

シンガポールの大学等でのデータサイエンス教育関連について、 主な取組み状況のレビュー

情報教育研究委員会

データサイエンス教育分科会

本報告では、シンガポールの大学の学部等で行われている「データサイエンス」に関連する学位プログラムや教育プログラムについて、ホームページを中心に調査した概要を報告する。

I. **産学連携の取組み:コンソーシアムの設立 Singapore Data Science Consortium**

シンガポールでは、シンガポール国立研究財団 (The National Research Foundation (NRF) Singapore) が、シンガポール国立大学 (National University of Singapore (NUS))、南洋工科大学 (the Nanyang Technological University (NTU))、シンガポール経営大学 (the Singapore Management University (SMU))、科学技術庁 (the Agency for Science, Technology and Research (A*STAR)) と共同で、「シンガポールデータサイエンスコンソーシアム (SDSC)」を立ち上げている。

コンソーシアムのホームページ (<https://sdsc.sg/>) によると、本コンソーシアムは、シンガポールがデータサイエンスとテクノロジーの力を十分に活用できるようにすることを目標に、公的研究機関と産業界との間にシームレスな関係を構築し、データサイエンスの専門家を育成し、現実世界の課題に対応する革新的なソリューションを創出することを使命としている。産業界と大学・公的研究機関が連携し、複数のプロジェクトが進行しており、車いすユーザーがシンガポール国内を移動する際に、バリアフリーな道を見つけることができるような地図サービスを提供する「The SmartBFA v2 projects」や、マルチモーダルセンサネットワークを活用し、認知機能低下の早期発見を目指す「Sensors In-home for Elder Wellbeing (SINEW)」が行われている。

II. **コンソーシアムに参加している大学の学部カリキュラム**

シンガポールデータサイエンスコンソーシアム (SDSC) に参加している大学・学部のホームページに掲載されている情報を基に、各大学・学部の学位プログラムや教育カリキュラムについて紹介する。

I. **シンガポール国立大学 National University of Singapore (NUS)**

NUS Department of Statistics and Data Science (<https://www.stat.nus.edu.sg/>) のホームページによると、シンガポール国立大学でデータサイエンス教育を担う学部として、1998年4月1日に The Department of Statistics and Applied Probability (DSAP) が設立され、その後、2021年7月1日に Department of Statistics and Data Science (DSDS) に改称され、統計とデータサイエンスの研究・教育を推進することを目標としている。

Department of Statistics and Data Science (DSDS) では、下記の学位プログラムを提供している。

(I) **Major in Data Science & Analytics (DSA)**

Major in Data Science & Analytics (DSA) のホームページ (<https://www.stat.nus.edu.sg/prospective-students/undergraduate-programme/data-science-and-analytics/#>) によると、本専攻では、データサイエンス・データ分析を専攻し、特にデータ取得、データマネジメント、データ探究について学び、Bachelor of Science (Honours) with a major in Data Science and Analytics の取得を目指す。また、到達すべき学修目標として、以下の内容が挙げられている。

- ・ コンピューティング、数学、統計学の幅広い領域から抽出されたデータサイエンスのための分析手法とテクニックについて、概念的、方法論的基礎を理解する。

- 工学、科学、行政・公共サービス、産業全般における現在のデータサイエンス的な問題を理解し適切に評価すること、さらに、適切に整理された(curated)データを用いて、これらの分野や領域に関連する現実的な科学的問題を特定、定式化、解決することができるようになる。
- 様々な分野・領域における複雑なデータサイエンスにかかわる問題を解決するために、適切な分析ツールやテクニックを適用、または開発・実装し、適切な分析ツールを用いて得られた知見や洞察を明確に伝えることができるようになる。

また、カリキュラムの特徴として、3つ（学際的なカリキュラム、深い専門知識、体験学習）が挙げられている。具体的には、数学、統計学、コンピュータサイエンスのモジュールを選択し、データサイエンスの実践でこれらの3つの主要な領域間の相互作用を経験する学際的なカリキュラムとなっている。さらに、第2専攻（副専攻）として、人工知能、計算と最適化、コンピュータアルゴリズム、データベースとデータ処理、データマイニングと機械学習、高次の統計学に深く触れることで深い専門知識の修得を目指している。加えて、学生は、産業界主導による capstone module に取り組み、現実世界のデータや職場で起こる課題に関連する実践的な問題に取り組む機会を得る。（カリキュラムの詳細については、https://www.stat.nus.edu.sg/wp-content/uploads/sites/8/2020/04/DSA_flyer-web_28022019.pdf を参照のこと。）

