置（米 Thermo Fisher Scientific 社。Kingfisher Duo Prime）
・バイオアナライザー（米 Agilent Technologies 社）
・フローサイトメーター（米 Thermo Fisher Scientific 社。Attune NxT）
・リアルタイム PCR（米 Bio-Rad 社。CFX96 Touch）

共有の形態および共有の範囲

PGC-Visayasは、共同利用機能を持つ拠点になることを条件に、政府系ファンディング機関から公益的目的のファンディングを受けている。なお､大学の保有する機器を共有するコンセプトは一般的なものであり、共同利用機能を持つことはハードルではなかった。

共有の範囲に制約はない。主には国内の国公立大学や政府系機関が利用しているが、私立大学や民間研究機関、海外の大学を含め、全ての研究者が利用できる。

共同利用ルールの整備

上述のとおり全ての研究者が利用できるものの、利用料金には区分があるため、安価な利用料金（特別料金）を適用するため、大学や研究機関の場合は、事前に具体的な利用条件を定めたMOUを締結し、文書化することが一般的である。契約締結後、利用者は研究内容や利用予定の機器等の申請書を提出する。当該申請を踏まえ、研究者らに対して、機器の利用法等の事前教育が行われる。施設利用者は当該トレーニングの受講が義務となる。

なお、共同利用や試験サービスの料金は他機関と比べて安価である。MOU を締結している場合は、更なるディスカウントが適用される。

交付額および収支

PGC-Visayas は、約 1 億フィリピン･ペソの交付を受けており、そのうち約 7.5%が施設の研究機器の購入、維持管理および運用のために利用されている。

PGC-Visayas の収支は赤字である。ただし、当該センターの設立が 2019 年と比較的新しいため、現状では大きな問題認識はない。直近は、研究パートナーとの関係構築を優先している。ただし、中長期的には黒字転換が必要である。

施設運用上の KPI

共同機器利用に関する KPI としては、共同研究利用拠点を利用する大学等との MOU 締結件数や試験サービスを利用する民間企業等のクライアント確保数がある。

ただし、センター設立から間もないこともあり、現状は KPI の達成よりもセンターを利用する研究者の満足度について、より多くの議論がなされている。施設を利用した研究者には、満足度調査を行い、利用者の声の把握と改善の取組みを行っている。

人的交流の実施

PGC-Visayas の直接的な取組みはないが、フィリピン科学技術省が交換留学制度を持っており、外国の研究者を呼び込むと共に、所属する研究者に海外機関での経験を提供している。

上記プログラム以外にも、研究者個人単位で海外大学等と共同研究を行い、PGC-Visayas と外国機関との間にネットワークを構築している例がある。

特許や論文からみた研究成果

2019 年にセンターが設立されたため、まだ大きな成果と言えるものは無い。

代表的な研究プロジェクトとその内容

上述のとおり明確な成果としては現れていないが、新型コロナウィルスの変異に関する研究をフィリピン保険省や国立の研究機関と共同で取り組んでおり、代表的な研究となることが期待されている。

施設整備・運用に関する課題

研究機器の購入や維持のための予算は十分とは言えず、ファンディングの獲得が一番の課題である。加えて、新規に導入した機器を巧くハンドリングできる熟練した技術者の獲得や育成が課題である。

5.4.3 国立フィリピン大学ミンダナオ校ゲノム研究センター（PGC-Mindanao）

拠点の設置目的

フィリピン大学ミンダナオ校ゲノム研究センター（PGC-Mindanao）は、PGC-Visayas と同様にゲノム研究を行う拠点である。センターとして研究に従事することに加えて、研究インフラを必要とする研究者や組織に研究環境を提供するために設置された。外部の研究者等は、PGC-Mindanao と MOU を締結することで、

施設や機器を利用することができる。

拠点運営のための人員配備

約 10 人の正規職員がおり、機器ごとに管理者を決め、当該管理者が機器の管理を担当している。その他、研究プロジェクトの特性に応じて研究スタッフを外部から随時採用している。研究スタッフは非正規職員の扱いとなる。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

機器の使用方法を学ぶための学部生向け機器トレーニングを提供している。PGC-Mindanao と共同研究を行う研究者やその他施設利用者も希望すれば当該プログラムに参加できる。

また、PGC-Visayas と同様、機器を利用する者は、事前教育の受講が義務である。

機器整備状況（主要な研究機器）

主要な研究機器は以下のとおりである（順不同）。

・次世代シーケンサー NGS（米 lllumina 社。NextSeq 1000）
・次世代シーケンサー NGS（米 lllumina 社。iSeq 100）
・DNA シーケンサー（米 Thermo Fisher Scientific 社。SeqStudio）
・リアルタイム PCR（米 Thermo Fisher Scientific 社。QuantStudio）
・フローサイトメーター

共有の形態および共有の範囲

PGC-Mindanao は、拠点として設立され、その目的の一つは研究インフラを地域と共有することである。共有の範囲に制限はないが、主に国内の大学、研究センター、政府機関（農業関連、バイオ等）に利用されている。民間企業や海外の研究機関に所属する研究者にもオープンになっているが、COVID-19 の影響により、海外研究者による利用は激減している。

なお、PGC-Mindanao の施設および研究機器の利用を希望する研究者は、所属機関が PGC-Mindanao と研究協力に関する MOU または契約を締結する必要がある。

共同利用ルールの整備

利用申請プロセスとしては、MOU 等の締結後、施設利用希望者が、研究の目的や概要、必要な研究機器等の情報を含んだ申請書を PGC-Mindanao の責任者（ダイレクター）に送り、承認を受ける必要がある。申請はメールが一般的であるが特に制限はなく、ダイレクターと面談して、申請することもできる。

施設や研究機器の利用は、MOU 締結が基本的な条件だが、時々短期の研究課題対応や報告書作成のために機器を使用したいと要請がある。そのようなケースでは、MOU なしに機器の利用を許可することがあるが、一般的ではない。

利用ルールについては、施設としての安全規則があり、それを守る必要がある。加えて、機器ごとの利用規則があるため、対象機器の管理者から説明を受けた上で、その規則に従う必要がある。

交付額および収支

毎年異なるが、今年は上半期に約 3000 万フィリピン・ペソが交付された。特別な変動が無い場合は、下半期も同じ金額になると想定される。交付額の約 10% を研究機器の購入や整備にあてている。なお、まだセンター設立から間もないこともあり、外部利用からの収入に比べて費用が大きい。

施設運用上の KPI

KPI は公開していないが、センターの大きな目標は以下のとおりである。

・国家の注力研究分野における貢献、研究課題の遂行

・未来の研究者の育成・輩出

・センターのインフラ共有による、多くの研究者との協業

人的交流の実施

特にないが、ベンダーが定期的に機器トレーニングを開催しているため、職員を派遣することがある。

特許や論文からみた研究成果

・国際特許 0 件、総発行論文 3 件

・引用数上位 3 件の論文は下表のとおりである。

表 5-4　PGC-Mindanao の代表的な論文例

論文名	著者	発行年	引用数	掲載誌
Pilot Fecal DNA Barcoding on Selected Fruit Bats in Davao City, Philippines	Michael G. Bacus (PGC-Mindanao), Sammer C. Burgos, Hannah G. Elizagaque, Kameela Monique A. Malbog, Mae A. Responte, Lief Erikson D. Gamalo (PGC-Mindanao), Marion John Michael M. Achondo, and Lyre Anni E. Murao (PGC-Mindanao)	2021年	2	Philippine Journal of Science
Critical factors influencing biotech corn adoption of farmers in the Philippines in relation with the 2015 GMO Supreme Court ban	Clarisse M.Gonzalvo, Ma. Stella C.Tirol, Mildred O.Moscoso, Nelson J.V.B.Querijero, Wilson F.AalaJr. (PGC-Mindanao)	2020年	3	Journal of Rural Studies
Genome-based local dynamics of canine rabies virus epidemiology, transmission, and evolution in Davao City, Philippines, 2018–2019	Michael G.Bacus (PGC-Mindanao), Sheryl Grace C.Buenaventura, Allan Michael C.Mamites, Hannah G.Elizagaque, Christian C.Labrador (PGC-Mindanao), Frederick C.Delfin, Ma. Noreen J.Eng, Arlene P.Lagare Gloria N.Marquez, Lyre Anni E.Murao (PGC-Mindanao)	2021年	1	Infection, Genetics and Evolution

（RISS をもとに著者作成。2022 年 3 月 30 日時点）

施設整備・運用に関する課題

機器購入に利用できる政府ファンディング獲得が課題。本島の姉妹施設に比べると予算や整備機器は見劣りしているため、共同インフラとして施設や機器を充実させたいと考えている。

参考資料・文献

・Science and Technology Cluster College of Science – National Institute of Molecular Biology and Biotechnology（CS-NIMBB）（2020）「External Service」
・Department of Science and Technology（N.D.）「Advanced Science and Technology Institute, Electronics Product Development Center」, https://asti.dost.gov.ph/projects/epdc/
・駐フィリピン大韓民国大使館（2019）「필리핀 과학기술부（DOST）의 투자유치 확대 추진 동향」, https://overseas.mofa.go.kr/ph-ko/brd/m_3645/view.do?seq=1345485&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=

・駐フィリピン大韓民国大使館（2019）「필리핀 과학기술부（DOST）의 투자유치 확대 추진 동향」, https://overseas.mofa.go.kr/ph-ko/brd/m_3645/view.do?seq=1345485&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=

・Department of Science and Technology Philippine（N.D.）, https://s4cp.dost.gov.ph/resources/
・Department of Science and Technology Philippine（N.D.）「DOST LAUNCHES NEW R&D CENTERS IN THE REGIONS」, https://www.dost.gov.ph/knowledge-resources/news/72-2021-news/2471-dost-launches-new-r-d-centers-in-the-regions.html
・Department of Trade and Industry（N.D.）,「Shared Service Facilities “Shared Success for Filipino MSMEs」, https://www.dti.gov.ph/negosyo/shared-service-facilities/
・Department of Science and Technology Philippine（2017）,「HARMONIZED NATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT AGENDA 2017-2022」
・Philippine council for Industry（N.D.）「Energy, and Emerging Technology Research And Development（DOST-PCIEERD）」, https://pcieerd.dost.gov.ph/supported-programs-projects/strategic-thrusts-and-programs/238-support-for-research-development
・Philippine council for Industry（N.D.）「Energy, and Emerging Technology Research And Development（DOST-PCIEERD）」, https://pcieerd.dost.gov.ph/library/road-maps#policy-coordination-and-monitoring-division-roadmap
・Science For Change（2021）,「Center For Mollusk Research and Development¦NICER」, https://www.youtube.com/watch?v=ieg9AUyd-PA
・Philippine Genome Center Visayas（2022）,「EQUIPMENT USE WITHOUT CONSUMABLES」
・University of the Philippines（2019）,「UP inaugurates Genomics facility」
・Philippine Genome Center Mindanao（N.D.）, https://pgc.upmin.edu.ph/home/quotation-form/services-and-equipment/
・Industrial Technology Development Institute（N.D.）, https://itdi.dost.gov.ph/index.php/facilities-and-services
・Science and Technology Cluster College of Science（N.D.）「National Institute of Molecular Biology and Biotechnology（CS-NIMBB）（2020）, External Service」
・Department of Science and Technology, Advanced Science and Technology Institute（N.D.）,「Electronics Product Development Center」 https://asti.dost.gov.ph/projects/epdc/

6　各国調査 – シンガポール共和国

6.1　科学技術政策の基本情報整理

資源のないシンガポール共和国（シンガポール）においては、旧来より科学技術は国家の成功と生存の鍵と認識されてきた。1991 年には国家科学技術委員会（NSTB, National Science and Technology Board）が設立され、最初の 5 ヶ年の国家技術計画を開始し、2002 年 1 月には NSTB がシンガポール科学技術研究庁（A*STAR, Agency for Science, Technology and Research）に改称された。A*STAR の使命は、シンガポールの科学、技術、エンジニアリングの能力を開発し、国の経済成長を促進することであり、その実現のため、国家科学技術計画の予算の一部があてられた。2006 年には研究革新・企業評議会（RIEC, Research, Innovation and Enterprise Council）が設置され､国の研究開発の戦略的方向性を立案する機能が移管された。また、同 2006 年に設立された国家研究財団（NRF, National Research Foundation）は、RIEC が示した国家の研究戦略の実現に向け、関連機関間の調整や戦略的研究開発イニシアチブに資金を提供するファンディング機関として設立された。

5 年毎に作成される研究イノベーション企業計画（RIE, Research, Innovation and Enterprise Plan）は、イノベーションを主導し知識集約型経済を推進する指針となるものであり、科学者、エンジニア、技術者の強力な基盤を構築し、経済と企業の変革を推進し、経済的価値の連鎖を生むことを目的としている。現在は RIE2025（2021-2025）に沿った活動が展開されている。

シンガポールの科学技術投資では、限られた予算を最大限生かすため、出口としての実利が重視されてきた。そのため、将来の産業振興に繋がるか、付加価値の高い雇用を生む可能性があるか等に基づき、重点分野が選定されてきた。政府が呼び水として集中的な研究投資を行うと共に、外資企業の投資や優秀な人材を呼び込むための政策支援を並行して行うことが基本方針である。その結果、バイオメディカルやエレクトロニクス等の領域においてプレゼンスを確立すると共に、産業振興や雇用創成を実現してきた。

なお、急速に変化する事業環境やテクノロジーの進展により、国家技術計画では想定していなかったニーズや機会が突如生まれるケースがある。そのような機会に対応するため､投資計画には「ホワイトスペース」の資金枠を設けられており、新規優先事項が生まれた際の迅速な対応を可能としている。実例として、サイバーセキュリティや自給率向上のための食品製造への投資がホワイトスペース資金を使って行われた。

国家技術計画重点課題および重点投資分野の変遷は下表のとおりである。

表 6-1　国家技術計画・研究イノベーション企業計画の変遷

	National Technology Plan 1995	Science and Technology plan 2000	Science and Technology plan 2005	Science and Technology plan 2010	Research, Innovation and Enterprise 2015	Research, Innovation and Enterprise 2020	Research, Innovation and Enterprise 2025
計画期間	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025
累計R&D投資額	20億SGD	40億SGD	60億SGD	135億SGD	160億SGD	190億SGD	250億SGD
重点課題	・出口重視の研究の推進	・多国籍企業のR&Dセンターの誘致 ・R&Dセンターを支える人材の育成	・国内の人材育成とグローバル人材の確保 ・A＊STARとEDBとの連携による産学連携の促進	・企業R&D活動支援 ・産学連携の強化 ・研究集約・自律型大学のための能力開発	・将来のイノベーションにむけた基礎研究への投資 ・人材誘致と人材育成 ・競争的資金強化 ・経済的成果が見込める研究への特化、技術移転支援等による産学連携強化	・産業界のニーズに合わせた研究開発の継続による雇用創出、及び付加価値の高い製品やサービスの創造 ・産業界との連携深化のための協力関係の継続	・より広範な国家的ニーズに対応する能力を拡大し、長期的な競争力を強化する ・基礎研究への支援による、多くの優秀な研究者の輩出 ・新興技術の上市・商業化に向けた、深層技術研究への支援
重点投資分野	・製造技術 ・ICT ・エレクトロニクス ・材料 ・エネルギー	同左	・バイオメディカルの追加	・環境と水、 ・デジタルメディアの追加	・エレクトロニクス ・バイオメディカルサイエンス ・ICT ・エンジニアリング ・クリーンテック	・先進製造・エンジニアリング ・健康・バイオメディカルサイエンス ・サービス・デジタルエコノミー ・都市問題の解決・持続可能性	・製造業、貿易、コネクティビティ ・人間の健康と可能性 ・都市ソリューションとサステナビリティ ・スマート・ネーションとデジタル・エコノミー

（国家技術計画・研究イノベーション起業計画をもとに著者作成）

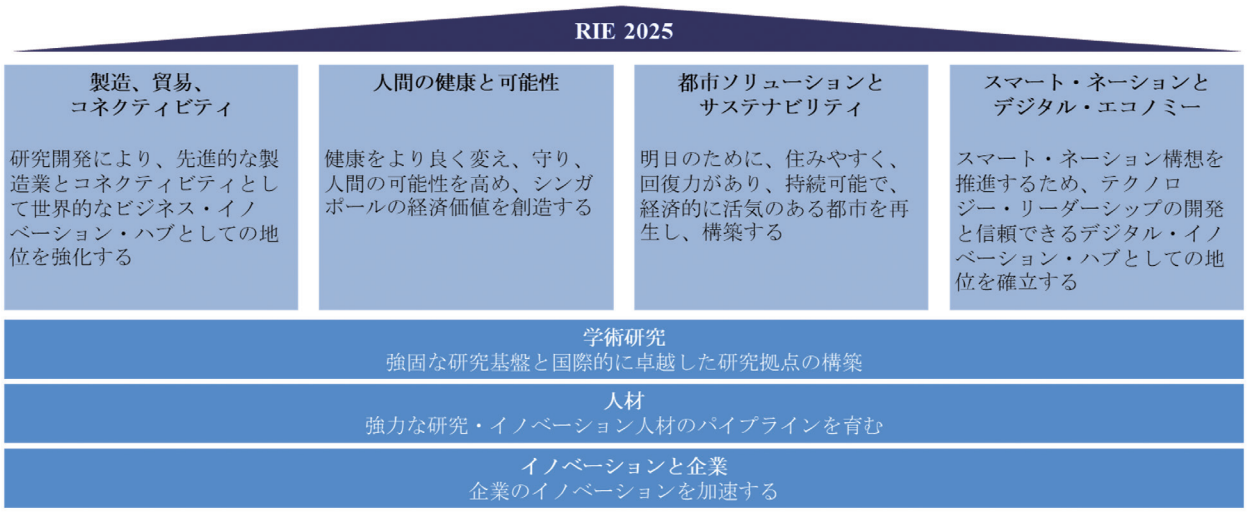
最新の RIE2025 においても、国家のニーズや将来の課題を踏まえ、新たな成長機会創出に向けて戦略分野に集中投資する方針に変わりはない。一方で、あまりに実利主義に偏った研究および投資方針に疑義を唱える研究者も出てきており、RIE2025 ではより幅広い研究ニーズへの対応や基礎研究の強化ついても掲げられている。

シンガポール政府は、RIE2025 を踏まえ 2021 年から 2025 年にかけて、毎年国内総生産（GDP）の約 1% を目安に R&D 投資を行うことを掲げている。政府による投資呼び水効果も活かし、計画期間中に 250 億シンガポール・ドルの R&D 投資実現を目指している。なお、シンガポールの R&D 額は年々増加しており、その内訳は概ね民間 6 割および政府 4 割となっている。政府の R&D 投資額は全体の R&D 額と比例して増加している。

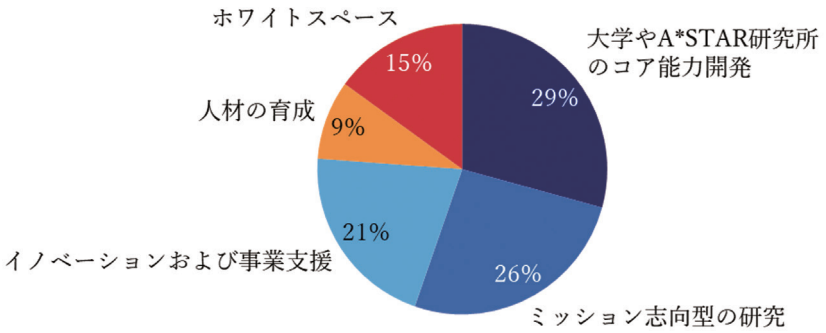
一方で、研究機器を含むアセットへの投資額を見ると、2010 年頃には支出額の 10% 超を占めていたが、2017 年以降は 7% 台を維持している。R&D 投資額が増加する一方で、アセットへの投資額は大きく変わっていないため、全体に占めるアセットへの投資額の比率が下がっている。