さらに、体験学習を促進するために、Data Analytics and Consulting Centre が併設されており、学生は、センターのコンサルティングサービスによる支援を得ることができる。センターでは、産業界のプロジェクトを調達し、学科の教員と協力してプロジェクトに関わる学生を指導する役割を担っている。

(2) Major in Statistics

Major in Statistics のホームページ（<https://www.stat.nus.edu.sg/prospective-students/undergraduate-programme/statistics/>）によると、本専攻では、データの収集、分析、プレゼンテーションの方法、プログラミング、問題解決、データの可視化スキルについて学び、調査、データベース、注意深く計画された実験から情報を抽出する方法を修得し、Bachelor of Science (Honours) with Major in Statistics の取得を目指す。

カリキュラムの特徴として、データサイエンスや金融・ビジネス統計の専門を深める機会があることが挙げられている。「データサイエンス」では、大量のデータの収集、保存、分析を管理するためのコンピューティングに関する概念とスキルに焦点を当てて学び、「金融・ビジネス統計」では、投資と金融に関する分析、保険、マーケティング調査とマネジメントの分野に統計学を適用することに焦点を当てて学ぶ。Major in Statistics（統計学専攻）に加え、所定のリストから5つの選択モジュールを履修することで、specialisation の要件を満たす。

（カリキュラムの詳細については、https://www.stat.nus.edu.sg/wp-content/uploads/sites/8/2021/11/Statistics-Major-AY2021-22-and-after_02Nov.pdf を参照のこと。）

また、Statistics Major と Data Science & Analytics Major の違いとして、数学とコンピューティングのモジュールの数が挙げられている。Data Science & Analytics Major は、シンガポール国立大学の統計学部（Statistics department）と数学部（Mathematics department）が共同で提供しており、School of Computing の支援を受けているため、数学とコンピューティングの必修科目が統計学専攻より多くある。一方、Statistics Major は、Data Science & Analytics Major よりも、必修の数学とコンピューティングのモジュールが少なく、選択科目としてこれらの数学とコンピューティングのモジュールを選択できる。また、特定の統計アプリケーションに必要な数学とコンピューティングについては、統計モジュールの中で扱われている。

(3) Major in Data Science & Economics

Major in Data Science & Economics のホームページ（<https://www.stat.nus.edu.sg/prospective-students/undergraduate-programme/data-science-and-economics/>）によると、本専攻では、個人、組織、社会とグローバルな経済生態系におけるデータのローカルおよびグローバルな影響を分析し、解釈するために、データ

科学と経済学だけでなく、経済データの実証分析の経験で強い基礎知識を持つ学生を育成することを目的とし、Bachelor of Science (Honours) with Major in Data Science and Economics の取得を目指す。本専攻のカリキュラムは、コンピュータサイエンス、数学、統計学を基礎とし、データサイエンスと経済学の学際的な学修を取り入れており、金融市場、労働市場、および教育、健康、住宅、産業組織における他の応用経済問題へのデータサイエンスと分析の適用に関連するモジュールから構成されている。

また、到達すべき学修目標として、以下の目標を設定している。

- ・ データサイエンスの分析手法の概念的・方法論的基礎と、理論的・実証的な経済分析の基礎を理解する。
- ・ 経済学における現在のデータ科学的問題を理解し、経済学の様々な側面、例えばマクロ経済や金融モデリング、健康市場や労働市場などにおいて、実務に関連する疑問や問題を特定し定式化することができるようになる。
- ・ 経済学の様々な側面における複雑なデータ科学的問題を解決するために、適切に管理されたデータを用いて適切な分析ツールやテクニックを適用し、適切な可視化ツールを用いて得られた知見や洞察を明確に伝えることができるようになる。
- ・ データサイエンスの専門家およびエコノミストとして多様なキャリアで効果的に機能するように、学生の自主的な学修と相互学修の実践を培うこと。