RIE2025 の全体像と各種統計値は下図のとおりである。

【RIE2025 の全体像】



【RIE2025 の投資計画の内訳】



【シンガポールの研究開発費および設備投資額の推移】

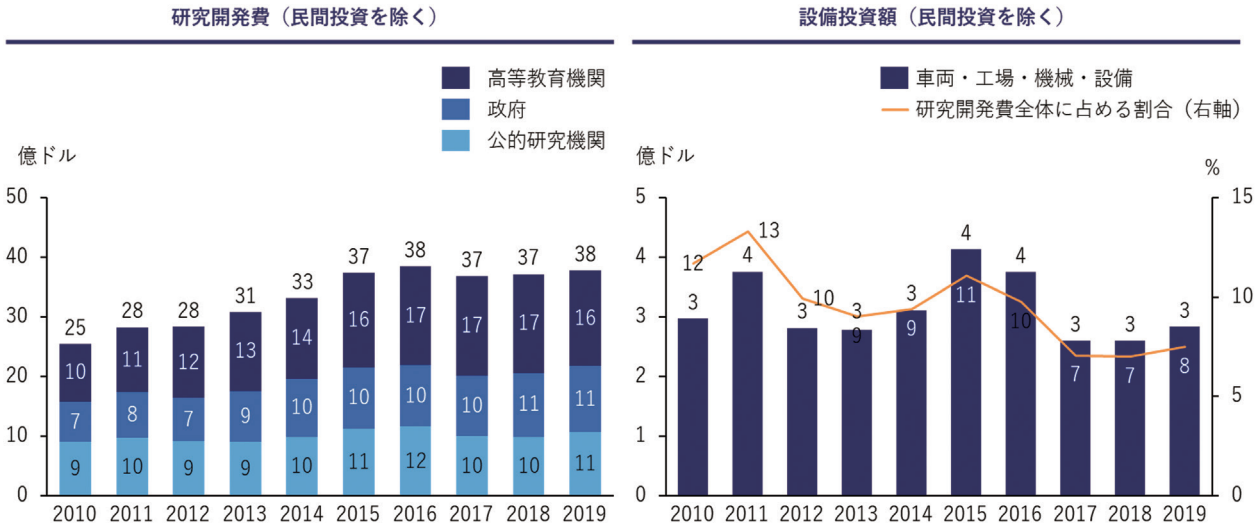


図 6-1　RIE2025 の概要

（RIE2025 およびシンガポール統計局データをもとに著者作成）

6.2 政策・ファンディング調査

先端研究機器の整備には、大学や公的研究機関の自主予算を活用した機器整備、研究者等によるファンディング獲得に基づく機器整備、民間から受け入れた資金に基づく機器整備の大きく３種がある。

１点目の大学や公的研究機関の自主予算を活用した機器整備については、シンガポールには６つの自治大学や A*STAR 傘下の研究機関があり、それぞれが研究施設を持っている。自治大学は教育省傘下ではあるものの、自主的な運営が任せられており、大学の戦略に基づき自前で研究機器を整備したり、他の公的機関や民間機関等と連携したりし施設整備を行っている。A*STAR 傘下の研究機関でも同様の機器整備が行われている。なお、先端研究機器を整備した施設、特に汎用的な機器を整備した施設は、組織の研究者だけでなく、学外の研究者や民間機関にも開放されているケースがある。自前での拠出による機器整備のため、政府やファンディング機関によりオープン化を強要されている訳ではないものの、地域社会への還元や他機関とのコラボレーション推進の観点から、各機関が自主的に施設をオープンにしている。

２点目は、研究者等によるファンディング獲得に基づく機器整備である。NRF を始めとするファンディン機関の中には大型の助成金プログラムを持つものがある。そのプログラムを活用し、費用の一部を活用し機器を整備する。予算配分の基本的な考え方としては、RIE2025 に定める４つの領域から派生するプログラムに割り当てられる。各プログラムで公募がなされ、有望な研究に助成金が割り当てられる。なお、助成金プログラムは情報が一般には公開されていないケースもあり、公開情報から各プログラムの詳細や予算額を把握することは困難である。先端研究機器整備の要素を持つプログラム例は下表のとおりである。共用施設に係る政策およびプログラムは後段に記載する。

表 6-2　先端研究機器整備に係るプログラム例

	Research Centres of Excellence	Mid-sized Grants	National Medical Research Council Centre Grant
ファンディング機関	National Research Foundation	同左	National Medical Research Council Centre
目的	世界レベルの卓越した研究センター（RCE）を大学内に構築し、卓越した研究を行う	学部や大学を超え研究活動を統合し、国家の戦略的研究分野をリードする研究者のクリティカルマスを創出する	RIE2025の目標達成に向け、公的医療機関やクラスターの共同研究や学際的研究の生産性を向上させるため、共通の研究基盤、共有資源、コア人材等を構築する
プログラム概要	長期的な戦略的利益に沿った研究者主導の世界レベルの研究を行う ・世界レベルの学術研究者を誘致、維持、支援 ・質の高い研究人材の育成 ・各センターの重点分野における新たな知識創造	同上	地域社会の利益になる研究成果を普及させるため、同じ研究分野に焦点を当てている異なる医療機関間での研究活動の協力と調整を奨励する
ファンディング期間	不明	10年 (CA2DM)	4年
助成受領機関	・Earth Observatory of Singapore (EOS) ・Centre for Quantum Technologies (CQT Singapore) ・Cancer Science Institute of Singapore (CSI) ・Mechanobiology Institute (MBI Singapore) ・Singapore Centre for Environmental Life Sciences Engineering (SCELSE) ・Institute for Functional Intelligent Materials (I-FIM)	・Centre for Advanced 2D Materials (CA2DM) ・Singapore Centre for 3D Printing (SC3DP) ・Singapore Hybrid-Integrated Next-generation μ Electronics Centre	・Memory Ageing and Cognition Centre ・Saw Swee Hock School of Public Health ・Khoo Teck Puat Hospital ・Singapore Gastric Cancer Consortium ・National University Cancer Institute Singapore

（RIE2025 および各プログラム情報をもとに著者作成）

３点目は、民間から受け入れた資金に基づく機器整備である。NRF は、大学内に企業の研究所を設置し、大学と企業間の官民共同の研究開発パートナーシップを促す The Corp Lab @ University programme を推進している。当該プログラムを通じて、これまで 10 以上の民間企業を呼び込み、大学での施設および研究機器整備が行われている。The Corp Lab @ University programme の例は下表のとおりである。

表 6-3　The Corp Lab @ University programme の例（法人格および敬称略。順不同）

施設名	大学	提携企業	投資額 (SGD)	研究分野
Rolls-Royce@NTU Corporate Laboratory	南洋理工大学	英Rolls-Royce	7500万	電力・制御、製造・修理技術、計算工学
Keppel-NUS Corporate Laboratory	シンガポール国立大学	星Keppel	7500万	オフショア・海洋ラボ
ST Engineering-NTU Corporate Laboratory	南洋理工大学	星ST Engineering	5300万	高度ロボ・自動制御システム
Sembcorp-NUS Corporate Laboratory	シンガポール国立大学	星Sembcorp	6000万	エネルギー、水、廃棄物の資源化
HP-NTU Digital Manufacturing Corporate Lab	南洋理工大学	米Hewlett-Packard	8400万	3D印刷等のデジタル製造技術

（NRF プログラム情報をもとに著者作成）

また、公的研究機関である A*STAR も民間企業との連携による研究施設の整備を行っている。代表的な施設の一つが、IMCB-Nikon Imaging Centre（NIC）である。NIC は、ニコンのシンガポール現地法人と A*STAR 傘下の分子細胞生物学研究所（IMCB, Institute of Molecular and Cell Biology）が共同で設置した光学顕微鏡施設である。当該施設は以下の使命を掲げ、全ての研究者に対して、最先端の顕微鏡やイメージング機器を提供している。

NIC の使命

・最先端機器へのアクセス提供を通じた生物学研究の促進
・地域の研究コミュニティのためのトレーニングの提供
・ユーザーからのフィードバックに基づく新技術の開発

NIC の主要な研究機器

・共焦点レーザー顕微鏡（ニコン製。A1R+si Confocal）
・超解像顕微鏡（ニコン製。N-STORM/TIRF + Live Cell）
・正立顕微鏡（ニコン製。Ni-E: Upright Microscope）

シンガポールには、オープン化された施設が多くあるものの、明確な政策的裏付けやプログラムに基づき整備された共同研究利用拠点は限定的である。上記で紹介した大学や公的研究機関の自主予算を活用した機器整備は、前述のとおり大学や公的研究機関の意思に基づき開放されているケースが多い。

シンガポールの共同研究利用拠点は大きく 3 種あり、1 つ目は政策やプログラムに基づき整備されたもの、2 つ目は大学や公的研究機関が自主的に整備したもの、そして 3 つ目は民間が主導したものや民間と大学等の共同ラボが開放されたものである。本調査では、1 つ目の政策に基づいた共同研究利用拠点に重点を置き調査を行っている。

シンガポールにおける共同研究利用拠点の分類と分類毎の主要機関例は以下のとおりである。

表 6-4　共同研究利用拠点の分類と機関例（法人格および敬称略。順不同）

共同利用施設の分類	共同利用の政策的裏付け	機関例
1. 政策プログラムに基づき施設や仕組みが整備され共同利用できるもの	あり	・St. John's Island National Marine Laboratory (シンガポール国立大学)
		・SingaScope (A*STAR)
		・SIgN (A*STAR)
2. 大学や公的研究機関が自主的に施設を整備し共同利用できるもの	なし。ただし、各組織の社会的意義を踏まえ共同利用が促されている	・Nanyang NanoFabrication Centre (南洋理工大学)
		・Advanced Remanufacturing and Technology Centre (Science and Engineering Research Council)
3. 民間主導または民間と大学や公的機関の共同ラボが一般開放され共同利用できるもの	なし	・IMCB-Nikon Imaging Centre（ニコン）
		・Advance Manufacturing Transformation Centre（独Siemens）

（著者作成）

共同利用の促進を意図した政策としては、NRF の NRI および SIS が存在する。NRI は、2015 年に制定されたプログラムで、大規模な投資が必要であり通常のファンディングプログラムでは資金調達が難しい施設に NRF が共同利用等を条件に資金を拠出するプログラムである。なお、NRI にはロードマップ上で明確に規定された予算がない。そのため NRI として拠出される資金は「ホワイトスペース」予算から拠出される。

一方、SIS は NRI とおよそ同時期に制定されたプログラムであるが、個別施設を整備するのではなく、既に存在する施設や機器の共同利用を促進するプラットフォーム化を支援するプログラムである。なお、SIS のプログラム内容は一般には公開されておらず、本レポートに記載された内容は、助成金受領機関のプレスリリースや SIS 助成金を受けた関係者へのインタビューに基づき作成されている。

なお、NRI が設立される 2015 年以前にも共同利用の要素を持った政策は存在したが、共同利用の要件が強固なものではなかった。例えば、2010 年から 2015 年にかけて助成金を受けたスーパーコンピュータ施設には共同利用の要素があった。しかし、共同利用は推奨に留まっていたため、施設へのオープンアクセスを義務付け共同利用促進を強制する NRI や SIS とは大きく異なる。

NRI および SIS の概要は下表のとおりである。

表 6-5　共同利用に関する政策の概要

	National Research Infrastructure (NRI)	Shared Infrastructure Support grant (SIS)
目的	インフラ投資を調整し、その価値を最大化するために、シンガポールの全研究者に開かれた国家資源として運営される特定の研究施設の共有を可能にする	共有が容易で多くの研究者に価値を提供できる先端研究機器の整備・更新を支援する。共同利用を通じて機器の稼働率を高め高額機器を有効に活用する
ファンディング機関	NRF	NRF
プログラム概要	候補となるプログラムは、戦略的価値、コスト、規模、潜在的なユーザー層に基づいて特定される。NRFからの資金は、施設の取得とアップグレードの費用に充てられ、人件費、メンテナンス、機器の交換、運営費などの運営費等に割り当てられる。 NRIは、シンガポール国立大学や南洋理工大学等のホスト機関の管理下に置かれることが望ましい	既存のインフラで、機器のアップグレードや交換により研究コミュニティに大きな便益をもたらす研究機関が補助対象として選定される。 補助金で購入される機器は、機器の金額や運用の複雑さにより、共同利用される場合とサービスとして提供される場合がある
プログラムの特徴	■オープンアクセス 施設は、すべての機器や技術サポートの使用を含め、すべてのシンガポールの公共および民間の研究機関が公平な方法で利用できるようにしなければならない。 ■課金モデル ユーザーは、利用の度合いや必要なサービスの種類に応じて課金される。課金により、運営コストをカバーするだけでなく、共有機器の不要な利用や悪用を防ぐ ■協働プラットフォーム 施設は、国内外および官民の研究者が共同で学際的な研究を行うためのプラットフォームとして機能し、新しいアプローチや新技術開発を促進するための相乗効果をもたらす必要がある	■オープンアクセス 同左 ■課金モデル 同左 ■研究コミュニティへの貢献 民間の多国籍企業やスタートアップ企業を含め、インフラの有効活用を通じて、研究コミュニティに貢献する
ファンディング額	1000万SGD～(1億SGD超の例もあり)	500万SGD～
ファンディング期間	一プログラムあたり最大5年	5年程度

（NRF プログラム情報およびインタビュー内容をもとに著者作成）

6.3　政策等に基づく整備状況の整理

6.3.1 NRI を活用した共同研究利用拠点

NRI を活用した施設として NRF がホームページ上で公開している施設は、海洋研究を行う SJINML（St John's Island National Marine Laboratory）およびスーパーコンピュータを整備する NSCC（National Supercomputing Centre）の 2 つである。また、詳細は開示されていないが、NRF へのインタビューによると、シンクロトロンを有する SSLS（Singapore Synchrotron Light Source）および高速光ファイバー網を有する SLIX（SingAREN-Lightwave Internet Exchange）も NRI を活用しているとのことである。

SJINML は海上アクセスを持つ国内唯一の海洋研究施設であり、シンガポール国立大学（NUS, National University of Singapore）の熱帯海洋科学研究所の研究施設として 2002 年に開設され、2016 年に NRI 施設として指定された。なお、SJINML については、次節に詳細を紹介しているため、ここでは NSCC について紹介する。NSCC は、ハイパフォーマンス・コンピューティング（HPC, High Performance Computing）機能を持つ国立初のペタスケール施設であり、2015 年に設立され、2019 年に NRI 施設として指定された。なお NSCC の主要機器はスーパーコンピュータであり、今回の調査主旨である研究機器の整備はない。

NSCC の概要は下表のとおりである。

表 6-6　National Supercomputing Centre（NSCC）の概要

設立年		2015
場所		Fusionopolis (シンガポール)
ホスト機関		A*STAR
職員	研究者	16 (システム、サイバーセキュリティ、ソフトウェア、プロジェクト＆アプリケーション、ネットワーク、ファシリティ＆サービス等の各スタッフで構成)
	スタッフ	10 (戦略、プランニング＆エンゲージメント、コーポレートサービス、その他のスタッフで構成)
目的		可視化、モデリング、シミュレーション、ビッグデータ分析、人工知能などの分野でHPCを活用し、シンガポールの戦略的利益を促し、国家的イニシアチブを後押しし産業の変革を図る。 NSCCは、計算科学、分析、エンジニアリング、先端製造、ゲノミクス、生物医学、ヘルスケア等、あらゆる分野でのHPC利用を促し、競争力向上を支援する
研究分野		ハイパフォーマンス・コンピューティングを活用する研究ニーズのサポート
共有形態		全研究者にオープン（課金あり）
助成額		2億SGD
選定年		2019年
主な整備機器		スーパーコンピュータ (2台)：気候・環境研究などにおけるHPC活用支援 AIプラットフォーム：新規性のあるAI研究のサポート

（NRF および NSCC 公開情報をもとに著者作成）

6.3.2 SIS を活用した共同研究利用拠点

上述のとおり、SIS 助成金のプログラムに関する情報は公開されていない。また、SIS 助成金の受領機関の情報も開示されていない。ただし、一部研究機関は SIS 助成金の対象に選定されたことをプレスリリースしている。プレスリリース等により、SIS 助成金の受領が確認できたプラットフォームは、SingaScope、シンガポール免疫学ネットワーク（SIgN, Singapore Immunology Network）、シンガポール国立質量分析研究所（SingMass, Singapore National Laboratory for MASS Spectrometry）および Translational Pathology Consortium（TPC）の 4 つである。いずれの機関も A*STAR 傘下の研究機関である。

4 機関の概要は以下のとおりである。なお、SingaScope および SIgN については、次節で詳細を紹介している。

表 6-7　SingaScope の概要

施設概要	SingaScopeはバイオメディカル領域のシンガポール国内の顕微鏡インフラネットワーク。共同利用が可能な顕微鏡利用施設情報を当該プラットフォームに集めており、研究コミュニティが先端研究機器や関連サービスにアクセスできる環境を整備する
設立目的	SingaScopeのオンラインデータベースを通じて、科学者が簡単に必要な機器を検索し、機器にアクセスしたり、関連する専門家に相談したりできる環境を整える
研究分野	バイオメディカル
スタッフ	後述
主な設備	顕微鏡(80台以上)
共同利用の形態	SingaScopeウェブサイトを通じて、プラットフォーム上にある顕微鏡利用予約が可能
共同利用の範囲	シンガポールのすべての研究者が利用可能
ファンディング額	後述

（SingaScope の公開情報およびインタビュー内容をもとに著者作成）

表 6-8　SIgN の概要

施設概要	SIgNは、フローサイトメトリー、タンパク質のマルチプレックス分析、計算免疫学などの機能が統合された最先端の免疫モニタリングプラットフォーム
設立目的	シンガポールにおける免疫学研究の拡大と強化
研究分野	バイオメディカル（免疫）
スタッフ	後述
主な設備	フローアナライザー＆ソーター、サイトメーター、ゲノミクス・クロミウム装置、タンパク質の多重解析システム等（共同利用できる機器は一部。大部分は試験サービスとして提供）
共同利用の形態	オープン化
共同利用の範囲	国内外の研究者が利用可能。ただし、海外の研究者は施設との利用契約締結が必要
ファンディング額	後述

（SIgN の公開情報およびインタビュー内容をもとに著者作成）

表 6-9　SingMass の概要

施設概要	シンガポール国立質量分析研究所（SingMass）は、3つの質量分析センターで構成
設立目的	シンガポールおよび東南アジア地域の質量分析を必要とする研究者に、質量分析のアプリケーションおよびテクノロジー開発のためのワンストップ ソリューションを提供する
研究分野	プロテオミクス、低分子分析、構造的質量分析
スタッフ	19
主な設備	質量分析 (9種類)
共同利用の形態	国内の3つのパートナープラットフォームに登録された機器へのアクセス
共同利用の範囲	シンガポールのすべての研究者が利用可能
ファンディング額	不明

（SingMass の公開情報をもとに著者作成）

表 6-10　Translational Pathology Consortium（TPC）の概要

施設概要	組織病理学、in vitro、およびin vivoの毒物病理学サービスを提供するシンガポールで唯一のGLP認定研究所
設立目的	シンガポールの獣医クリニックや病院向けの診断病理学サービスの主要プロバイダーとして、最先端のテクノロジーを使用して高品質でタイムリーなデータを提供し、学術および産業研究をサポートする
研究分野	病理学
スタッフ	不明
主な設備	ティッシュプロセッサー、マイクロトミー、レーザーキャプチャーマイクロダイセクション、IHCアナライザー
共同利用の形態	オープン化
共同利用の範囲	シンガポールのすべての研究者が利用可能
ファンディング額	不明

（TPC の公開情報をもとに著者作成）

6.4 主要共同研究利用拠点の調査

NRI 助成金を受領している SJINML および SIS 助成金を受領している SingaScope と SIgN の関係者にインタビューを行い、各施設の概要および実態について調査した。いずれの施設も高度な研究機器が整備されており、共同利用のための仕組みやシステムが構築され、また大学や民間企業を含め多くの外部の研究者に利用されている。運用に際しては、機器の稼働率や外部利用者比率、利用者の多様性、利用者の満足度等の KPI が設定され、毎年ファンディング機関である NRF に KPI を含めた報告が義務付けられている。KPI の達成状況が助成金の存続可否や金額に影響するため、如何に KPI を達成するかが真剣に協議されている。シンガポールでは､共同研究利用拠点の課題や限界が認識された上で有効な機能として受け入れられている。

6.4.1 St John’s Island National Marine Laboratory（SJINML）

拠点の設置目的

SJINML は、2002 年に学際的な海洋研究のための施設として NUS の一機関として設立された。先進国としての環境責任を果たすため、当該施設は持続可能性に関する研究および保全活動に取り組んでいる。シンガポールは、主要な海運港として、また都市化された国家として、海洋生態系の破壊、気候変動、沿岸保護の問題など、多くの課題に直面している。それらの課題に学際的かつ国内の複数の機関が連携して取り組むために、SJINML は NRI に 2016 年に指定された。当該施設はシンガポールで唯一海に直接アクセスできる機関である。そのため海洋研究の主要な担い手として、シンガポールの地位を強化し、中長期的に国家の海洋環境や経済を支えることが期待されている。

海洋研究は、一般的に調査船や水槽等の施設、先端研究機器等に必要なコストが大きい一方、産業化や資金化が容易ではないため、企業等からの共同研究や資金の流入が多くない分野である。そのため政府およびファンディング機関は、SJINML の機器を共有資源とすることで、研究者の研究資金が効率的かつ有効的に活用されることを期待している。加えて、共同施設の利用を通じて、学際的な共同研究による研究力向上等のシナジー効果も期待している。当該施設の重点研究分野は以下のとおりである

・沿岸生態エンジニアリング
・海洋生態系および生物多様性
・環境への影響把握およびモニタリング
・海洋技術とプラットフォーム

拠点運営のための人員配備

人員体制は以下のとおりである。

・管理者：3 名（施設長および管理職）
・常勤研究者：11 名
・ラボマネージャー：5 名
・オペレーションおよびフィールドサポート：8 名
・広報・教育担当：2 名

また拠点に所属する職員の任務は以下のとおりである。

・当該施設の運営
・海洋科学エコシステムの戦略的研究
・国際的な研究コミュニティへの参画
・次世代の学際的な研究者の指導・育成
・海洋研究に関する助言

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

ラボマネージャーやオペレーション、フィールドサポート等を担う職員は研究機器の利用やフィールドワークに必要な専門的な知識を有しており、研究者が機器を使う際やフィールドワークを行う際に必要なサポートが可能である。

シンガポールの海洋研究者の多くが30代以下の若手であり、機器利用や実地経験が不足しているケースがある。そのような背景もあり、職員によるサポートが必要になるケースは他施設以上に多い。そのため、施設の運営は、特に安全面に考慮して行われている。例えば、すべての常勤研究員は、年2回SJINMLが実施する安全説明会への出席が義務付けられており、継続的なトレーニングを行っている。

また、SJINMLを利用する全研究者は、施設に入る際に有効な安全トレーニング証明書が求められ、作業開始前までに必要なトレーニングを完了する必要がある。なお、SJINMLは、A*STAR、NUS 、シンガポール技術大学（SIT, Singapore Institute of Technology）、南洋理工大学（NTU, Nanyang Technological University）およびSingHealthの化学物質安全性トレーニング証明書のみを有効と認めている。研究者がトレーニングを必要とする際は､必要機器にアクセスするための安全トレーニングコースを受講できるよう、ラボマネージャーが手配し、NUSの証明書を発行している。

機器整備状況（主要な研究機器）

主な先端研究機器は以下のとおり。なお、その他高額な設備として、調査船や水槽、バイオハザード室等がある。

■顕微解析機器
・共焦点レーザー顕微鏡（独Zeiss社。LSM 900）
・倒立顕微鏡（独Zeiss社。Axio Observer 7）
■マテリアル分析機器
・高速液体クロマトグラフィー（米Agilent Technologies社。Agilent 1260）
■バイオ分析機器
・セルソータ（米BioRad社。S3e cell sorter）
・フローサイトメトリー（Yokogawa Fluid Imaging Technologies社。Flowcam 8400）

なお、機器の購入や運用費の大部分はNRIスキームに基づきNRFが負担している。機器や施設を利用する際には利用者に課金がなされ、利用者負担も当該施設の運営費の一部となっている。

共有の形態および共有の範囲

SJINMLはNUSの既存施設が共同研究利用拠点として認定されたものである。NRIとして認定された2016年以降、SJINMLは16の機関・組織に所属する250人以上の国内外の学者・学生の研究を支援した。

SJINML の施設や設備はオープンアクセスを基本とし、民間企業を含めたすべての研究機関が利用できる。NRI のコンセプトに則り、機器の使用や技術サポートを含め、誰もが公平にアクセスして利用できるようになっている。日本の大学等に所属する研究者も利用可能である。常勤研究者を除く SJINML の典型的な利用者は以下のとおりである。

・アドホックな研究者（利用者の 80-90%）

大学や研究機関に所属する研究者や学生。月に 1 ～ 2 回 SJINML を訪れてフィールドワークを行ったり、研究機器を利用したりする。

・その他（利用者の 10 ～ 20%）

海外研究機関からの客員研究員や商用・工業用ユーザー、その他ステークホルダー（海洋関係者、環境活動家グループ等）、一般市民（市民科学者、ボランティア等）。

共同利用ルールの整備

「RESEARCHER HANDBOOK」が公開されており、施設利用費を含む全てのルールが記載されている。施設利用者は、当該ハンドブックに従うことが求められる。なお、共同研究利用拠点になり約 5 年間が経っているが、共通ルールの整備に多くの時間と労力が使われている。シンガポールでは大学や公的研究機関に高度な自治が認められており、各機関がそれぞれのルールを制定し、施設を運用している。そのため、どのように SJINML のルールを設定するか、ホスト機関である NUS をベースにするのか、またどのようにルールを調整していくかが課題となった。また、規制への対応にも苦慮しており、例えば、研究者が使用する薬品は、所属機関が調達した物でなければいけないという規制があり、SJINML が調達した薬品は NUS の研究者以外には使えない。そのため多くの関係者を巻き込み、法規制を遵守しながら効率的な運用をするためのオペレーションを構築した。なお､これは SJINML がシンガポール初の本格的な共同研究利用拠点であり、前例がないことにも起因する。

SJINML は施設利用者に対して、研究成果を公開することを期待しており、また研究成果には SJINML のクレジットを付与することを推奨している。なお、民間企業等が施設を利用する際、研究結果を公開する意向がない場合は､研究成果の波及効果が少ないことを考慮し､通常の課金額とは異なる金額（より高額）が課される。また、当該施設は共同利用を前提とするため、民間企業や研究者が施設を占有することは認めていない。

交付額および収支

交付額は 3 年間で合計 950 万シンガポール・ドルである。収支は非公開である。

施設運用上の KPI

NRI の資金を活用し設置された SJINML は､ホスト機関である NUS を通じて NRF から助成を受けている。SJINML の支出は、政府や海洋関係機関を含む管理委員会によって審査・承認されている。また、実績は以下のような KPI に基づき評価されている。

・施設および機器の利用状況（機器や施設の利用率）

ただし、単純な利用率だけでなく、利用者の多様性（所属機関、研究者・学生等）が重要である。

・教育および人材育成

学びや研究機会の提供。それらを通じた海洋科学分野の研究人材の育成

・地域の研究者との連携

地域の研究者や研究機関と有機的な連携

なお、NRI を活用する施設の KPI は、施設ごとに目指すべき方向性が異なるとの考えの下、施設ごとに設定される。SJINML においては、SJINML の目指す方向性に基づき、ステークホルダーが集まる管理委員会の中で議論され、5 年毎に KPI の見直しが行われる。定期的に開催される管理委員会の中で、SJINML の KPI がモニタリングされる。なお、研究実績に関する KPI は設定されていない。SJINML で行われた研究実績や成果はホームページで大々的に広報されているが、論文数や引用実績はトラッキングが難しいこと、またそれらはあくまで結果であり SJINML の戦略的使命はシンガポールの海洋研究能力を発展させることであるとの認識の下、研究成果そのものを KPI とはしていない。

人的交流の実施

SJINML は海洋研究の主要機関として、次世代の海洋科学者を育成する責任を担っている。主な取組みは以下のとおりである。

・若手海洋科学者研究賞の表彰

学部・学科・ジュニアカレッジレベルの学生（17 ～ 25 歳）が、海外での実習を通じた探索的な海洋科学研究を行うための資金援助を行う

・若手海洋科学者シンポジウム（Young Marine Scientist Symposium）

学生が研究成果や海洋環境への抱負を共有するためのプラットフォームとして機能する

・インターナショナル・コラボレーション・フェローシップ

科学的才能の強化のため、海洋と持続可能な都市に関する研究のためのポスドク国際共同フェローシップ

・市民を啓発し才能を育てるための定期的なセミナーやトレーニング

2017 年以降、51 名のポリテクニックの学生をトレーニングした

将来的には、SJINML はシンガポールだけでなく、地域にアウトリーチし、海外の研究機関とのパートナーシップを築くことを検討している。研究機関とのネットワークを構築することは学生や研究者の交流活動促進に寄与する。また、海外で海洋調査を行う際に受入国の協力者が必要となった場合の連携を容易にする。SJINML は地域へのアウトリーチを 4 段階で考えている。

・第 1 段階：情報交換。他海洋研究所とつながりを作り、コミュニケーションを容易にする。
・第 2 段階：共同研究。他海洋研究所と共同研究を行い、地域における研究力を高める。このような国横断的な取組みは、ファンディングの観点からも有効に機能する可能性がある。
・3 段階：プラットフォーム整備。地域における交通の利便性等を活かし、海洋科学教育の促進や啓発の機会を設け、研究者が集まり学びともに研究できる環境を整える。
・第 4 段階：政府対政府レベルの協力関係。

特許や論文からみた研究成果

Singapore's Marine Science Research and Development Programme（MSRDP）から 163 の論文が発表され、その多くに SJINML が貢献。代表的な論文例は下表のとおりである。

表 6-11　代表的な論文例

タイトル	著者	発行年	出版元	引用数
Fate of nanoplastics in marine larvae: A case study using barnacles, Amphibalanus amphitrite	Samarth Bhargava LEE SIEW CHEN SERINA YING SHU MIN, LYNETTE NEO MEI LIN Teo, S.L.M. VALIYAVEETTIL, SURESH	2018	American Chemical Society	62
Sub-annual fluorescence measurements of coral skeleton: relationship between skeletal luminescence and terrestrial humic-like substances	Kaushal, Nikita Yang, Liudongqing Tanzil, Jani Thuaibah Isa Lee, Jen Nie Goodkin, Nathalie Fairbank Martin, Patrick	2020	Coral Reefs	11

（Google Scholar をもとに著者作成。2022 年 3 月 31 日時点）

また、代表的な研究プロジェクトとその内容は下表のとおりである。

表 6-12　主要なプロジェクト

プロジェクト	メンバ	期間
Adaptation And Resilience Of Coral Reefs To Environmental Change In Singapore	NUS: Danwei Huang （PI）, Peter A Todd （Co-I） SJINML: Jani TI Tanzil （Co-I） NTU: Scott Rice （Co-I）, Nathalie F Goodkin （Co-I）, Diane McDougald （Co-I）	2016～2020年
Tropical Model Marine Organisms For Experimental Marine Science	SJINML: Serena LM Teo （P-I）, Mei-Lin Neo （Co-I） NUS:Suresh Valiyaveetil （Co-I）	2016～2020年
Biota Effects On The Environment	NUS: Seng Keat Ooi （PI）, Nhan Phan-Thien （Co-I）, Boo-Cheong Khoo （Co-I）	2018～2019年
Microbe-Sediment Interactions In The Coastal Marine Environment	TU: Stefan Wuertz （PI） SJINML: Maria Yung （Co-I）	2017年～

（SJINML の公開情報をもとに著者作成）

施設整備・運用に関する課題

大きな課題認識は以下の 2 点である。

・ルール整備

時間をかけて徐々に解決しているものの、上述のとおり、異なるルールを持つ複数の主要機関がある中、どのように共同ルールを整備していくか、また規制に対応しながら如何に効率的な運用を行うかが大きな課題である。

・取組みと KPI との整合

SJINML の役割として重要であるとの認識の下、過去 5 年間に多くの市民教育的イベントや広報に職員の

時間や労力が使われた。一方で、このような取組みを評価するKPIのウエイトが高くないために、投入している労力とKPIとしてのアウトプットが合わないというジレンマを認識している。KPIを定期的に見直す重要性と共に、本当に大切なことを遂行するためにKPIに縛られ過ぎない運用の必要性が課題と認識されている。

6.4.2 SingaScope

拠点の設置目的

SingaScopeは、2019年4月に設立されたバイオメディカル・サイエンス分野の顕微鏡インフラネットワークである。A*STARがホスト機関となり、NUSCam at Life Sciences Institute、NUS-MBI Singapore Microscopy and Bioimage Analysis、NUS Centre for Bioimaging Science、AIEML at Life Sciences Institute、NTU Optical Bio-Imaging Centre、A*STAR Microscopy Platform at Research Support Centre、Advanced Bioimagingの国内7つの顕微鏡プラットフォーム（顕微鏡整備施設）を束ねている。SingaScopeの設置目的は以下のとおりである。

・シンガポールの全研究者の顕微鏡設備へのアクセスを容易にする。
・顕微機器の利用者増加と重複機器の低減により、機器の利用率を向上する。
・顕微鏡利用研究コミュニティ内の情報交換を促進する。
・顕微鏡の使用法に関するユーザーへのトレーニングやその他関連コースの提供を行う。
・研究能力を向上し、Global BioimagingやNEUBIAS（Network of European BioImage Analysts）のような世界的イニシアチブに参画する。

SingaScopeがNRIのSIS助成金を獲得した理由は以下のとおりと考えられる。

・バイオメディカルを研究目的とした複数組織が関与する横断的取組みであること（現在7施設）。
・ファンディングの効率性向上や研究者の機器へのアクセス向上等、取組みメリットが明確であること。
・既存施設や機器を土台にした実態や実績のある取組みであること。

拠点運営のための人員配備

SingaScopeは、各プラットフォームを束ねるインフラネットワークであるため、そのものに資産やオフィス、オペレーション機能はない。また、SingaScope傘下の各プラットフォームには担当者がいるが、SingaScope自体には専任スタッフはおらず、ポータルサイトの開発や運営は外部事業者に委託されている。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

顕微鏡機器に係る知識や機器の使い方に関連したトレーニングの提供と共に、施設や機器を安全に利用するためのコースが提供されている。

後者については、プラットフォームで顕微鏡装置の利用を希望するユーザーは、講習を受講する必要がある。なお、利用ルールはプラットフォームごとに定められており、講習内容もそれぞれ異なるため、過去に他施設で同様のトレーニングを受講済みであっても、今回利用する施設で講習を受けていない場合は、再度の受講が必要となる。

機器整備状況（主要な研究機器）

明確なルールがある訳ではないが、共有機器として登録されている主な研究機器の価格レンジは、15 万～ 130 万シンガポール・ドルである。

SIS 助成金のプロポーザルを出した際に助成金の利用用途も記載している。助成金の約半分は機器整備への活用を想定。どのような機器を新規に整備するかは、プラットフォーム間の事前協議を行い、各プラットフォームの要望を考慮した上で、機器の重複を抑制し機器が効率的に利用されるように検討されている。

なお、SingaScope に登録され共有されている機器は各プラットフォームのコア機器であり、高度な専門性を要する機器、限られた用途に使われる特殊機器は SingaScope の対象機器ではない。プラットフォームごとの共同利用機器は下表のとおりである。

表 6-13　プラットフォームごとの共同利用機器（法人格および敬称略。順不同）

プラットフォーム	大分類	中分類（機器）	メーカー	機種
NTU NOBIC	顕微解析機器	SEM	日立ハイテク	FlexSEM 1000 II
		レーザー顕微鏡	オリンパス	FV1200
			独ZEISS	LSM 780
				LSM 800 Airy
				LSM800
			独ZEISS	ELYRA PS.1 + LSM 780
		その他	米GE	High Content Screening Microscope - IN Cell 2200
A*STAR - AMP	顕微解析機器	TEM	日本電子	JEM2200FS
			米Thermo Fisher Scientific	Talos 120c
		SEM	日本電子	JSM-6701F
		レーザー顕微鏡	オリンパス	FV3000
				FV3000RS
			独Leica	Leica Stellaris
			独LaVision	Trim II Multiphoton
			複数組み合わせ	Nikon TiE + Yokogawa CSU22
SingHealth - ABI	顕微解析機器	TEM	日本電子	JEM2100
		レーザー顕微鏡	独ZEISS	LSM710 (inverted)
				LSM710 (upright)
			ニコン	NSTORM
			独Leica	TCS SP8 Confocal and STED 3x
			独ZEISS	Elyra PS.1 SIM
		その他	独Leica	Light Microscopy: Leica LMD7000 Laser Microdissection
NUS - CBIS	顕微解析機器	クライオ電子顕微鏡	米Thermo Fisher Scientific	FEI Titan Krios
		TEM	米Thermo Fisher Scientific	FEI Tecnai T12
				FEI Titan S/TEM
			日本電子	JEM 2010F
				JEM-2200FS
		SEM	米Thermo Fisher Scientific	Helios 600 DualBeam
			日本電子	JSM 6510
		レーザー顕微鏡	独Leica	SP8 Stellaris Confocal
			オリンパス	FV3000
			独ZEISS	LSM 900 with airyscan II
			米PerkinElmer	UltraView VoX
NUS - MBI	顕微解析機器	SEM	日本電子	JSM 6010LV
		レーザー顕微鏡	ニコン	A1R
				A1Rsi
			オリンパス	FV3000NIR
			独ZEISS	LSM710
				LSM980_FLIM
			複数組み合わせ	Perkin Elmer UltraVIEW VoX + Olympus IX81 + Yokogawa CSU-X1
				Yokogawa CSU-W1 + Nikon TiE
				Yokogawa CSU-W1 + Nikon TiE + Gataca iLas Ablation system
NUS - CMA	顕微解析機器	レーザー顕微鏡	オリンパス	FV1000
				FV3000
			独ZEISS	LSM710
	バイオ分析機	フローサイトメーター	米Becton, Dickinson and Company	LSR Fortessa
			米Beckman Coulter	Cytoflex LX
				Moflo Astrios Sorter

（SingaScope の公開情報をもとに著者作成）

共有の形態および共有の範囲

SingaScope に参画する各プラットフォームは、オープンアクセスが基本である。各プラットフォームは、シンガポールの民間を含むすべての研究機関の研究者が施設および設備を利用できることに合意している。

現状は国内ユーザーに対してオープンになっているが、SingaScope はグローバル・バイオイメージング・ネットワークの一員であり、将来的に海外のユーザーに対してもオープンになることは考え得る。

共同利用ルールの整備

SigaScope としての共通ルールおよびプラットフォームごとのルールがある。調整が可能なことは共通ルールとして整備されているが、大学等のポリシーが優先される点もあるため、プラットフォームごとに整備されているルールもある。SingaScope が傘下プラットフォームのルールやポリシーに干渉することはないが、ルールやポリシーの変更等があった場合には、ユーザーにその旨が周知される。

・予約システム

プラットフォームの内部・外部関係者に関係なく同じシステムを利用。全ユーザーが、同じ予約システムで機器を予約する必要があり、全ユーザーが公平に機器にアクセスできるようになっている。

・機器利用料金

ユーザーのタイプ（公的機関や民間機関等）により、同じ機器でも違う価格設定がある。価格は、プラットフォーム間の話し合いに基づき、類似機器は同じような利用価格が設定されているが、価格に係る最終意思決定は各プラットフォームに委ねられている。課金された金額は各プラットフォームに帰属する。

・利用ルール・講習

上述のとおり、利用ルールの内容は施設間で似ているものの、ポリシーはプラットフォームごとに設定されており、利用者は各施設のルールブックに従う必要がある。そのため、異なる施設ではその施設のルールに従い、講習等を受ける必要がある。