加えて、産業界との連携も力を入れており、産業界と連携した統合モジュール（デジタル通貨、FinTech とデジタル経済について産業界からの参加を得て、教室で実施）やキャップストーンプロジェクト（特定のパートナー機関や企業でプロジェクトに参加する）をカリキュラムの中に取り入れている。学生が、これらの活動を通してデータサイエンスの専門家と交流することで、正しい問いを立て問題を定式化する能力や、問題解決と洞察を得るためのデータ収集と分析の能力、コミュニケーション能力を高めることが、データサイエンスチームで働くことを通じて、建設的で責任ある社会の一員としての価値観を身につけることが期待されている。

（カリキュラムの詳細については、https://www.stat.nus.edu.sg/wp-content/uploads/sites/8/2021/11/Data-Science-and-Economics-XDP-AY2021-22-and-after_02Nov.pdf を参照のこと。）

(4) Bachelor of Science in Business Analytics (with Honours*)

本専攻は、上記の3つの学位プログラムと異なり（3つは Department of Statistics and Data Science (DSDS)、School of Computing によって提供されている）。

本専攻のホームページ (<https://www.comp.nus.edu.sg/programmes/ug/ba/curr/>) によると、本専攻は、ビジネススクール、工学部、理学部、芸術と社会科学部が連携し、School of Computing が提供する学際的な学位プログラムである。すべての学生が最初の2年間に、数学、統計学、経済学、会計、マーケティング、意思決定科学、産業とシステム工学、コンピュータサイエンスと情報システムのモジュールを履修し、3年次と4年次の学生は、機能的または方法論的に関する選択モジュール (functional or methodological elective modules) から科目を選択できる。機能別選択モジュールは、マーケティング、小売、ロジスティクス、ヘルスケアなどのビジネスに関するものであり、方法論的選択モジュールは、ビッグデータ技術、統計学、テキストマイニング、データマイニング、ソーシャルネットワーク分析、計量経済学、予測、オペレーションズリサーチなどに関連するものである。

【整理】シンガポール国立大学のカリキュラムの特徴について

シンガポール国立大学の学位プログラムの特徴について、ホームページを調査したところ、産業界との連携をカリキュラムに取り入れており、学部学生でも、学外での経験を単位化できること、様々な副専攻があり、学際的なカリキュラムが用意されているがわかった。また、産業界との連携のために、Data Analytics and Consulting Centre が設立されており、産業界と教員を結び付け、教員と協力しながら学生の支援を行っている。

2. 南洋工科大学 (the Nanyang Technological University (NTU))

(1) Bachelor of Science in Economics and Data Science (Single Degree)

Bachelor of Science in Economics and Data Science のホームページ

(<https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/bachelor-of-science-in-economics-and-data-science#programme>) によると、3つの School (School of Social Sciences (SSS), School of Computer Science and Engineering (SCSE), and School of Physical and Mathematical Sciences (SPMS)) が合同で、経済学、数学、データサイエンスの3分野を学ぶ4年間の学位プログラムを開始した。

本学位プログラムのカリキュラムの特徴として、経済学の強力な基盤を身に着けることに加え、データサイエンスを通じてビッグデータを処理し、対処するだけでなく、現代の大規模なデータ分析を適用することで、経済的な意味を持たせるための能力を育てることを目標としている。

(2) Double Degree in Accountancy & Data Science and Artificial Intelligence (Double Degree)

Double Degree in Accountancy & Data Science and Artificial Intelligence のホームページ

(<https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/double-degree-in-accountancy-and-science>) によると、本学位プログラムは、Nanyang Business School と the School of Computer Science and Engineering が連携して提供しており、4年半で、Bachelor of Accountancy と Bachelor of Science in Data Science and Artificial Intelligence の2つの学位の取得を目指す。具体的には、データの管理、プログラムによるビジネスアナリティクスの実施、ビジネスプロセスを自動化するための AI モデルの作成、収益性やリターンを高めるための予測モデルの作成を学び、データ解析のための統計ライブラリの統合や会計・財務プロセスを自動化する AI モデルの作成ができるようになることを目指す。

(3) Bachelor of Science in Data Science and Artificial Intelligence (Single Degree / Single Degree with 2nd Major)