・研究クレジット

SingaScope を通じたパートナープラットフォームでの研究機器利用について、研究成果にクレジットをする義務はないが、することが推奨されている。SingaScope のシステム上でも研究成果のクレジットの啓発やトラッキングの試行が行われている。

交付額および収支

助成額は、助成期間の 2019 年から 2024 年の 5 年間で累計 1000 万シンガポール・ドルである。また、助成金の使途は、助成金申請提案書への記載内容に基づき機材購入（約 50%）と運営費（約 50%）となっている。なお、助成額は各プラットフォームにおよそ同額が分配されている。

施設運用上の KPI

SingaScope および傘下プラットフォームは、以下のような KPI に基づき評価される。なお、本助成金は機器利用効率化のためのインフラ整備に係る助成金であるため、研究実績は KPI として設定されていない。ただし、SingaScope としては、実績のトラックを試みている。

・利用率（機器稼働率）

利用率をモニタリング、またプラットフォームを跨いだ利用の実績やいずれのプラットフォームにも属さない外部利用者の実績も重要な KPI となっている。なお、SingaScope は一つのシステムで、傘下プラットフォームの内部利用も外部利用も含めカバーしているため、利用率や利用者属性等のモニタリングは容易である。

・コスト回収率

助成期間を通じて、オープン化や機器の効率的な使用により、どの程度の資金が回収できたか。

・ユーザー満足度

SingaScope のユーザーに毎年アンケートを取り、満足度を測定している。機器を問題なく利用できたか、機器利用に係る専門的な知識が得られたか、利用を通じて望ましい結果を得られたか等を確認している。

なお、SIS 助成金を受けた機関は、設定された KPI の結果を記載した年次報告書を NRF に毎年提出することが義務付けられている。

人的交流の実施

SingaScope は国内唯一の顕微鏡インフラネットワークであり、地域社会（国内）への貢献と共に、世界規模の科学者間の知識交換やネットワーク構築を目指している。

地域貢献の観点では、現地の研究者の能力向上のため、顕微鏡機器の使い方や画像解析コースなど、顕微鏡に関する知識を習得するためのトレーニングコースを提供している。現状は国内向けの開催となっているが、今後は近隣諸国の研究者にも拡大する可能性がある。また、地域の顕微鏡コミュニティーの知識交換を促進するため、イベントやネットワーキングセッションを開催している。

国際交流の観点では、SingaScope はイメージングインフラであるグローバルバイオイメージングネットワークの一員として、2019 年に国際会議を主催している。加えて、グローバルネットワークの一員として、スタッフが他国の顕微鏡設置施設を訪問したり、技術や運用を学んだりして、得た知識を地域に還元する取組みを行っている。

特許や論文からみた研究成果

SingaScope では、研究成果が KPI になっていないこともあり、利用者の研究成果の厳格なモニタリングはしていない。ただし、研究者には論文を出した際には、SingaScope をクレジットするよう依頼している。また、研究者が SingaScope システムにアクセスした際には、最近論文を出していないかアラートを表示し、出している場合は当該論文情報を入力するように促している。それらにより SingaScope と研究成果の関係を把握しようと努めている。

代表的な研究プロジェクトとその内容

SingaScope はあくまで機器利用の効率化を図ることが主目的であり、SingaScope ができた故に、大型プロジェクトが誕生した、あるいは研究が推進されたという認識はない。

施設整備・運用に関する課題

・COVID-19 による影響

2019 年 9 月に SingaScope がローンチしたが、すぐに COVID-19 による移動制限が課されたため、KPI で想定していたような利用には至っていない。ただし、移動制限等が徐々に緩和される中、利用率等の向上が確認できている。

・所属外プラットフォームへのアクセス時の煩わしさ

所属外プラットフォームへアクセスする際は、入館に際してのセキュリティクリアや施設毎のトレーニングを受ける必要がある等、追加的な手続きや時間がかかる。

・安全衛生等に係る共通ルール整備の難しさ

プラットフォームごとにポリシーがあり、かつ変更もあるため、SingaScope として共通のルールをうたうことができない（2 点目と関連）。

・高額な設備と運用コストに伴う自立の難しさ

顕微鏡機器等の高額な研究機器は、機器の調達、運用（専門人材）およびメンテナンスに多額の費用がかかるため、利用者から多少の利用費を取ってもコストをカバーすることは難しく、施設が経済的に自立することは難しい。そのため、国や所属機関等の支援がないと運営ができないという認識の下、最適な運営を考える必要がある

その他

一定の汎用性のある高額研究機器では、共同利用のコンセプトが活きる。シンガポールは国土が狭い特殊な環境だが、多少の距離や国境をまたいでも有効に活用し得るコンセプトと考えており、近隣諸国の研究者へのオープン化も現実的な選択肢として考えている。ただし、危険物や繊細なものの移動は難しい。

SingaScope のコンセプトは、オーストラリアにある研究インフラネットワークを参考にして作られた。

6.4.3 シンガポール免疫学ネットワーク（SIgN）

拠点の設置目的

SIgN は、感染症、癌、糖尿病、自己免疫疾患などの病気や死亡の主な原因として免疫系が重要な役割を果たしていることから、シンガポールの橋渡し研究および臨床研究を支援する免疫系の研究機関として、2006 年に A*STAR 内に設立された。研究に加えて、SIgN は以下を目的に掲げている。

・トレーニングの提供を通じて、シンガポールの研究開発エコシステムを強化するための人材を育成する。
・国内外での共同研究を通じて、科学とビジネスを結びつけ育成する。
・SIgN の研究・設備能力を通じて、多国籍企業や地元のバイオテクノロジー企業を支援する。
・コミュニティ内での知識交換を促進するためのイベントやセミナーを開催する。

SIgN の傘下にある免疫モニタリングサービスプラットフォーム（ISP, Immunomonitoring Service Platform）は、フローサイトメトリー、タンパク質の多重解析（MAP, Multiplex Analysis of Proteins）、バイオインフォマティクス機能の強化を図り、最先端技術に精通した人材を育成するため、2019 年に NRF の SIS 助成金を獲得している。

拠点運営のための人員配備

SIgN には､15 名の主任研究員（PI）を含む 191 名の研究者が在籍している。また管理部門は 14 名のスタッフで構成されている。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

先端研究機器の利用方法を研究者等にトレーニングすることも SIgN の重要な役割の一つである。研究機器の利用を希望する研究者には、SIgN のオペレーターによるトレーニングが提供される。

機器整備状況（主要な研究機器）

ISP で共同利用可能な主な先端研究機器は以下の通りである。

■フローサイトメトリー

・米 Becton, Dickinson and Company 社。FACSymphony

・米 Cytek Biosciences 社。Cytek Aurora

■ MAP

・米 Agilent Technologies 社。Extracellular Flux Analyzer Seahorse XFe96

・瑞 Mabtech 社。IRIS reader

また、高度な技術を要する機器については、SIgN のオペレーターが機器を使用し、試験サービスとして提供している。主なサービスは以下の通り。

■フローサイトメトリー

･研究デザイン、サンプル前処理、染色、データ取得、ソーティング、分析に関するガイダンスを含むフルサービス

■ MAP

・米 Luminex 社の機器を活用した複数分析物の同時測定

■計算免疫学

・次世代シーケンサー（NGS）による解析

■マスサイトメトリー

・Cytofkit を用いた単一細胞のフローおよびマスサイトメトリー測定から得られる高次元データの解析

■免疫ゲノミクス

・米 10x Genomics 社の機器を用いた解析サービス

ISP における研究機器の購入、整備および更新は NRF の SIS 助成金および A*STAR の資金で賄われている。また、研究機器のメンテナンスは、全て購入先のベンダーに委託している。

共有の形態および共有の範囲

ISP は、SIS 助成金により国家共有プラットフォームとして設立され、一部の機器はオープンアクセスに基づき、民間企業を含むすべての研究機関の国内外ユーザーが利用できる。ただし、海外のユーザーが利用するためには、利用契約を締結する必要がある。

現状の共有機器の予約数は内部ユーザーと外部ユーザーが半々である。内部･外部ユーザーにかかわらず、全ユーザーが同じシステムで機器を予約するため、全ユーザーが公平に機器を利用できる。

ただし、上述のとおり共同利用できる機器は ISP の保有機器の一部のみであり、その他の機器は高額であるため、また利用にあたり高度な技術が求められるため、共同利用ではなく試験サービスとして提供される。

なお、SIgN のサービスを利用するユーザーの目的は様々である。多国籍企業は、SIgN の経験と専門知識に基づく品質の高い分析に期待をして試験を依頼する。一方で、バイオ系スタートアップ企業等の新興企業は、施設や機器を所有していないことが多いため、SIgN の機器やサービスを利用している。

共同利用ルールの整備

共有機器のフローサイトメトリーや MAP 装置の予約･利用を希望するユーザーは、まず SIgN のオペレー

ターが実施するトレーニングコースを受講し、認定を受ける必要がある。当該トレーニングの過程で、施設および機器使用に関するルールやポリシーが、ユーザーに周知される。

なお、研究機器やサービスの利用費用は、コストプラス法に基づき価格設定されている（機器購入費・整備費・人件費等の積み上げ）。費用は内部利用者と外部利用者とで大きくは変わらないが、人件費の計算方法に違いがあり、内部利用者の方が安価である。ただし、当該サービスで儲ける目的はないため、外部利用者向け費用も民間の類似サービスと比べると安価である。

交付額および収支

SIS 助成金の助成期間は 2019 年から 2024 年までの 5 年間であり助成金総額は 500 万シンガポール・ドルである。助成金の使途は研究機器の購入および研究機器のオペレーションに精通した人材の育成等である。

施設運用上の KPI

SIS 助成金により､ISP の中核機能が強化されており､それに合わせて KPI を満たすことが求められている。SIgN は当該 KPI を含む年次報告書を NRF に提出することが義務付けられている。主な KPI は以下のとおりである。なお、論文数に関連する KPI は機器の共同利用者に関連するものではない。高度な機器が導入されたことによる SIgN 関係者によるアウトプットを測定するものである。

■論文数

・1 年間に作成された研究論文数

■産業界との連携

・SIgN エコシステムへの企業の取り込み

・新たな企業や事業の設立・分社化

・SIgN を広報するマーケティング活動。具体的には、シンポジウムやロードショーの実施

・特許およびライセンス。具体的には、1 年間に生み出された特許・ライセンス数

人的交流の実施

外部に向けて以下のような取組みを行っている。

・人材のパイプライン構築

優秀な研究人材を育成するため、学生プログラム、PHD プログラム、インターンシップ等のプログラムを用意しており、若い科学者が研究責任者の指導のもとで学ぶ機会を提供している。

・研究成果の商業化の促進

SIgN には、産業界と連携し、産業界のニーズにあわせて科学技術を活かすプログラムがある。例えば、T-up プログラムでは、SIgN の科学者を新興企業に派遣し、科学者が産業界での経験を積みながら、産業界のプロセス改善や製品開発を支援している。これまでの SIgN の実績は以下のとおりである。

・製薬会社やバイオテクノロジー企業との活発な産業連携（研究協力契約やサービス契約）24 件

・国内外の臨床医や臨床医科学者との共同研究 40 件

・民間団体・企業との共同ラボ 3 件

・SIgN 研究員によるスピンオフ企業輩出 3 社（2016 年～ 2018 年）

・SIgN の認知度向上の取組み

・SIgN の能力紹介を通した潜在的パートナーや研究機関との関係構築

・展示会、セミナー、シンポジウムへの積極的な参加
・SIgN が提供する新しい取組み、機器、サービス等を紹介するニュースレターの発行

特許や論文からみた研究成果

研究機器の共同利用から出てくるアウトプットのモニタリングはしていない。

SIgN 全体としては、2007 年以降に所属研究者が 1,646 件の査読付き論文を発表しており、そのうち 50% がインパクトファクター 5 以上、20% が 10 以上である。代表的な論文は下表のとおりである。

表 6-14　代表的な論文例

タイトル	著者	発行年	出版元	引用数
Developmental Analysis of Bone Marrow Neutrophils Reveals Populations Specialized in Expansion, Trafficking, and Effector Functions	MaximilienEvrard, Immanuel W.H.Kwok, Shu ZhenChong, Karen W.W.Teng, EtienneBecht, JinmiaoChen, Je LinSieow, Hweixian LeongPenny, Goh ChiChing, SapnaDevi, José MariaAdrover, Jackson L.Y.Li, Ka HangLiong, LeonardTan, ZhiyongPoon, ShihuiFoo, Jia WangChua1I-HsinSu, Lai GuanNg	2018	Immunity	283
Hepatitis B virus–specific T cells associate with viral control upon nucleos(t)ide-analogue therapy discontinuation	Laura Rivino, Nina Le Bert, Upkar S. Gill, Kamini Kunasegaran, Yang Cheng, Damien Z.M. Tan, Etienne Becht, Navjyot K. Hansi, Graham R. Foster, Tung-Hung Su, Tai-Chung Tseng, Seng Gee Lim, Jia-Horng Kao, Evan W. Newell, Patrick T.F. Kennedy, and Antonio Bertoletti	2018	American Society for Clinical Investigation	134
Checkpoint blockade immunotherapy reshapes the high-dimensional phenotypic heterogeneity of murine intratumoural neoantigen-specific CD8+ T cells	M. Fehlings, Y. Simoni, H. L. Penny, E. Becht, C. Y. Loh, M. M. Gubin, J. P. Ward, S. C. Wong, R. D. Schreiber & E. W. Newell	2017	Nature Communications	95

（Google Scholar をもとに著者作成。2022 年 3 月 31 日時点）

施設整備・運用に関する課題

共同研究利用拠点や試験サービスは、内部ユーザーだけでなく、多くの外部ユーザーに利用されており、運用上の大きな課題認識はない。施設運営の観点では、専門性の高い先端研究機器を操作する人材を獲得・維持し、トレーニングし育てていくことが重要であると認識している。

参考資料・文献

- National Research Foundation（2021）「National Research Infrastructure」, https://www.nrf.gov.sg/programmes/national-research-infrastructure
- National Research Foundation（2020）「RIE2025 Handbook 」, https://www.nrf.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/rie_booklet_fa2021_pages.pdf
- Department of Statistics Singapore（2021）「Research and Development」 https://www.singstat.gov.sg/publications/reference/ebook/economy/research-and-development
- St John's Island National Marine Laboratory（N.D.）「St. John’s Island National Marine Laboratory」, https://sjinml.nus.edu.sg/
- St John's Island National Marine Laboratory（2021）「Researcher Handbook」, https://drive.google.com/file/d/1rRKcYWhFK0dVRO0mnxghK0aVJaAZTdwY/view
- Marine Science Research & Development Programme（2021）「Advancing Marine Science in Singapore」, https://drive.google.com/file/d/1S7PVlVYZpI18FGKFIu3I3neQgJxwA8SH/edit
- SingaScope（N.D.）「SingaScope」, https://www.singascope.sg/
- A*STAR（N.D.）「Singapore Immunology Network」, https://www.a-star.edu.sg/sign
- A*STAR（2019）「A*STAR’s SIgN receives Shared Infrastructure Support（SIS）grant to enhance its Immunomonitoring（IM）Platform capabilities to accelerate research in Singapore 」, https://www.a-star.edu.sg/docs/librariesprovider26/news/scientific-alert_singapore---astar-s-sign-receives-shared-infrastructure-support-grant-to-enhance-its-immunomonitoring-platform-capabilities.pdf
- Singmass（N.D.）「Singmass」, https://singmass.sg/
- A*STAR（N.D.）「National Shared Platforms」, https://www.rsc.a-star.edu.sg/technologyplatforms/scientific-side-menu/scientific-information/national-shared-platform

7　各国調査 – タイ王国

7.1　科学技術政策の基本情報整理

タイ王国（以下、タイ）は、ASEAN 諸国の中において代表的な工業国として発展してきた。一方で、経済発展が進む中、工場等での委託生産に偏った産業構造からの脱却が課題となっている。政府は産業･企業･人材・インフラ面での「スマート化」を重点テーマとして掲げ、科学技術革新の長期目標においても、産業と科学が融合したスマート化の実現を目指している。

産業構造の変革に向け、研究開発投資を年々増やしており、GDP 対比の GERD（Gross Expenditure on R&D）は 2004 年時の 0.2% から 2019 年時には 1.1% 超となっている。2020 年以降は COVID-19 の影響もあり GERD の落ち込みが見込まれているが、2027 年には GDP 対比で GERD を 2% にすることを目標にしている。

2014 年、タイ政府は国家改革委員会を設立し、改革議題の一つとして高等教育・科学・研究・イノベーションを選定した。これに伴い科学技術省（MOST, Ministry of Science and Technology）を前身とする高等教育科学研究イノベーション省（MHESI, The Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation）が設立され、科学技術イノベーション法が 2019 年 5 月に制定された。現在、タイの科学技術政策の策定および管理は主に MHESI が担っている。

また、タイの科学技術に関連する長期計画としては、2014 年～ 2032 年までの約 20 年間の経済開発モデルおよびロードマップを示した Thailand4.0 がある。高付加価値化やイノベーションの推進が主要課題として認識されており、経済や社会全般に ICT 技術を適用し、スマート産業やスタートアップの育成、人的資本やインフラの構築等を推進することが重要視されている。

加えて、5 年毎に策定する中期計画では、第 12 次経済社会開発計画（2017-2021）において、10 大推進戦略に基づき未来産業育成、インフラ構築、経済特区開発、エネルギー事業構築、教育プラットフォームの拡充等が掲げられている。戦略第 8 に研究や技術、イノベーションについて記載されており、以下の目標が掲げられている。

・R&D 投資規模を GDP 比 1.5% に増加する。
・民間部門対公共部門の R&D 投資比率を民間 70: 公共 30 とする（2019 年時点では民間が約 8 割）。
・重点産業、基礎研究およびインフラ・人材・標準化の研究開発投資比率を 55:25:20 とする。
・研究開発人材を人口 10,000 人当たり 25 人に増加する。

7.2　政策・ファンディング調査

今回の調査では、先端研究機器の整備や機器の共同利用を促す具体的な政策やプログラムは見付けられなかった。しかし、MOST 傘下の独立機関である国家科学技術・イノベーション政策局（STI, National Science Technology and Innovation Policy Office）が中心となり策定した国家科学技術・イノベーション基本計画 2012-2021（STI 基本計画）では、公的機関間の科学技術やイノベーション政策の調和、民間や学界等の機関間の連携の強化を目的とした国家全体のイノベーション・システムの構築が掲げている。

また、STI 基本計画の戦略 5 では、科学技術・イノベーションのためのインフラ整備に言及し、インフラの強化、ワンストップサービスの提供、インフラの効率的な利用促進等について記されている。またタイ政府は STI を推進する代表的な組織を選定しており、選定された機関は、共同研究や機器の共同利用を積極的に推進することが期待されている。今回のインタビュー先の中にも、STI 組織への選定をきっかけに施設をオープンし、共同利用を始めたとのコメントがあった。

7.3 政策等に基づく整備状況の整理

前節にある STI 基本計画等を踏まえ、実際に共同利用が確認できた拠点は以下のとおりである。

表 7-1 タイの共同研究利用拠点一覧（順不同）

	拠点名	研究分野
1	Mahidol University	総合
2	Khon Kaen University	総合
3	King Mongkut's University of Technology Thonburi	総合
4	Chiang Mai University	総合
5	Thammasat University	総合
6	Suranaree University of Technology	総合
7	Chulalongkorn University	総合
8	Prince of Songkla university	総合
9	Thailand Institute of Scientific and Technological Research（TISTR）	総合
10	National Center for Genetic Engineering and Biotechnology（BIOTEC）	生命科学
11	National Metal and Materials Technology Center（MTEC）	素材工学
12	National Electronics and Computer Technology Center（NECTEC）	電気電子工学
13	National Nanotechnology Center（NANOTEC）	ナノ工学
14	National Energy Technology Center（ENTEC）	エネルギー

（著者作成）

7.4 主要共同研究利用拠点の調査

タイの共同研究利用拠点の中からコーンケーン大学（KKU, Khon Kaen University）、タイ科学技術研究所（TISTR, Thailand Institute of Scientific and Technological Research）およびタイ国立ナノテクノロジー研究センター（NANOTEC, National Nanotechnology Center）の関係者にインタビューを行い、各共同研究利用拠点の概要および実態について調査した。

7.4.1 コーンケーン大学（KKU）

拠点の設置目的

KKU は、1964 年に研究および教育を目的に設立された国立の総合大学である。当該大学にある研究機器センターは、専門性の高い研究を支援する共同研究利用拠点として設置されている。 医学、理学、工学、薬学、農学、医科学、歯学およびテクノロジーの 8 学部の機器が、研究機器センターで管理されている。

拠点運営のための人員配備

研究機器センターには約 30 人が配置されている。職員の内訳は以下のとおりである。

・管理職員 14 人（理事長、副理事長、理事、事務局長等）

・機器インストラクターおよび機器サイエンティスト 13 人（機器ごとに担当あり）

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

研究機器のオペレーターをトレーニングするプログラムや研究者等に機器の利用方法をトレーニングする定型のプログラムはない。

機器整備状況

代表的な共同利用機器の概要と利用価格は下表のとおりである。

表 7-2　代表的な共同利用機器の概要と利用価格（順不同）

大分類	中分類（機器）	メーカー	機種	外部利用者費用 (バーツ) (内部/外部/民間企業)
顕微解析機器	TEM	米Thermo Fisher Scientific	TECNAI G2 20	1,800/3,500/- per hr
	FE-SEM	捷TESCAN	MIRA	300/300/- per hr
	AFM	韓PARK	XE-120	1,500/3,000/- Per time
	CASA	米Hamilton Thorne	CEROS II	-/-/500
	FIB-SEM	米Thermo Fisher Scientific	Helios Nanolab G3 CX	-/-/3,000
マテリアル分液機器	NMR(400Mhz)	米Bruker	Ascend-400	575 / 725 / 875 per hr
	分光装置	日本分光	J-815	200/400/- per hr
	XRD	米Bruker	D8 Advance	200 / 300 / -
	高圧ホモナイザー	米Microfluidizer	M-110P	200 / 400 / 600 per hr
	ラマン分光装置	堀場製作所	SploRA Plus	500 / 1,000 / 1,000 per hr
	LC/MS-MS	米Bruker	Easy-nLC-microOTOF等	(Tryptic Digestion) 300/400/- (Short Gradient Test) 1,000/1,600/- (Long Gradient Test) 3,000/4,000/- Per sample / fraction
	Gas chromatography (GC)	島津製作所	GC-2014	200/300/300 per hr
	紫外可視分光光度計	米Agilent Technologies	AL-SYS-UV-6000-M	400/800/- per hr
	Total Organic Carbon (TOC)	独Analytik Jena	Multi N/C 2100sla	150/300/- Per minimum rate
粉体解析装置	Particle Size Analyser	蘭Malvern PANalytical	Nano S90	400/600/800 per hr
	Zetasizer	蘭Malvern PANalytical	Nano ZS	400/600/800 per hr
バイオ分析機器	リアルタイムPCR	米BIORAD	CFX96	300/500/500 per minimum rate
	In Cell Analyzer	米GE	IN Cell Analyzer 2000	300/600/600 Per minimum rate
	フローサイトメトリー	米Becton, Dickinson and Company	FACSCanto II	900/1,350/1,350 per hr
その他	Dispensing Platform	米Biodot	BD-XYZ-3210	700/1,400/- per hr
	Clamshell Lamination Module	米Biodot	BD-LM-5000	200/400/- per hr
	Guillotine Cutter	米Biodot	BD-CM-5000	300/600/- per hr
	Assembly Roller	米Biodot	BD-AR-3000	200/400/- per hr
	Solid Inker印刷用連続シーラー	ブラザー	SN-FRD-1000W	150/300/- per hr
	Freeze dryer	独CHRIST	GAMMA 2-16 LSC	750-1,000/1,000-1,250/1,500-1,750 per hours/day(business-after hours)
	Mini spray dryer	瑞BUCHI	B-290	120/225/450 per hr

（KKU 公開情報より著者作成）

共有の形態および共有の範囲

共有形態はオープン化である。過去には共同利用という考え方はなかったが、約 10 年前に研究機器センターが設置された。設置のきっかけは、2011 年にタイ政府の国家科学技術革新政策・計画フレームワーク（The conceptual framework of the National Science, Technology and Innovation Policy and Plan）の対象に選定されたためである。当該施設を運営する過程で施設や機器を共有する考え方や共有するメリットの認識が広まった。去年からは、誰にでも利用できるプラットフォームとしての運営が始まっている。

共有の範囲は、国内外の大学や企業の所属者等、全ての研究者であり、オープンアクセスになっている。なお、施設の利用希望者は、オンラインで機器使用スケジュールを確認し、利用申請することができる。外部の研究者を含む施設利用者情報は人事部門で管理されている。2016 年からの機器利用状況は以下のとおりである。内部の利用が多く、外部研究者や民間企業は全体の 2 割程度である。

・区分別：内部（865 件、81%）、外部研究者（188 件、18%）、民間企業（11 件、1%）

・属性別：修士（304 件、29%）、博士（272 件、26%）学生（189 件、18%）、研究者（118 件、11%）、他

共同利用ルールの整備

主なルールは以下のとおりである。

・すべての機器予約は連続 7 日まで可能。

・利用時には、実際の開始時間・終了時間を記入すること（機器の正確な利用時間を把握するため）。

・予約日に機器を利用しない場合は、予約を取り消すこと。

（予約日に機器を利用せず取消しもしない場合、14 日間機器使用資格がはく奪される可能性がある）

・2 回以上規則を破った場合、機器の利用が禁止される可能性がある。

・機器の利用予約をする場合は事前に指導教員に相談すること。

・利用時には、予約内容を印刷して持参すること。

・利用料はウェブサイトに記載されている内容と異なる場合があるため、利用前に窓口に確認すること。

交付額および収支

R&D 関連予算の内訳は、25％は政府から、25％は本学から、残り 50％は共同研究やファンディング機関からの獲得資金である。研究予算のうち､約 1 割が研究機器の購入や機器の管理費に回る。担当者としては、1 割では十分と言えず、2 割程度は必要と考えている。

施設運用上の KPI

以下のような KPI が設定され、結果をモニタリングしている。ただし、共同利用と直接関係するのは、共同研究利用拠点の利用料のみである。

・共同利用から得らえた利用料

・外部資金の調達

・実施プロジェクト数

・論文数

人的交流の実施

共同利用を促すための取組み等は行っていない。より広い意味での交流として、MOU 締結大学との関係強化を推進している。具体的には､日本の北海道大学や筑波大学､イギリスのケンブリッジ大学､その他オーストラリア、ミャンマー、カンボジア、ベトナム等の大学と交流をしている。

特許や論文からみた研究成果

共同利用による研究成果はモニタリングしていない。

代表的な研究プロジェクトとその内容

大学としては、農業および食品、薬学（医学）に強みがあり、引用数 1 位は米に関連する論文である。なお、農業および食品分野は、KKU だけでなく国家としての注力分野である。

施設整備・運用に関する課題

先端研究機器は金額が高く、最新型の機器の購入や更新は予算上簡単でない。

7.4.2 タイ科学技術研究所（TISTR）

拠点の設置目的

TISTR は、MHESI の傘下にある研究機関である。以下の 4 つの目的に基づき設立された。

・科学技術およびイノベーションの研究や開発で国家に貢献する。
・産業分野や地域社会に技術やイノベーションの恩恵を移転する。
・分析・試験・品質認証システムを通じて産業水準や競争力を高める。
・良いガバナンスに基づく高効率な組織管理システムを開発する。

拠点運営のための人員配備

TISTR には約 1200 名が勤務し、そのうち 70％程度が科学技術および R&D 関係者である。11 の部署があり、それぞれで施設や機器を管理している。機器の整備も各部署で行っているが、機器のメンテナンスは外部ベンダーに依頼している場合が多い。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

研究機器の利用方法を学ぶための人材教育プログラムを提供している。また、研究機器メーカーを招いた勉強会の開催の他、メーカーが実施する教育プログラムを機関内の関係者に案内し受講を促すこともある。

機器整備状況（主要な研究機器）

主要な研究機器は下表のとおりである。

表 7-3　代表的な共同利用機器（順不同）

NO	機器	メーカー	機種
1	イオンクロマトグラフィー	島津製作所	Prominence HIC-SP
2	High-performance liquid chromatography (HPLC)	島津製作所	CTO-10A
3	Energy dispersive Spectrometry (EDS)	米Bruker	ESPRIT 2
4	全有機炭素分析装置	島津製作所	TOC-V CPH
5	表面粗さ測定機	東京精密	Handysurf E-35A
6	アクチュエータ	韓Samyeon Tech	STC Samyeon M42905
7	機械試験システム	米MTS	810
8	万能試験機（200トン）	米INSTRON	5596-B1-E2-F3-G2
9	万能試験機（250kN）	米INSTRON	5985
10	万能試験機	米INSTRON	1123
11	振動試験機	米Spectral Dynamics	SD-11000-17 DA-50 ACU153
12	振動試験機	米MTS	840.3
13	マイクロメカニカルテスター	米Bruker	UMT TriboLab
14	倒立型顕微鏡	独Zeiss	405M
15	倒立型顕微鏡	独Zeiss	200M MAT
16	実体顕微鏡	独Zeiss	Stemi SV11
17	Scanning Electron Microscope（SEM）	米Thermo Fisher Scientific	Prisma E
18	Electron Back-Scattered Diffraction (EBSD)	米Bruker	E-FlashFS
19	3次元光学顕微鏡	米Bruker	Contour GT-K
20	イオンミリング装置	ムサシノ電子	Model 1061 SEM Mill
21	誘導結合プラズマ発光分光分析装置	米Perkinelmer	Optima 7000
22	FT-IR	米Bruker	Vertex 70
23	可搬型X線応力測定装置	リガク	SmartSite RS
24	X線応力測定装置	リガク	PSF-3M

（TISTR 公開情報より著者作成）

共有の形態および共有の範囲

共有の形態はオープン化であり、施設や機器が外部者にも利用できるようになっている。オープン化の目的は、タイの科学技術発展および研究の質的向上への貢献である。過去からオープン化しているため、いつから何がきっかけとなり、オープン化されたかは定かでない。国内外、公共や民間に関わらず誰もが利用できる。

共同利用ルールの整備

共同利用申請のプロセスとしては、国外研究者の場合まずはウェブサイトを通して、国際関係部門（Department of International Relations）へコンタクトし、責任者（Governor）から研究のための利用承認を受ける。内容に応じて 11 の部署のいずれかが案内され、割り当てられた部署で研究の目的や必要な試験等の内容が議論され、施設や機器等の利用が可能となる。

部署横断的な基本的利用規則や共通の機器使用マニュアルがあるが、詳細ルールは各部署に委ねられているため、それぞれ異なる。

交付額および収支

機器の維持や管理は、通常予算から配分される。一方、機器購入を始めとするインフラ関連の予算は別途編成し国から受けとることになる。インフラ関連を含む年間の予算は約 10 億タイ・バーツであり、そのうち約半分が機器関連に利用されている。

施設運用上の KPI

機器の利用や共有に関する KPI はない。組織としての主な KPI は以下のとおりである。

・どれだけ多くのプロジェクトに取り組んだか。

・研究成果がどれだけの商業化に繋がったか。

・予算が適切に管理され、無駄が無かったか。 等

人的交流の実施

共同利用に関連した人的交流やイベントの実施はない。ただし、研究関連では、国内外の大学や研究機関、企業等と交流しており、日本とも共同研究を行っている。

特許や論文からみた研究成果

研究所全体としてのアウトプットは以下のとおりである。

・国際特許：1 件

・総発行論文（学術誌、直間接）数：40 件

施設整備・運用に関する課題

研究機器に関連する問題は無いが、人的資源に問題がある。専門知識を有する優秀な人材を採用したいが、採用計画通りにいっていない。

7.4.3 タイ国立ナノテクノロジー研究センター（NANOTEC）

拠点の設置目的

NANOTEC は、2003 年に設立されたタイ国立科学技術開発庁（NSTDA, Thailand National Science and Technology Development Agency）傘下の公的研究機関であり、ナノテクノロジー技術の研究や研究支援、産業界への技術移転、社会への普及等を目的とする。

拠点運営のための人員配備

NANOTEC には 260 名の職員がおり、設備・機器の整備や管理を担当する部署として、ナノ特性評価研究チーム（Nano Characterization Research Team）が存在する。当該部署には、約 20 名の機器メンテナンス職員および 2 名の事務職員が配属されている。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

ナノ特性評価研究チーム内で機器を管理・運用する人材（ツールキーパー）を育成している。ツールキーパーは、機器管理に加えて、外部利用者等に対するインストラクターの役割を果たす。ツールキーパーにはレベルが設定されており、当該レベルに応じて担当機器や責任範囲を設定している。

機器整備状況（主要な研究機器）

NANOTEC の施設の一つ、National Advanced Nano-characterization Center（NANC）では、主に下表の研究機器を保有し、機器の共同利用や試験サービスを提供している。

表 7-4　代表的な共同利用機器（順不同）

機器分類	機器
顕微解析機器	TEM
	E-SEM
	FIBおよびFE-SEM
	共焦点ラマン分光装置
	AFM
マテリアル分析機器	赤外分光器（FT-IR)
	X線回折装置（XRD）
	GC/MS
	LC/MS
	HPLC
	誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）
粉体解析装置	粒度分布測定装置
	ナノ粒子解析装置
	比表面積/細孔分布測定装置
熱分析装置	TGA
	DSC

（NANOTEC 公開情報より著者作成）

共有の形態および共有の範囲

NANOTEC は、タイのサイエンスパーク内に設置された研究拠点であるが、入居企業や外部の研究者、民間企業等が施設や機器を利用できるオープンな拠点である。共有の範囲は、国内外の大学や民間企業、研究機関等と幅広く、日本の研究者による機器の利用も可能である。

共同利用ルールの整備

外部の研究者等が施設を利用するには 3 つのオプションがある。1 つ目は共同研究であり、研究者が所属する機関と NANOTEC が MOU を締結し、共同研究プロジェクトを立ち上げる。共同研究を行う外部の研究メンバーは、共同プロジェクトのメンバーを通じて、機器の予約や利用ができる。

2 つ目は施設や機器のレンタル利用である。機器の利用希望者は、NANOTEC のホームページからログインし、利用希望機器の予約申請を行う。機器コーディネーターが申請内容を確認し、対象機器の利用が初めての場合は、ツールキーパーまたは機器利用のエキスパート（スーパーユーザー）から機器の使用方法等に関するトレーニングを受けられるようアレンジする。トレーニングを受けて、希望者が対象機器の利用について承認が得られると、ウェブ上から機器の正式予約が可能となる。

3 つ目は、NANOTEC が提供する試験サービスの利用である。希望者は、有料で希望する試験を依頼することができる。

交付額および収支

予算は政府からの交付金や研究プロジェクトによるファンディング、機器利用料やライセンシングによる収入からなる。2020 年の予算は 5 億 2,829 万タイ・バーツで、そのうち約 15％が機器購入や整備に利用されている。

施設運用上の KPI

施設や機器の利用に関する KPI は存在しない。NANOTEC の KPI は、研究アウトプットおよび技術移転の 2 つに分類される。研究アウトプットは国際論文の発行や試作品の制作、特許数、各種表彰等である。一方、技術移転は企業の依頼に基づく R&D 契約数、企業等との共同研究数、ライセンス数、知的財産の利用状況等である。

人的交流の実施

施設や研究機器をテーマとした交流やイベントは特に行っていない。

特許や論文からみた研究成果

・国際特許 929 件、総発行論文 1126 件、内（うち SCI 掲載論文 9 件）

・引用数上位 3 件の論文は下表のとおりである。

表 7-5　NANOTEC の代表的な論文例

論文名	著者	発表時期	引用数	掲載誌
A dye sensitized solar cell using natural counter electrode and natural dye derived from mangosteen peel waste.	Maiaugree W, Lowpa S, Towannang M, Rutphonsan P, Tangtrakarn A (Nanotec-KKU Center of Excellence), Pimanpang S, Maiaugree P, Ratchapolthavisin N, Sang-Aroon W, Jarernboon W, Amornkitbamrung V (Nanotec-KKU Center of Excellence)	2015年	127	Scientific Reports
Evaluation of Microencapsulation Techniques for MICP Bacterial Spores Applied in Self-Healing Concrete	Pungrasmi W (Research Network of NANOTEC-CU), Intarasoontron J, Jongvivatsakul P, Likitlersuang S,	2019年	47	Scientific Reports
Oxidized Carbon Black: Preparation, Characterization and Application in Antibody Delivery across Cell Membrane.	Amornwachirabodee K, Tantimekin N, Pan-In P (Nanotec-Chulalongkorn University Center of Excellence), Palaga T, Pienpinijtham P, Pipattanaboon C, Sukmanee T, Ritprajak P, Charoenpat P, Pitaksajjakul P, Ramasoota P, Wanichwecharungruang S	2018年	26	Scientific Reports

（RISS をもとに著者作成。2022 年 3 月 31 日時点）

施設整備・運用に関する課題

機器の購入に際しては、企画書を提出し、承認を得る必要がある。厳格に審査が行われるため、機器の必要性や根拠を示し、納得性がなければ承認が下りない。2022 年は、新規の機器購入（ラマン分光装置等）が実現しており、現状機器の整備や運用について、課題認識はない。

なお、予算の大部分は政府助成に基づくが、COVID の影響を受け機器利用料等の外部からの収入が落ち込んだ。ただし、最近では企業との共同研究をはじめ、外部との協働機会に基づく収入が増え始めている。

参考資料・文献

- National Science Technology and Innovation Policy Office（N.D.）, http://www.sti.or.th/sti/
- สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม（2020）,「โครงการวิจัยและพัฒนาภาครัฐร่วมเอกชนในเชิงพาณิชย์」
- สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม（2017）,「แผนการศึกษาแห่งชาต พ.ศ. 2560 - 2579」
- Royal Thai Embassy, Washington D.C.（N.D.）「Thailand 4.0」, https://thaiembdc.org/thailand-4-0-2/
- National Research Council of Thailand（N.D.）, https://www.nrct.go.th/
- Office of National Higher Education Science Research and Innovation Policy Council（N.D.）, https://www.nxpo.or.th/th/en/
- ภารกิจจัดสรรงบประมาณ ส านักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม（2020）,「การยื่นคำของบประมาณด้านวิทยาศาสตร์-วิจัยและนวัตกรรม-ปีงบประมาณ-พ-ศ-2565」
- ศูนย์ข้อมูลวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ（N.D.）「Research and development investment in Thailand」, http://stiic.sti.or.th/stat/ind-rd/rd-t001/
- The Bangkok Biz News（2021）,「สอวช.เผยผลการลงทุนด้าน 'อาร์แอนด์ดี' ไทยปี 63-65 ลดลง ชี้ผลจากโควิด!」
- Thailand Board of Investment（2015）「Policies for Investment Promotion」, https://www.boi.go.th/index.php?page=policies_for_investment_promotion
- Eastern Economic Corridor（N.D.）「About the fund」, https://www.eeco.or.th/th/about-the-fund
- PwC（2022）「Worldwide Tax Summaries」, https://taxsummaries.pwc.com/thailand/corporate/tax-credits-and-incentives
- KPMG（2021）「Thailand: Tax incentives to encourage personnel development, foreign investments」, https://home.kpmg/us/en/home/insights/2021/06/tnf-thailand-tax-incentives-to-encourage-personnel-development-foreign-investments.html
- Puey Ungphakorn Institute for Economic Research（2016）「Tax Incentive」 https://www.pier.or.th/abridged/2016/06/tax-incentives/
- CRDC-FC（N.D.）「Thailand' s Innovation and Technology Assistance Program（ITAP）」, http://www.crdc-fc.com/en/privilege/itap/