Bachelor of Science in Data Science and Artificial Intelligence のホームページ

(<https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/bachelor-of-science-in-data-science-artificial-intelligence>) によると、本学位プログラムは、School of Computer Science and Engineering と the School of Physical and Mathematical Sciences の合同で運営され、統計学とコンピュータサイエンスの相乗的な領域における厳格なトレーニングに基づくカリキュラムが用意されている。具体的には、カリキュラムの中で、科学技術、ヘルスケア、ビジネスと金融、環境の持続可能性など、様々な応用領域における現実世界の問題を解決する機会を提供されている。(カリキュラムの詳細については、https://www.ntu.edu.sg/docs/librariesprovider118/ug/dsai/2021/ay21-22-dsai-curriculum82adf3dc02ab4de39d11d5ef71db08d9.pdf?sfvrsn=5506bee6_2 を参照のこと。)

(4) Bachelor of Science (Maritime Studies) with Second Major in Data Analytics (Single Degree with 2nd Major)

Bachelor of Science (Maritime Studies) with Second Major in Data Analytics のホームページ

([https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/bachelor-of-science-\(maritime-studies\)-with-second-major-in-data-analytics](https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/bachelor-of-science-(maritime-studies)-with-second-major-in-data-analytics)) によると、本学位プログラムは、the College of Science (CoS) と College of Engineering (CoE) が共同で運営しており、4年間の direct honours programme である。また、シンガポールで唯一の海運ビジネス (maritime business) の学位プログラムであり、海外交流プログラムがカリキュラムの要件に含まれている。

(5) Bachelor of Science in Biological Sciences with Second Major in Data Analytics (Single Degree with 2nd Major)

Bachelor of Science in Biological Sciences with Second Major in Data Analytics のホームページ (<https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/bachelor-of-science-in-biological-sciences-with-second-major-in-data-analytics>) によると、本学位プログラムは、the College of Engineering と提携し、NTU's College of Science が提供する学際的なプログラムである。以下 3 つのコアコースから構成されている。

- ・ 数学、統計学、アルゴリズムにおける基礎：確率と統計、線形代数、アルゴリズム/プログラミングに重点を置く
- ・ データ解析のエッセンシャルズ：データベース、データマイニング、データの可視化・管理に焦点を当てている
- ・ データ解析の上級選択科目：理学部と工学部の異なる学部にもたがる様々な選択科目から選択できる

主専攻である生物科学専攻では、人間、動物、バクテリア、ウイルス、植物など、生物のバイオシステムの研究を行い、第二専攻のデータ分析では、生物科学学位の研究面を補足する実用的な洞察を得るためのデータ分析に焦点化して、生物科学とデータ分析のクロストレーニングを行う。加えて、全ての第二専攻のコースは、College of Science と College of Engineering の枠を超えて異なる School によって提供される。カリキュラムの詳細については、<https://wcms-prod-admin.ntu.edu.sg/sbs/admissions/programmes/undergraduate/curriculum/bsda/curriculum-ay2022-intake> を参照のこと。

【整理】南洋工科大学のカリキュラムの特徴について

南洋工科大学の学位プログラムの特徴について、ホームページを調査したところ、複数の学部・学科が連携してカリキュラムを提供しており、様々な専門分野で、データサイエンスを副専攻とするカリキュラムが開講されていることがわかった。

3. シンガポール経営大学 (the Singapore Management University (SMU))

シンガポール経営大学のホームページ (<https://engage.smu.edu.sg/new-data-science-and-analytics-major-available-all-smu-students>) によると、2019 年 8 月よりすべての学部 (School) の学生を対象に第二専攻として、Data Science and Analytics major が取得可能である。カリキュラムの特徴として、統計学と計算科学の両方の実用的なアプリケーションを体験する機会が提供することが挙げられている。

【整理】シンガポール経営大学のカリキュラムの特徴について

シンガポール経営大学のデータサイエンス教育の特徴について、ホームページを調査したところ、全ての学部の学生が第二専攻としてデータサイエンスを履修できるカリキュラムが用意されていることがわかった。

III. コンソーシアムに参加していない大学の学部カリキュラム

1. ジェームズ・クック大学シンガポール James Cook University Singapore

Bachelor of Science (Majoring in Data Science)

Bachelor of Science の Majoring in Data Science のホームページ (<https://www.jcu.edu.sg/courses-and-study/courses/course/bachelor-of-science-majoring-in-data-science>) によると、カリキュラムの特徴として以下の学修目標を達成することを挙げている。