8　各国調査 - ベトナム社会主義共和国

8.1　科学技術政策の基本情報整理

ベトナム社会主義共和国（以下「ベトナム」）は、国民の高い教育意識および低い人件費を武器に海外企業の工場誘致等を進め、高い経済成長率を維持し持続的な経済発展を続けている。一方で、ベトナムは、海外投資中心、製造業中心、国営企業中心の現状の経済体制から脱却し、民間主導の経済や第 4 次産業革命等に関連した新産業を創造することを模索している。

ベトナムの GERD（Gross Expenditure on R&D）は、2011 年以前は対 GDP で 0.2% 未満だったが、徐々に増加し 2017 年時点では 0.53% を記録している。また、多くの ASEAN 諸国では政府支出の比率が高いが、ベトナムでは、2011 年には 25% 程度だった民間投資割合が、2017 年には 70% 超になっている。また、産業別では、製造およびテクノロジー分野の比率が約 7 割を占めている（全て UNESCO データ）。

ベトナムの科学技術政策の企画や推進には多様なステークホルダーが関与する。科学技術発展戦略や政策策定は科学技術省（MOST, Ministry of Science and Technology）が主導するが、国家戦略の観点から企画投資省（MPI, Ministry of Planning and Investment）も関与する。政策決定後は MOST が計画を主導するものの、計画の確認は MPI が行う。執行にあたっては財務省（MOF, Minister of Finance）から予算を獲得した上で、関連プロジェクトを推進することになる。また、MOST 以外にも、教育訓練省（MOET, Ministry of Education and Training）、産業通商省（MOIT, Ministry of Industry and Trade）、情報通信省（MIC, Ministry of Information and Communications）等が、それぞれの領域に関する科学技術政策を策定している。

MOST 傘下では、国家科学技術財団（NAFOSTED, National Foundation for Science and Technology）、技術革新センター（SATI, State Agency for Technology Innovation）、国家技術革新基金（NATIF, National Technology Innovation Foundation）が大学等の科学技術振興に関与する。各機関の概要は以下のとおりである。

・NAFOSTED

基礎研究へのファンディングやフェローシッププログラム、国際学会への参加助成等を行う。

・SATI

科学技術企画等、政策研究および企画を担当し、MOST を支援する。技術管理体系、技術水準評価、産業技術支援等も担当する。

・NATIF

研究開発を行う組織や企業を対象として研究費や優遇融資保証等を提供する。

なお、2020 年までの科学技術政策および執行は、ベトナム社会経済開発戦略 2011-2020 およびベトナム科学技術戦略 2011-2020 に基づき推進されてきた。当該戦略では、新素材、地球科学、海洋科学、環境エネルギー、情報通信、宇宙科学、生命工学等の研究に重点が置かれていた。これまでの注力分野は下表のとおりである。

表 8-1　科学技術の重点産業・育成方針

重点産業	育成方針
電力	安定した電力供給を実現するための発電施設および送配電網の拡充。電力市場の競争力強化のため、周辺国との電力グリッド協力推進
石炭	火力発電、セメント製造、肥料製造、建設用資材生産、農村および山岳地域の生活燃料用途として使用されており、持続的な発展を図る
石油・ガス	持続的な資源開発のため、海外投資を積極的に誘致し、関連ボーリング技術および精製技術の導入等を図る
鉄鋼	需要は継続的に増えており需要を満たすために産業育成を継続
金属	アルミニウムなど戦略輸出鉱物の開発及び関連加工産業の育成
セメント	建設産業部門の持続的な需要増加を満たし、製品の品質向上のため、セメント製造および加工産業を持続的に育成
製紙	パルプ･製紙輸入依存度を緩和し、低級用紙･包装用紙の国産化を図る
機械	自動車、バイク、工作機械等、高付加価値機械の生産基盤の拡充
電子・情報通信	ICT分野では、製造面で電子部品、産業用電子製品などに集中。情報処理分野では経営、教育訓練用ソフト及び電子商取引分野に集中

（ベトナム社会経済開発戦略をもとに著者作成）

また、次期長期計画である「Vietnam 2035」が策定されており、以下のビジョンが掲げられている。本ビジョンを踏まえ、科学技術領域においては、海外からの積極的な先進技術の導入や重点分野の選定、集中投資等が主要テーマとして掲げられている。

・競争力のある「民間」セクターによる経済の主導および近代化
・国の技術およびイノベーション能力の向上
・都市政策の見直し、より動的な都市づくり、都市化のための投資
・変化する気候環境に対する持続可能性の検討
・調和のとれたミドル・クラス社会の開発、平等促進
・現代的な法治主義国家と民主社会の確立

8.2　政策・ファンディング調査

ベトナムの国家大学や国立大学では、高額な先端研究機器は主に政府からの助成金をもとに整備が行われている。加えて、MOST 傘下の NAFOSTED が、高額機器の整備にも活用できる Applied Research Program Emergent & Breakthrough Program を用意しており、その内容は下表のとおりである。

なお、施設や機器の共同利用を強制するような政策やプログラムは見受けられなかった。しかし、公立大学や公的なハイテクパーク施設では共同利用が行われている。前者では、大学の使命として研究環境が十分に整備されていない他大学や民間企業に対して施設利用や試験サービス提供等を通じた研究支援を行っている。また、後者は共同研究や共同開発等を視野に入れた共同利用が行われている。

表 8-2　NAFOSTED の Applied Research Program Emergent & Breakthrough Program

目的	国家レベルの科学技術課題に対する取組みについてファンディング
助成機関	National Foundation for Science and Technology Development (NAFOSTED)
プログラム概要	有望なプロジェクトに対して、研究施設や研究機器の整備にも活用できる助成を実施
プログラム特徴	■過去の支援政策との相違 これまでも研究機器購入に利用できるプログラムは存在したが、助成規模が小さく利用用途が限られた。本プログラムではプロジェクトに必要な研究機器を含めた提案が可能である（有望な研究と認められれば高額な研究機器購入の助成可能性あり） ■評価方式 NAFOSTEDは提案内容および提案内容の実現に必要な施設や機器の内容も評価する ■評価基準 1) 研究能力（研究チーム、代表者、施設・設備等） 2) 研究計画（科学的価値および実現可能性） 3) 研究成果（応用性および実用化計画）
助成金額	520万アメリカドル(累積総額)
助成期間	関連規定無し(プロジェクトによる)

（NAFOSTED プログラム情報をもとに著者作成）

8.3　政策等に基づく整備状況の整理

共同利用機能を有することが確認できた施設は以下の 9 拠点である。

表 8-3　ベトナムの共同研究利用拠点一覧（順不同）

	拠点名	研究分野
1	Vietnam National University, Hanoi	総合
2	Hanoi University of Science and Technology	総合
3	Vietnam National University, Ho Chi Minh City	総合
4	Ho Chi Minh City University of Technology	総合
5	The University of Da Nang	総合
6	Hue University	総合
7	Can Tho University	農学
8	Hoa Lac High-Tech Park	素材工学・生物学
9	Sai Gon High-Tech Park	総合

（著者作成）

ハイテクパークの共同研究利用拠点の施設概要例は以下のとおりである。大学施設は次節で紹介する。

サイゴン・ハイテクパーク（Sai Gon High-Tech Park）

サイゴン・ハイテクパークは、傘下にナノ技術、生命工学、精密自動化機器、半導体および IT 技術の 5 つの R&D センターを有し、独自研究の他、国内外の公的機関や民間企業と共同研究を行っている。また、施設スペースの貸し出しや、機器利用トレーニングプログラム等も提供している。当該施設は、一定の利用条件はあるものの、他の研究者にも開放されており、共同研究利用拠点として機能している。

8.4 主要共同研究利用拠点の調査

8.4.1 ベトナム国家大学ホーチミン市校工科大学（HCMUT）

拠点の設置目的

ベトナム国家大学ホーチミン市校工科大学（HCMUT, Ho Chi Minh City University of Technology）は、ベトナム南部で最大かつ最も古い工学系研究大学である。本学は、教育や研究に取り組むと共に、施設や研究機器が十分に整備されていない他大学や民間企業に対し、施設利用や試験サービス提供等を通じて研究支援を行っている。なお、共同利用のための独立した施設がある訳ではなく、既存施設の機器を共有している。

拠点運営のための人員配備

上記のとおり、共同利用のための施設がある訳ではなく、各研究部門がそれぞれの施設および研究機器を管理しており、施設毎にオペレーターがいる。各研究部門の責任者が施設の責任者を兼ねている。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

施設運営や研究機器使用のための人材育成プログラムは、必要性は理解しているものの、現状はない。外部から研究機器の利用希望があった場合は、機器操作のレクチャーおよびトレーニングセッションを設けている。これらを経て外部利用者は研究機器の利用ができるようになる。

機器整備状況

大学が保有する主要な研究機器は以下のとおりである（順不同）。

■石油精製・石油化学技術研究所（RPTC）

・Crystallization device
・Microwave reactor
・Continuous steam explosion device
・Liquid gas absorption device
・Supercritical Separator
・Bioreactor
・Liquid phase reactor
・Gas distillation equipment
・High pressure reaction equipment
・Supercritical CO2 device

■ CENTRE ASIATIQUE DE RECHERCHE SUR L’EAU（CARE。水をテーマとした研究所）

・Electrical Resistivity Tomography（仏 IRIS Instruments 社。SYSCAL PRO 96）
・Time Domain Electromagnetics（蘭 AEMR company 社。TEMFAST 48）
・Frequency electromagnetic profiling（仏 IRIS Instruments 社。PROMIS）

共有の形態および共有の範囲

共有の形態としては、既存施設のオープン化となるが、共同利用に関する明確なルールや仕組みがある訳ではなく、外部から依頼があれば都度対応しているのが実態である。

共有の範囲としては、公的機関や大学、民間企業にかかわらず、施設や機器の利用依頼があれば対応を検討する。

共同利用ルールの整備

明確なルールがある訳ではないが、利用希望者には申請を行ってもらい、当事者間の合意（契約）を締結する。その上で、機器利用前に、機器操作等に係る講義およびトレーニングを受けてもらう。内容は、実験室・研究室利用規則の理解、利用シミュレーション、簡単なテスト等である。

交付額および収支

施設運営に係る予算は全て政府からの助成である。なお、予算において施設および機器に関する細目はない。研究部門やプロジェクトによって、必要となる金額が異なるため、全体予算から必要な金額を割り振って運用している。

施設運用上の KPI

共同利用について、独立した施設や明確な仕組みがある訳ではないため、共同利用に関する KPI はない。

大学としての最重要 KPI は QS World University Rankings の順位向上である。特に東南アジア内でのランキング向上を重視している。大学ランキングを上昇させるため、共同研究、特に海外研究者との共同研究が重要であると認識している。大学ランキングが上がると、大学のプレゼンスが高まり、より多くの研究機会に恵まれ、より多くの優秀な学生を集めることができ、より大きな予算を得ることができる。

人的交流の実施

共同利用を促進するための取組みは特に行っていないが、国際的な共同研究を強化するため研究内容を紹介するカンファレンスは積極的に行っている。

特許や論文からみた研究成果

研究機器の共同利用に関連した論文や特許等の成果は特にない。現状は共同利用について成果をトラッキングする仕組みはない。

代表的な研究プロジェクトとその内容

共同利用とは関係ないが、JICA および JST と 2009 年から 2013 年にかけて実施した持続可能な農業に関するプロジェクトや、オーストラリア政府の支援でシドニー大学と行った農業関連プロジェクトは、本大学の国際的なプロジェクトの代表例である。

施設整備・運用に関する課題

研究施設や機器の維持費用は高く、現状の予算では足りない。大学として、必要な予算を算定した上で、研究施設や機器専用の予算細目を設定すべきである。

また、海外の大学では、公的機関や大学が安価に先端的な施設や研究機器を共有するシステムがあるが、ベトナムにおいては、大学等の保有する研究インフラが古い等、水準が劣っており、利用者にとって魅力的な研究機器が多くないと認識している。加えて、共有するための仕組みやシステムも確立していない。

まずは、より高度な研究を行えるようになるため、研究施設や研究機器等のインフラを整備することが重

要と認識している。その上で、システム等を用い機器を共有する仕組みを確立すべきと考えている。ベトナムにおいては、共同利用の実態はあるものの、その仕組みは未成熟である。

8.4.2 ベトナム国家大学ハノイ校（VNU）

拠点の設置目的

ベトナム国家大学ハノイ校（VNU, Vietnam National University of Hanoi）は、ベトナムを代表する国家大学であり、国家の先進科学技術の革新を使命に持ち、ベトナム高等教育システムの先駆者としての役割を果たしている。VNU では、施設を外部に対してオープンにしているものの、外部による利用の多くは共同研究プロジェクトに基づくものである。

拠点運営のための人員配備

共同利用可能な主な研究機器は各研究所に設置されている。機器は、各研究所に配置された技術者および大学の施設や機器を横断的に管理する部門によって管理されている。

価格が 5000 アメリカ・ドル以上の研究機器には、各機器 2 名の技術者が配置される。技術者は、機器の利用者向けのトレーニングセッションの提供や機器利用時の対応、簡単な機器管理を担当する。

施設や機器を横断的に管理する部門は、エンジニア 4 名および職員 2 名で構成され、各研究所に配置された技術者では対応できない機器の不具合や故障が発生した場合に、機器ベンダーや専門修理業者に連絡する等の役割を担う。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

研究機器を管理する技術者が新規に採用されると、平均 2 ～ 3 ヶ月かけてトレーニングを実施する。当該トレーニングは、オンラインが中心である。また、機器の利用希望者向けには、上述のとおり各研究所の技術者が利用者向けのトレーニングセッションを提供する。

機器整備状況（主要な研究機器）

大学が保有する主な研究機器は以下のとおりである（順不同）。

・SEM（米 Thermo Fisher Scientific 社。FEI NovA NanoSEM）
・ラマン顕微鏡（堀場製作所。LabRAM HR）
・FT-IR
・XRD（米 Bruker 社。D8 ADVANCE）
・GC/MS（米 Agilent Technologies 社。HP 6890GC-HP5973 MSD）
・LC/MS（島津製作所。LCMS-QP8000）
・LC/MS（島津製作所。LCMS-2010）
・リアルタイム PCR（独 Biometra 社。Analytik Jena TAdvanced 96 SG）

共有の形態および共有の範囲

各研究所は設立時からオープンになっており、共同利用の機能を有している。共有の範囲は広く、国内外の研究機関や教育機関、民間企業も利用可能である。国内外の研究機関や教育機関の利用もあるが、利用の多くは VIN グループのようなベトナムの民間企業である。なお、海外の民間企業による利用実績はない。

外部による機器の利用は、VNU と共同研究を行う機関や企業による利用を主に想定しているが、一定の利用料を支払ってレンタル（時間借り）することも可能である。ただし、教育での利用が最も優先され、次に共同研究を含む研究目的が優先され、レンタル利用の優先度は劣後する。

共同利用ルールの整備

利用申請のプロセスは、共同研究目的の場合とレンタル利用の場合で異なる。

共同研究目的の場合は、MOU の締結が前提となる。民間企業か公的機関かにより、締結内容に若干の違いがある。MOU 締結後は、施設の利用希望者は対象の研究所の責任者に電話をして、利用申請を行う。

一方で、レンタル利用の場合は、大学の財務担当部署に利用を申請する。申請内容に基づき、身分のチェックが実施され、問題がないと判断された場合は、施設や機器の利用が可能となる。

交付額および収支

機器の整備には 2 種類あり、1 つは大学予算からの割り当て、もう一つは研究プロジェクト予算を活用した調達である。機器の運用に割り当てられる金額は非公開だが、およそ機器の減価償却分に該当する金額を大学に充当してもらい、当該費用をもとに機器を運用している。

施設運用上の KPI

機器利用に関連する KPI としては、機器ごとの利用者数がある。対象機器について、学生や大学院生、研究者等が何回利用したかを記録し報告している。特に新しく調達された研究機器は、利用実態を把握するため、利用状況を詳細に報告している。

人的交流の実施

共同利用を促すための取組みは特にない。

特許や論文からみた研究成果

大学全体としては、以下のとおり。ただし、共同利用の観点からの研究成果は把握されていない。

国際特許：1 件

総発行論文数：1,286 件、うち SCI 掲載論文：38 件

施設整備・運用に関する課題

2015 年度以降、必要な機器を調達するためのファンディング活動を継続しており、当該資金調達に基づき、徐々に研究機器が整備されている。

一方、機器の使用人数（学部生・大学院生・外部利用者等）が KPI になっているため、より多くの人に機器を使ってもらうことが重要であり、どのように機器の利用効率を上げるか、常に考えている。

8.4.3 ハノイ工科大学（HUST）

拠点の設置目的

ハノイ工科大学（HUST, Hanoi University of Science and Technology）は、ベトナムの科学技術水準の向上と高等教育の発展に寄与することを目的に 1956 年に設立された国立大学である。傘下に 10 の研究所を置き、研究所ごとに共同研究や機器の共同利用を行っている。施設や機器の利用は広く開放されているが、特にベトナムの民間企業による利用が多い。

拠点運営のための人員配備

研究所ごとに裁量が与えられているため、細かな点は研究所ごとに異なるが、基本的には研究機器ごとに担当者が設置され管理を行っている。なお、担当者 1 人が管理する機器の台数は様々である。

研究所ごとに配置された機器管理担当者の他、大学の施設や設備を管理する担当部署があり、4 人のエンジニアが故障対応や外部とのコミュニケーションを担当している。

拠点運営や機器使用に関わる人材育成

機器管理担当者を育成するための定型的なプログラムは無い。また、施設の利用者に機器の利用方法を教育したり、トレーニングしたりするプログラムもない。

機器整備状況（主要な研究機器）

大学が保有する主要な研究機器は以下のとおりである（順不同）。

・TEM（米 Thermo Fisher Scientific 社。FEI Tecnai G2 F20）
・SEM（日本電子。JSM7600F）
・SEM（上記とは別）
・XPS
・顕微ラマン分光装置
・XRD
・HPLC（米 Agilent Technologies 社。1100 Series）
・RF スパッタ装置

共有の形態および共有の範囲

大学にある研究機器は全て共同利用の対象である。各研究所は設立時から施設をオープンにしている。

研究所の施設および機器の利用者は大きく内部関係者と外部関係者に区分される。外部関係者の利用は、更に共同研究の一環としての利用および利用料の支払いに基づくレンタル利用に区分される。利用者の割合としては、内部利用者が約 4 割、外部利用者が約 6 割である。外部利用者の内、約 2 割が共同研究の一環としての利用、約 8 割がレンタル利用である。

共有の範囲は広く、国内外の研究機関や教育機関、民間企業も利用可能である。最も利用頻度が高いのは国内企業である。一方、海外の民間企業による利用はほとんどない。

共同利用ルールの整備

利用には、HUST と MOU を締結することが条件となる。MOU 締結後、希望者は対象の研究所に連絡し、利用機器や使用日程などを調整することになる。研究所への連絡手段や申請様式等について、定まったものはない。

機器ごとに取扱方法がマニュアル化されており、機器の利用にあたっては当該マニュアルを熟知することが定められている。機器の利用希望者は、対象機器に関するテストを受け、合格すると機器利用資格が発行される。テストは、実技もあるため、オンラインではなく実地で行われる。

内部関係者および外部関係者とも、機器の利用に際しては使用料を払う必要がある。ただし、使用料は内部と外部で異なる。内部利用者には割引が適用される。加えて、当該内部利用者の研究成果や論文実績等に応じて利用料の更なる割引がある。

交付額および収支

機器の整備には 2 種類あり、1 つは大学予算からの割り当て、もう一つは研究プロジェクト予算を活用した調達である。大学予算は、政府から受け取るケースの他、世界銀行等から受け取るケースもある。大学予算で新しく機器を購入するためには、大学側へ企画書を出し、承認を得る必要がある。

なお､機器の運用や管理に必要な費用は､機器利用者のレンタル費から充当している。利用者から受け取った機器使用料の約 30%が、各研究所に還元され、当該割り当てが機器運用および管理に利用される。

施設運用上の KPI

共同利用や研究機器の利用に関連する KPI は無い。

人的交流の実施

共同研究や共同利用を促す関連施策は 2 つある。1 つは所属研究者の海外への留学を通じた留学先との関係構築である。もう 1 つは民間企業に所属する研究者の受け入れや民間企業との協業である。前者は一般的な留学制度であり、後者は HUST とパートナーシップを結ぶ 52 の企業を対象に E-Learning、調査、トレーニング、機器スポンサー、奨学金支援など多様な形態があり得る。

特許や論文からみた研究成果

大学全体としては、以下のとおり。ただし、共同利用の観点からの研究成果は把握されていない。

国際特許：20 件（大学発表）

総発行論文数：1,232 件、うち SCI 掲載論文：30 件

施設整備・運用に関する課題

共同利用は過去から行われてきており、現状において特段の問題認識や課題はない。

参考資料・文献

・SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM（2018）「VIET NAM VN125」
・Ministry of Science and Technology of Vietnam（2012）「The Strategy for Science and Technology Development for the 2011-2020 period」
・Swiss National Science Foundation（N.D.）「Vietnamese-Swiss Joint Research Programme」, https://www.snf.ch/en/AiAl5v5Ip9gRatly/funding/programmes/bilateral-programmes-vietnamese
・The National Foundation for Science and Technology of Vietnam（N.D.）「APPLIED RESEARCH PROGRAM AND EMERGENT BREAKTHROUGH PROGRAM」 https://nafosted.gov.vn/en/funding-programs/applied-research/
・Hanoi University of Science and Technology（2020）「HUST and Swinburne University of Technology signed MOU for further cooperation」, https://en.hust.edu.vn/display-coorperation/-/asset_publisher/sum9Zls6uqmE/content/hust-and-swinburne-signed-mou
・Le Hieu Hoc, Nguyen Duc Trong（2019）「University–Industry Linkages in Promoting Technology Transfer: A Study of Vietnamese Technical and Engineering Universities」, https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0971721818821796
・National Foundation for Science & Technology Development（2018）「Operational Information Funding and Support Programs」
・Koushan Das（2019）「Vietnam's New Incentives for Science and Technology Firms」, Vietnam Briefing, https://www.vietnam-briefing.com/news/vietnam-new-incentives-for-science-and-technology-firms.html/
・Nguyen Thi Phuong（2018）「Public Funding for R&D in Frontier Technology in Vietnam」, https://www.unescap.org/sites/default/files/Session%202_Ms.%20Nguyen%20Thi%20Phuong_%20Vietnam.pdf
・Mohit Sagar, OPEN GOV（2019）「Vietnam Government to incentivise businesses in Science and Technology」, OpenGov Asia, https://opengovasia.com/vietnam-government-to-incentivise-businesses-in-science-and-technology/
・Hanoi University of Science and Technology（N.D.）「RESEARCH INSTITUTES AND CENTERS」, https://en.hust.edu.vn/research-institutes-and-centers
・Hanoi University of Science and Technology（N.D.）「FACILITIES」, https://en.hust.edu.vn/facilities1
・Vietnam National University（N.D.）「INTRODUCTION TO VNU DOMESTIC COOPERATION」, https://vnu.edu.vn/eng/?C2542
・University of Technology – Viet Nam National University（N.D.）, https://www.hcmut.edu.vn/en
・Danang International Institute of Technology（N.D.）「Team-Projects ECARE」, https://dniit-i3s.cnrs.fr/en/node/25#ecare

9　各国調査 - カンボジア王国

9.1　科学技術政策の基本情報整理

カンボジア王国（カンボジア）は、農業と観光業の比重が高く、ASEAN 内では最も一人当たり GDP の低い国の一つである。カンボジアの R&D 関連の政府支出は、GDP 対比の GERD（Gross Expenditure on R&D）が 0.1％（2015 年）である。また分野別では、人文科学、医療科学および農業が主要な R&D 支出先となっている。なお、カンボジアでは、過去の歴史もあり研究者が少なく経済的余力から施設や機器の整備も限定的である。また、研究開発を支援する制度や政策が ASEAN の他国と比べ少ない。大学の役割は、教育が主であるとの認識が強く、大学における研究開発も限定的である。

カンボジアでは、これまで科学技術振興を担う明確な政府組織や関連機関がなかった。しかし、2019 年 12 月に首相が国家科学技術革新政策 2020-2030 を承認し、2020 年 3 月に工業手工芸省が改称し、工業・科学・技術・革新省（MISTI, Ministry of Industry, Science, Technology and Innovation）となった。MISTI 傘下の科学技術革新総局（GDSTI, General Department of Science, Technology and Innovation）は、国連アジア太平洋経済社会委員会（ESCAP, United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific）の協力を受けて、科学技術革新エコシステム報告書を作成した。当該報告書を基に、今後の科学およびテクノロジー･イノベーション（STI）に関する政策は、MISTI および国立科学技術革新評議会（NCSTI, National Council of Science, Technology and Innovation）がリードする予定である。

なお、まだ研究政策自体が始まったばかりであり、現状において先端研究機器整備に係る具体的な政策やファンディングプログラムは見受けられない。カンボジアの科学技術振興の方向性と主な取組みは以下のとおりである。

表 9-1　カンボジアの科学技術振興の方向性と主な取組み

	ゴール	主な取組み
ガバナンス	・STIに関するガバナンスシステムを構築する。2021年までにSTI政策の責任部門として、MISTI及びNCSTIを選定し、STI政策及び研究アジェンダの方向性を設定する	・部門別国家革新計画の策定 ・政策決定のためにSTIに対するデータの継続的収集 ・3年周期でのロードマップの評価と見直し
教育	・STI人材を育成し、2030年までに大学生の50%をSTEM（科学・技術・工学・数学）教育に帰属させる。また、40%を女性で構成する	・過去の決定方針の継続及び継続的モニタリング
研究	・研究の量及び質を向上する。2030年までに、1%のGDPを研究開発に拠出する	・重点分野（ICT、農業、ヘルスケア）に対する分野別ロードマップの策定 ・大学別ロードマップの策定 ・研究機関に対する国家認証プログラムの策定
コラボレーション	・STI関係者間の協業を強化し、2025年に3つのイノベーションクラスターを構築する	・大学内に産学連携オフィスを設置
エコシステム構築	・企業誘致及びSTI投資の受け入れを促し、2030年までにR&D拠出の半分を民間部門から引き出す	―

（著者作成）

9.2 政策・ファンディング調査

前述のとおり、まだ研究政策自体が始まったばかりであり、現状において先端研究機器整備に係る具体的な政策やファンディングプログラムは見受けられない。一方､共同利用に関連するプログラムとしては､キャパシティ・ビルディング研究開発基金（CBRD, Capacity Building Research and Development Fund）が存在する。本プログラムは、電気通信および ICT 分野を対象として、教育、訓練、研究開発および革新目的の基盤施設､イノベーションセンター､実験室または試験室の建設を支援することを目的とする。ファンディングの対象は以下のとおりである。

・電気通信法第 17 条に該当する電気通信事業者
・電気通信・ICT 分野の教育・研修・研究開発・革新を担当する公共機関
・電気通信法第 13 条に明記された目的を達成する資格を有する者

上記は共同利用を促す政策ではあるものの、ターゲットとする研究分野は主に情報通信であり、本調査が対象とする高度な先端研究機器を整備した共同研究利用拠点とは趣旨が異なる。

9.3 政策等に基づく整備状況の整理

前節の政策に基づき設置された共同研究利用拠点は以下の 3 ヵ所である。なお、全てが ICT 分野に関する共同研究利用拠点であり、本調査が対象とする先端研究機器の整備はない。

・カンボジア工科大学（Institute of Technology Cambodia）
・国立経営大学（National University of Management）
・国立経営大学の付属施設であるネットワークラボおよびイノベーションセンター（A Network Laboratory Room and An Innovation Center）

参考資料・文献

・OpenDevelopment Cambodia（2015）「Science and technology」, https://opendevelopmentcambodia.net/topics/science-and-technology/
・Royal Government of Cambodia（2020）「Sub-Decree on Management of the Capacity Building Research and Development Program in the Telecommunications and Information and Communications Technology Sectors」
・Khmer TIMES（2018）,「ICT funds collect $13.5 million」, https://www.khmertimeskh.com/554676/ict-funds-collect-13-5-million/
・The Phnom Phen Post（2018）「Smart, ministries offer scholarships」, https://www.phnompenhpost.com/national/smart-ministries-offer-scholarships
・Kingdom of Cambodia Nation Religion King（2021）「2020 Annual Report~Entrepreneurship Development Fund」
・Project Management Unit of Directorate General Technical Vocational Education and Training for the Ministry of Labour and Vocational Training and the Asian Development Bank（2020）「Environment and Social Safeguards Monitoring Report - Cambodia: Skills for Competitiveness Project」, https://

www.adb.org/sites/default/files/project-documents/50394/50394-002-esmr-en_1.pdf
・Research and Innovation Center（N.D.）「Strategies of RIC」, https://ric.itc.edu.kh/profiles/strategies-of-ric
・National Institute of Posts, Telecommunications and ICT（N.D.）, https://niptict.edu.kh/innovation-center/
・Ministry of Industry, Science, Technology & Innovation of Cambodia（2021）「CAMBODIA' S Science, Technology & Innovation Roadmap」, https://www.misti.gov.kh/public/file/202108261629990117.pdf

10 各国調査 - ラオス人民民主共和国

10.1 科学技術政策の基本情報整理

ラオス人民民主共和国（ラオス）は、一人当たりGDPが約2500アメリカ・ドル（2020年）とASEAN内においても低く､国民貧困率は約18%（2018年）と高い。教育予算が少なく基礎教育施設が不足しており、科学技術統計が未だ整備されておらず、国際機関の統計においても研究投資開発に関する近年のデータが存在しない。

2021年3月付で、ラオス政府は傘下の科学技術省を解体しており、その機能は商工省（Ministry of Industry and Commerce)､教育･スポーツ省（Ministry of Education and Sports)､郵政電気通信省（Ministry of Post, Telecom and Communications)、農林省（Ministry of Agriculture and Forestry)、エネルギー鉱山省（Ministry of Energy and Mines）の5省に移管された。そのため現状では、科学技術政策を策定し統括する組織が不明瞭になっている。

国内には、国立の研究所が存在する。例えば、農林省傘下には国立農林研究所（National Agriculture and Forestry Research Institute）があり、政府が研究資金を拠出し、国家の重要テーマに沿った研究が行われている。貧困削減が国家の重要テーマであることから、当該研究所での研究も食料自給率向上が主要テーマとなっている。研究テーマおよび予算的制約の観点から、先端研究機器を必要とする高度な研究は限定的である。また、ラオスにはラオス国立大学を始めとする国立大学や私立の高等教育機関が存在するが、教育が主な役割であり、先端研究機器を用いる高度な研究機器の整備や利用は限定的である。

ラオスにおいては、現状先端研究機器の整備や共同利用を促すような政策はなく、また先端研究機器を共同利用する施設も見受けられない。

参考資料・文献

- Gert-Jan Stads and Khamphay Manivong（2006） "LAOS", ASTI Country Brief, No. 32, https://www.asti.cgiar.org/pdf/Laos_CB32.pdf
- Lee, Jeong Hyop; Maliphol, Sira; Kang, Haewon（2014）「STI Strategies for Poverty Reduction: the Case of Lao PDR」, https://www.stepi.re.kr/common/report/Download.do?reIdx=812&cateCont=A0201&streFileNm=A0201_812&downCont=0
- Phayboune Thanabouasy（2021）「Government of Laos Dissolves Ministry of Science and Technology」, The Laotian Times, https://laotiantimes.com/2021/03/01/government-of-laos-dissolves-ministry-of-science-and-technology/
- Asian Development Bank（2021）「ADB, National University of Laos Sign Agreement to Expand Access to Knowledge」, https://www.adb.org/news/adb-national-university-laos-sign-agreement-expand-access-knowledge
- Cefiawiki（N.D.）「National University of Laos-vision and strategy in the context of current higher education development in Lao PDR, partnership and cooperation with Republic of Korea」, http://cefia.aks.ac.kr:84/index.php?title=National_University_of_Laos-vision_and_strategy_in_the_context_of_

current_higher_education_development_in_Lao_PDR,_partnership_and_cooperation_with_Republic_of_Korea
・National University of Laos（N.D.）, https://nuol.edu.la/index.php/en/
・京都大学（2019）「ラオスとの連携について（ラオス国立大学と部局間協定を締結しました）」, https://www.oc.kyoto-u.ac.jp/overseas-centers/asean/events/events-research/20190711_4429/

11 各国調査 – ミャンマー連邦共和国

11.1 科学技術政策の基本情報整理

ミャンマー連邦共和国（ミャンマー）は、経済改革以降急速な経済成長を遂げてきた。しかし、依然一人当たり GDP は約 1400 アメリカ・ドル（2020 年）と ASEAN 内で最も低い水準にあり、近年は政治的な不安定さもあり、COVID-19 の影響に加えて、複数要因から経済成長が停滞している。

ミャンマーの R&D 関連の政府支出は、2017 年時点のデータで GDP 対比の GERD（Gross Expenditure on R&D）が 0.05％未満であり､研究開発への拠出額は極めて小さい。科学技術政策は､科学技術省（Ministry of Science and Technology）が策定し管轄しており、国家経済開発計画に紐づき科学技術の重点分野が以下のとおり設定されている。

・農業、林業、畜産業（特に生命工学）
・資源および関連マテリアル
・水質保全および上下水道開発
・情報通信
・建築および運送
・再生可能エネルギー
・医学および医薬品開発

しかしながら、現在の経済や社会実態を踏まえると、政府の重要事項は高度な研究よりも貧困削減や農業インフラ開発等、社会問題と直結するものである。2017 年度には、政府主導で医療保健分野における研究開発のための初のファンディングプログラムが組成され、政府から 74 万アメリカ・ドルが拠出されることが発表された。当該プログラムは、教育・食品安全・医薬品生産に関する研究に使用されることが予定されていたが、結果は公表されておらず、運用実態は確認できていない。

ミャンマーにおいては、現状先端研究機器の整備や共同利用を促すような政策はなく、また先端研究機器を共同利用する施設も見受けられない。

参考資料・文献

・International Development Research Centre（2020）「DOING RESEARCH IN MYANMAR」, https://www.gdn.int/sites/default/files/Myanmar%20Country%20Report.pdf
・TEACIRCLEOXFORD（2020）「Doing Research in Myanmar: Bridging the Research Gap to Improve Development Policies」, https://teacircleoxford.com/policy-briefs-research-reports/doing-research-in-myanmar-bridging-the-research-gap-to-improve-development-policies/
・SEA-EU-NET（N.D.）「Myanmar」, https://sea-eu.archiv.zsi.at/facts/sea/myanmar.html
・OECD（2018）「SME Policy Index: ASEAN 2018」, https://asean.org/wp-content/uploads/2021/09/Report-ASEAN-SME-Policy-Index-2018.pdf
・Dr. Thazin Han（2019）「Human Capacity-building: STI and entrepreneurship promoting policies and

practices 9th – 17th December 2019 Guilin, China」

・Japan International Cooperation Agency（2018）「Remote Sensing / GIS Research Centre has been inaugurated at Yangon Technological University」, https://www.jica.go.jp/myanmar/english/office/topics/press181030.html

・Remote Sensing & GIS Research Center YTU（2018）「Activities of Remote Sensing and GIS Research Center in Yangon Technological University」, http://themimu.info/sites/themimu.info/files/mimu-symposium-presentations/day2/04_Sao_Hone_Pha_YTU__Remote_Sensing_and_GIS_Research_Center_Activities.pdf

・Niigata University（2019）「Conclusion of MOU with National Health Laboratory in Myanmar」, https://www.niigata-u.ac.jp/en/news/1127/

・Uppsala Universitet（N.D.）「Research groups in Physics, Myanmar」, https://www.isp.uu.se/what-we-do/physics/research-groups/myamar/

12 総括

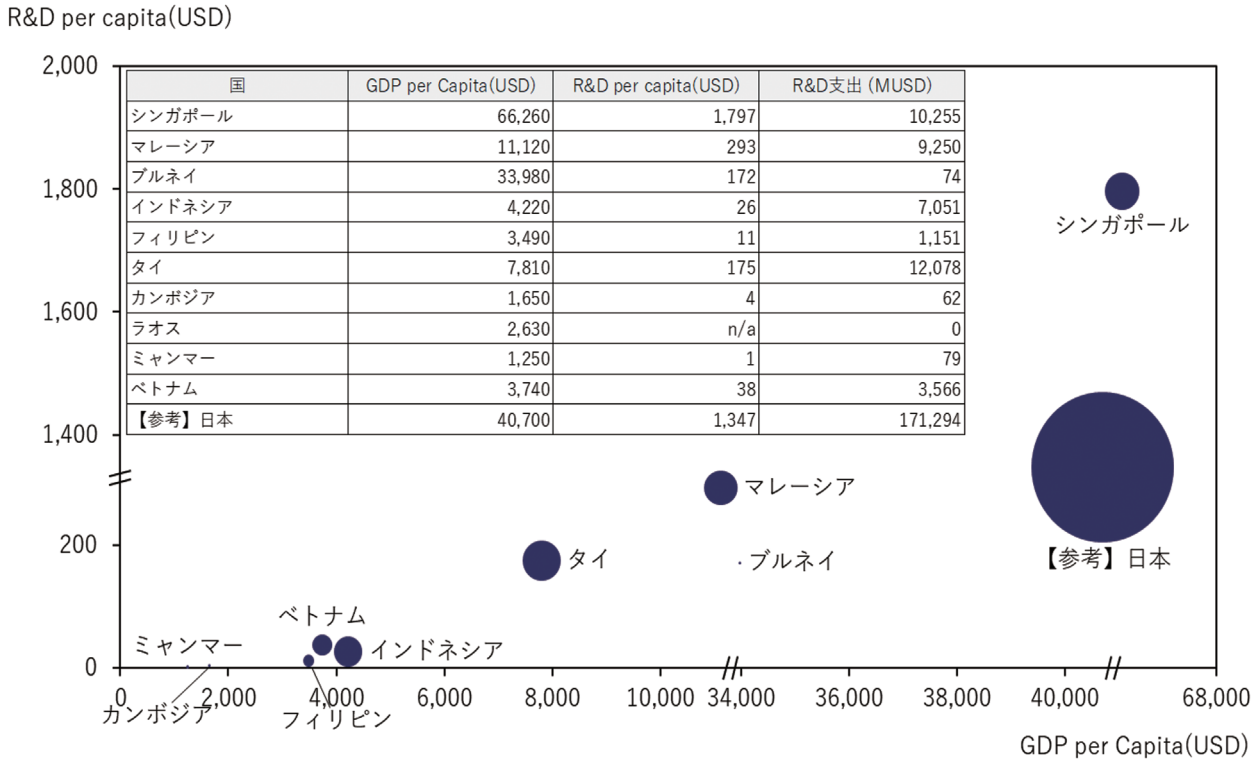
12.1 ASEAN 各国の先端研究機器・共同研究利用拠点の比較

ASEAN 諸国は、地理的観点から一括りにされがちだが、下表のとおり各国間の経済格差は大きく、研究投資額や科学技術振興への取組みにも大きな相違がある。今回の調査対象である先端研究機器・共同研究利用拠点についても違いが見られた。

なお、ASEAN 諸国において、共同利用のコンセプトは必ずしも新しいものではなく、特に新興国では高度な研究機器へのアクセスが限られることから、公的研究機関や公立大学が社会的使命の一環として、機器の貸し出しや試験サービスを提供することは一般的に行われてきた。

表 12-1　各国の一人当たり GDP および研究投資額

国	GDP per Capita(USD)	R&D per capita(USD)	R&D支出 (MUSD)
シンガポール	66,260	1,797	10,255
マレーシア	11,120	293	9,250
ブルネイ	33,980	172	74
インドネシア	4,220	26	7,051
フィリピン	3,490	11	1,151
タイ	7,810	175	12,078
カンボジア	1,650	4	62
ラオス	2,630	n/a	0
ミャンマー	1,250	1	79
ベトナム	3,740	38	3,566
【参考】日本	40,700	1,347	171,294



（IMF および UNESCO のデータをもとに著者作成）

下表は、本調査でインタビューを行った20機関における共有形態および共有範囲等を整理したものである。記載のとおり、調査を行った多くの共同研究利用拠点では、機器の利用や試験サービスが国内外の研究者にオープンにされている。また、利用条件を設定せず、利用ハードルの低い機関も多く見受けられた。

表 12-2　調査対象 20 拠点の共有形態および共有範囲等

			ブルネイ	インドネシア			マレーシア				フィリピン		
			CAMES	LIPI (バイオ)	BB Biogen	UI (医学部)	MIMOS	SIRIM	UMT	KIMIA	ASTI	UP-Visayas	UP-Mindanao
領域			新エネルギー等	IGFはバイオ対象	アグリ	医学	工業全般	工業全般	海洋	化学	電子材料・デジタル	バイオ (ゲノム)	バイオ (ゲノム)
共有形態			オープン	オープン	オープン	オープン	オープン	オープン	オープン	オープン	オープン	拠点	拠点
共有範囲	国内	大学等	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		民間	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		条件等	共同利用は共同研究相手のみ。試験サービスはオープン	利用の難しい一部機器は試験サービスとして提供	BRIN統合中のため、流動的	条件は施設毎に異なる			審査あり			利用者の所属機関とのMOU締結が一般的	利用者の所属機関とのMOU締結が原則
	海外	大学等	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		民間	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		条件等											
共同利用に関する利用ルール			あり	あり (BRINが整備するルール に従う)	あり (BRINが整備するルール に従う)	あり (BRINが整備するルール に従う)	無し (ただし、NSFEのルールは要準拠)	あり	あり (ISO17025をもとに規定)	あり	無し	あり	あり (施設毎および機器毎の規則あり)
共同利用システム			無し	共通システム (ELSA) あり	共通システム (ELSA) あり	共通システム (ELSA) あり	共通システム (NSFE) あり	共通システム (NSFE) あり	共通システム (NSFE) あり	共通システム (NSFE) あり	無し	無し	無し

			シンガポール			タイ			ベトナム		
			SJINML	SingaScope	SIgN	KKU	TISTR	NANOTEC	HUMUT	VNU	HUST
領域			海洋	バイオ (顕微鏡)	免疫	総合	総合	ナノテクノロジー	工業全般	総合	工業全般
共有形態			オープン	情報ハブ	オープン	オープン	オープン	オープン	オープン	オープン	オープン
共有範囲	国内	大学等	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		民間	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		条件等			利用の難しい一部機器は試験サービスのみ				利用者の所属機関と利用契約を締結		利用者の所属機関とのMOU締結が条件
	海外	大学等	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		民間	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		条件等			要契約締結						
共同利用に関する利用ルール			あり (Researcher Handbookに規定)	あり (Singascopeおよび各施設のルールあり)	あり	あり	あり	あり	無し	あり	あり
共同利用システム			オンライン予約システムあり	オンライン予約システムあり	オンライン予約システムあり	オンライン予約システムあり	オンライン予約システムあり	オンライン予約システムあり	無し	無し	無し

（インタビュー結果をもとに著者作成）

しかし、共同研究利用拠点の整備の裏付けとなる政策や、各施設に整備されている先端研究機器のスペック、共同利用のための仕組み、運用を行うためのシステム等を比べると、各国間に大きな違いがある。今回の調査結果を踏まえ、先端研究機器の整備状況や政策の制定状況、運用の仕組みから５つのグループに分類

し特徴を整理した。

・先進：日本よりも一人当たり GDP や R&D 投資が多く、先端研究機器を効率的に活用するための政策やシステムを含めた運用のための仕組みが整備されている。

・独自発展：一人当たり GDP や R&D 投資は日本以下だが、限られた研究予算の中で先端研究機器を効率的に活用するための政策や運用のための仕組みが整備されている。

・過渡期：先端研究機器の共同利用はされているが、裏付けとなる政策や運用のための仕組みは整備途上である。

・今後検討：先端研究機器の共同利用は行われているが、裏付けとなる政策の整備が不十分で、運用も場当たり的であり、効率的・効果的な管理がされていない。

・時期尚早：そもそも先端研究機器の整備が限定的であり、共同利用は限定的であり、政策や仕組みも整備されていない。

分類の全体像は下表のとおりである。

表 12-3　各国の研究投資額や先端研究機器の整備状況、政策等に基づく分類

	SG	MY	ID	TH	VN	PH	BN	LA	KH	MM	JP
GDP per Capita (USD)	66,260	11,120	4,220	7,810	3,740	3,490	33,980	2,630	1,650	1,250	40,700
R&D per capita (USD)	1,797	293	26	175	38	11	172	n/a	4	1	1,347
先端研究機器　1	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○
先端研究機器の共同利用　2	○	○	○	○	○	○	△	×	×	×	○
共同利用政策　3	○	○	○	△	△	△	×	×	×	×	○
運用の仕組み・システム　4	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	△
分類	先進	独自発展		過渡期	今後検討			時期尚早			-

凡例　1 ○複数拠点にある　× 確認できず（限定的）
2 ○複数拠点にある　△一部拠点にある　× 確認できず
3 ○共同利用の政策根拠がある　△直接的ではないが関連政策がある　×裏付けとなる政策が見受けられない
4 ○複数拠点に予約・管理システムがある　△一部拠点にある・機能がある　×確認できず

（インタビュー結果をもとに著者作成）

先進（シンガポール）

シンガポールは一人当たり GDP も研究投資額も日本よりも高く、国内には多くの先端研究機器がある。また、先端研究機器、特に汎用的なものは、政策の裏付けの有無に関わらず、積極的に共同利用を行っている。ファンディング機関が共同利用を推進する政策も存在し､政策に基づき施設や機器整備を行う場合には、KPI が設定され厳格なモニタリングが行われている。KPI の結果によっては、助成の継続打ち切りや減額の可能性があるため､施設運用者も KPI を意識し､関連数値を確認しながら日々改善活動を行っている。なお、共同利用の推進にあたっては、ルールを制定すると共に、予約管理システム等を有効に活用することで効率的な運用を図っている。

独自発展（マレーシアおよびインドネシア）

シンガポールや日本と比べると研究投資や機器整備の面で劣るものの、施設によっては欧米製や日本製のハイスペックな研究機器も存在する。研究機器を効率的に活用するため、マレーシアでは公的研究機関や公立大学の研究施設を強制的に共同研究利用拠点に指定している。また、インドネシアでは全ての公的研究機関を BRIN に統合中であり、傘下の全研究機関の共同利用化およびワンルール・ワンシステムによる運用を目指している。多くの研究施設を共同利用化すると共に、対象拠点を効率的に運用するために、政府は KRSTE.My（マレーシア）や ELSA（インドネシア）と言った共通プラットフォームを整備し、当該システムの中で各施設の全機器を管理し、また施設の予約等も完結しようとしている。管理データが一つのシステムに蓄積されるため、研究機器の新規整備にあたって、地域毎の整備状況や機器の稼働状況に鑑みた機器整備が可能となる。

過渡期（タイ）

国を代表する研究機関や大学には欧米製や日本製のハイスペックな機器がある。共同利用の方針があり、実態としては共同利用がされているものの､政策が具体的なプログラムに落とし込まれていない。そのため、共同研究利用拠点であっても KPI 等の設定はない。また、共同研究利用拠点の運用・利用に際しての基本的なルールや運用のためのシステムは存在するが、政策整備や仕組みの作り込み等が今後更に必要になると想定される。

今後検討（ベトナム、フィリピンおよびブルネイ）

ベトナムおよびフィリピンでは、先端研究機器が研究機関や大学にあるものの、数が十分でなかったり、機器が古かったりする。公的研究機関や公立大学の使命として共同利用を行っているケースはあるが、裏付けとなる政策や具体的なプログラムはない。そのため、他大学や民間事業者から機器の利用依頼があると、都度内部で可否や費用を検討している。共同研究利用拠点の運用に際しての KPI はなく、運用のためのルールや効率的管理のためのシステムも明確なものはない。

また、ブルネイは、経済水準は ASEAN の中では高いが、人口が少なく研究者や研究施設の数も少ない。共同利用機能を持った施設も 1 件のみであり、その施設も共同研究相手に対して施設や機器を開放することが主である。そのような状況のため、共同利用に関連する政策や共同研究利用拠点を運用するための仕組みが十分とは言えない。

各国に共同研究利用拠点の利用実態があり、今後政策や仕組みが整備されていくものと考えられる。

時期尚早（ラオス、カンボジアおよびミャンマー）

経済水準が低く、研究開発投資は限定的である。先端研究機器の整備もほとんどなく、科学技術振興プランが未熟であることや存在しないケースもある。これらの国々における先端研究機器の整備状況は限定的であり、施設整備には時間を要すると考えられるが、立ち上げの際には共同研究利用拠点として設立することが有用と考えられる。

12.2 ASEAN 各国における先端研究機器・共同研究利用拠点整備に向けた課題整理および提言

前節にて、各国における共同研究利用拠点の設置有無や整備状況が様々であることを確認した。本節では、ASEAN 各国における様々な共同研究利用拠点の調査から得られた示唆を整理する。

日本への示唆

ASEAN の国々におけるユニークな取組みから日本が学べることがある。例えば、シンガポールでは、助成申請時の審査のみならず、助成以降も設定した KPI を厳格にモニタリングし、結果に応じた信賞必罰を行っている。厳格な管理は、管理をする側およびされる側に負担をかけるものの、その取組みは共同研究利用拠点の効率的・効果的な運用に有効に働くことが期待される。

また、シンガポールの共同研究利用拠点では、効率的な運営を実現すべく、仕組みの整備とともに施設予約や利用状況管理のためのシステム整備費用を助成金の申請段階から支出項目の一つとして組み込んでいる。助成金は人件費や機器購入費のみならず、システム開発費も含むことで、共同研究利用拠点の運用上の効率向上、利用者の利便性向上、また利用実態の見える化等を図り、全体最適化に取り組んでいる。

マレーシアやインドネシアでは、政策として公的研究機関や大学を強制的に共同研究利用拠点として指定し、国内外の研究者が施設や機器にアクセスできる環境を構築している。また、施設横断型の共通プラットフォームをオンライン上に整備し、誰もが簡単に各施設の整備機器や提供サービスを確認し、オンライン上で予約できる仕組みを構築している。加えて、プラットフォームに蓄積されたデータを活かし、政府関係者が、研究機器の整備状況や利用状況を踏まえて、どの地域にどの研究機器を整備すべきか等の検討を行っている。全ての研究機関を共同利用化することや、全ての研究機器をワンシステムで管理することは容易でないが、効率的・効果的な共同研究利用拠点の運用という観点では、実現時のインパクトは大きい。

科学技術協力基盤の構築に向けて日本が貢献できること

本調査を通じて、ASEAN 各国における先端研究機器の整備状況や共同研究利用拠点の実態、運営に係るユニークな取組みを把握した。一方で、先端研究機器の整備や運用に係る課題も明らかになった。各国の課題解決支援を通して、日本は各国の科学技術協力基盤の構築に貢献できると考えられる。なお、上述のとおり、先端研究機器の整備状況や共同研究利用拠点の成熟度は国によって異なるため、課題解決のアプローチも変わる。

■先端研究機器の整備に係る課題と対応

先端研究機器は高額であり、多くの途上国にとって、複数の施設での機器整備や継続的な機器の更新を行う費用負担は大きい。また、機器の運用に付随する消耗品や冷却のための He ガス、電気代等の維持管理費、また定期メンテナンスに必要な負担も大きい。調査先の中には、予算不足から機器整備が進まないケース、修理予算が確保できず使えない機材の存在、定期メンテナンスを受けずに使い続けている機器、また純正品ではない安価な消耗品の利用等についてコメントが寄せられた。

高度な研究機器になる程、研究者は使い慣れた機器を継続的に利用する傾向がある。そのため、共同研究利用拠点において日本メーカーの機器整備を支援し、研究機器利用の入り口を抑えることは、日本として科学技術協力基盤の構築に貢献できることに加えて、対象国と日本との共同研究機会の拡大、また日系先端研

究機器の利用者層を増やし、将来的な日系メーカーの事業拡大に貢献する可能性がある。そのため、各国の共同研究利用拠点において、共通利用される機器の整備や消耗品の提供等を支援することは、一考に値する。

■機器管理および人材の育成に係る課題と対応

先端研究機器は購入して終わりでなく、外部利用者のトレーニングなどを含めて、適切に利用できるようにするための運用ノウハウが必要であり、また機器を長期に亘って使うためには定期的なメンテナンスを含めた機器管理が不可欠である。調査の中で、十分にメンテナンスができないために利用できていない機器があるとのコメントが確認された。機器ベンダーとして機器整備を行うことに加えて、各施設で機器を管理し運用できる人材を育成することも、科学技術協力基盤の構築には重要である。そのため、上記の機器整備支援と共に、機器を管理できる人材育成の支援は日本が貢献できる領域と考えられる。

■政策整備に係る課題と対応

政策面においては、シンガポールやマレーシア、インドネシアのように明確な方針や政策を持って、共同研究利用拠点を整備する国がある一方、ベトナムやフィリピンのように、過去の慣習から共有を継続し、明確な政策的裏付けを持たない国もある。先端研究機器を有効に活用するためには、共同研究利用拠点の整備が効率的・効果的であり、そのような拠点を整備するためには、裏付けとなる政策が不可欠である。対象国が自国の状況を踏まえ、どのような政策を整備すべきか、日本はこれまでの政策整備を通じて把握したことを助言し、対象国の政策策定に貢献できる可能性がある。

■仕組み・システムに係る課題と対応

政策整備とともに､運用に際しての個別ルールやシステム（オンライン予約システムや共通プラットフォーム等）を整備することが運用効率向上に寄与する。共同研究利用拠点には､外部利用者も多く存在するため､皆が指針とする明確なルール整備が重要である。また、システム整備は、予約管理等に係るアナログな業務削減と共に、各機器の稼働状況を把握し蓄積データに基づく将来の機器整備計画の策定を支援する。

日本で整備したルールや、ルール制定時の問題等の共有やシステム構造・仕様を提供することで、各国の仕組み・システム整備を支援できる可能性がある。

■日本が貢献できることおよび貢献アプローチ

各国の課題解決支援にあたっては、各国の抱える課題に応じて、個別課題へのアプローチおよびフルパッケージアプローチを行うことが考えられる。各国における課題およびアプローチ案は下表のとおりである。

共同研究利用拠点が整備されていないラオス、カンボジアおよびミャンマーにおいては、共同研究利用拠点のコンセプトから機器、運用の仕組みまでをワンパッケージで提供することが、研究力向上支援に有効的と考えられる。一方で、政策や仕組みが整っており、機器調達や機器管理に課題を有するマレーシアやインドネシアのケースでは、個別課題に対する支援を行うことが有効と考えられる。

各国の課題構造を理解した上で、適切な支援を行うことが、各国の研究力向上に繋がると共に、ASEAN諸国における日本の研究プレゼンス向上に繋がると想定される。

表 12-4　各国との科学技術協力基盤構築に向けて日本が貢献できること

貢献可能領域		SG	MY	ID	TH	VN	PH	BN	LA	KH	MM
個別支援	先端研究機器整備		✓	✓	✓	✓	✓				
	機器管理・人材育成		✓	✓	✓	✓	✓				
	政策支援				(✓)	✓	✓	✓			
	仕組み・システム整備				(✓)	✓	✓	✓			
フルパッケージ支援					(✓)	(✓)	(✓)		✓	✓	✓

凡例：　✓優先アプローチ　　(✓)アプローチ候補

（インタビュー結果をもとに著者作成）

調査協力者

ブルネイ

Lim Chee Ming	Universiti Brunei Darussalam（UBD）

インドネシア

Robertus Heru Triharjanto	Badan Riset dan Inovasi Nasional（BRIN）
Ratih Asmana Ningrum	Badan Riset dan Inovasi Nasional（BRIN）
Sofia Yunai Sani	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia（LIPI）
Anugerah Yuka Asmara	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia（LIPI）
Aqwin Polosoro	Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian（BB Biogen）
Bambang Budi Siswanto	Universitas Indonesia（UI）

マレーシア

Ts. Ir. Nordin Ramli	MIMOS Berhad
Mohd Fadzil Bin Mohd Akhir	Universiti Malaysia Terengganu（UMT）
Hasnul Akmal Haron	SIRIM Berhad
Raja Subramaniam	Jabatan Kimia Malaysia（KIMIA）

フィリピン

Bayani Benjamin R. Lara	Advanced Science and Technology Institute（ASTI）
Victor Marco Emmanuel Ferriols	University of the Philippines Visayas
Jo-Hannah Llames	University of the Philippines Mindanao

シンガポール

Jasbir Singh	National Research Foundation（NRF）
Ren Min Oh	National Research Foundation（NRF）
Serena Teo	St John's Island National Marine Laboratory（SJINML）
Graham Wright	SingaScope
Fariyal Ahmed	Singapore Immunology Network（SIgN）

タイ

Wilawan Ungsunantawiwat	Khon Kaen University（KKU）
Boonritr Saovapruk	Thailand Institute for Scientific and Technological Research（TISTR）
Wannee Chinsirikul	National Nanotechnology Center（NANOTEC）

ベトナム

Pham Tan Thi	Ho Chi Minh City University of Technology（HCMUT）
Vu Thi Thom	Vietnam National University of Hanoi（VNU）
TS. Nguyễn Đức Trung Kiên	Hanoi University of Science and Technology（HUST）

執筆者一覧・調査企画

執筆者一覧

竹腰　俊朗	（Nomura Research Institute Singapore　Principal）
南　　東完	（野村総合研究所ソウル　Principal）
韓　　相鉉	（野村総合研究所ソウル　Senior Consultant）
HO Jian Qing	（Nomura Research Institute Singapore　Business Analyst）
細井　大輔	（Nomura Research Institute Singapore　Manager）
Poernomo Jacqueline Acacia	（Nomura Research Institute Singapore　Business Analyst）

本報告書は、国立研究開発法人科学技術振興機構 アジア・太平洋総合研究センターが令和３年度にNomura Research Institute Singapore Pte. Ltd. に委託した「ASEAN 各国の先端研究機器・共同研究利用拠点整備状況に関する調査」の成果をまとめたものです。本業務の実施に際してご協力いただいた、インタビュー実施機関の関係者、JST シンガポール事務所の金子恵美所長をはじめとする多くの方々に、本紙上を借りて厚くお礼申し上げます。

調査企画

小林　義英	（科学技術振興機構アジア・太平洋総合研究センター 主査）
東　美貴子	（科学技術振興機構アジア・太平洋総合研究センター 調査役）

調査報告書

APRC-FY2021-RR-03

ASEAN 諸国の先端研究機器・共同研究利用拠点整備に関する動向

Trends in the Development of Advanced Research Equipment and Shared Research Facilities in ASEAN Countries

2022 年 3 月発行

ISBN　978-4-88890-811-5

本報告書に関するお問い合わせ先：

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）アジア・太平洋総合研究センター（APRC）

Asia and Pacific Research Center, Japan Science and Technology Agency

〒 102-8666　東京都千代田区四番町 5-3　サイエンスプラザ

Tel: 03-5214-7556　E-Mail: aprc@jst.go.jp

https://www.jst.go.jp/aprc/

Copyright © Japan Science and Technology Agency

本書は著作権法等によって著作権が保護された著作物です。著作権法で認められた場合を除き、本書の全部又は一部を許可無く複写・複製することを禁じます。転載を希望される際は、事前に上記お問い合わせ先迄ご連絡ください。引用を行う際は、必ず出典：JST/APRC 調査報告書「ASEAN 諸国の先端研究機器・共同研究利用拠点整備に関する動向」として記述願います。

This report is protected by copyright law and international treaties. No part of this publication may be copied or reproduced in any form or by any means without permission of JST, except to the extent permitted by applicable law. Any quotations must be appropriately acknowledged. If you wish to copy, reproduce, display or otherwise use this publication, please contact APRC.