- ・ データサイエンスの領域において、基礎となる概念や原理を含む一貫した理論的・技術的知識を統合し、適用することができる。

- ・ 社会における科学の役割と関連性、特に熱帯地方における持続可能な未来づくりを批判的に評価すること。
- ・ 科学的知識を発展させるための創造的プロセスや、その争奪可能かつ検証可能な性質を含む科学の方法について、幅広い理解を示すことができる。
- ・ 様々な情報源から情報を入手・分析・合成・評価することができる。
- ・ 1つまたは複数の科学分野に適した方法、技術、およびツールを選択し、適用することによって、信頼性が高く、証拠に基づく実験室や野外実験を計画し、実施することができる。
- ・ 数学的、統計的、技術的なスキルを使用して、科学的データを整理、分析、解釈することができる。
- ・ 科学的なアイデア、議論、結論を、よく発達した書面および口頭でのコミュニケーションスキルと様々なメディアを通じて、明確かつ首尾一貫して伝えることができる。
- ・ 予測できない問題や複雑な問題に対して、科学的知識とスキルを応用し、主体性と十分な判断力をもって、特定、分析、解決策を生み出す。
- ・ 多様な状況下で効果的、責任ある、安全な仕事をするために、規制要件、倫理原則、および適切な場合には文化的枠組みを批判的に検討する。
- ・ 現在のスキル、知識、態度を振り返り、自律的に、また他者と協力して、専門的な学修の必要性和パフォーマンスを管理することができる。

2. シンガポール工科大学 Singapore Institute of Technology

(1) The Bachelor of Science with Honours in Applied Artificial Intelligence

Applied Artificial Intelligence の学位プログラムの概要のホームページ

(<https://www.singaporetech.edu.sg/undergraduate-programmes/applied-artificial-intelligence>) によると、本学位プログラムは、AI ソリューションの開発、適用、展開する能力を持つ ICT の専門家育成のために設立された3年間の direct honours programme であり、The Bachelor of Science with Honours in Applied Artificial Intelligence の取得を目指している。

本プログラムは、ソフトウェアシステム内の AI の実装に焦点を当て、以下の3つの領域について学ぶ。

- ・ Core-Software Engineering：機械学習スキルの習得に不可欠な、基礎的なソフトウェア開発の基礎となる学びだけでなく、クラウドコンピューティング、ビッグデータ、DevOps などのトピックについても扱う。
- ・ Core-Machine Learning：AI モデルをどのように開発・適用・展開するかについてのスキルを修得する。
- ・ Professional Skills：さまざまなステークホルダーに対して自分の考えを明確かつ自信を持って表現できるよう、関連するソフトスキルを修得する。

(2) The Bachelor of Science with Honours in Applied Computing with a specialisation in Fintech

Applied Computing with a specialisation in Fintech の学位プログラムの概要のホームページ

(<https://www.singaporetech.edu.sg/undergraduate-programmes/applied-computing-fintech>) によると、金融セクターのための金融技術（フィンテック）に精通した情報通信技術（ICT）スキルを高めることを目的とする Infocomm Media Development Authority (IMDA) と Monetary Authority of Singapore (MAS) の提携で、シンガポール工科大学が提供する3年間の direct honours programme であり、The Bachelor of Science with Honours in Applied Computing with a specialisation in Fintech の取得を目指す。

プログラムの大きな特徴として、企業で働きながら学ぶ Integrated Work Study Programme があり、Term-In-Term-Out (TITO) を採用した教育プログラムが行われている。

(3) The Bachelor of Engineering with Honours in Electronics and Data Engineering

Electronics and Data Engineering の学位プログラムの概要のホームページ

(<https://www.singaporetech.edu.sg/undergraduate-programmes/electronics-and-data-engineering>) によると、本学位プログラムは、シンガポール工科大学とミュンヘン工科大学 (TUM) が共同で提供する 4 年間の direct honours programme であり、The Bachelor of Engineering with Honours in Electronics and Data Engineering の取得を目指す。本プログラムのカリキュラムの特徴として、エレクトロニクスとデータエンジニアリングの両方を学ぶことが挙げられる。半導体技術、センサーと関連する電子機器だけでなく、データ収集と分析の側面を含むデータサイエンスの実用的なアプリケーションで必須の知識を中心に学ぶカリキュラムが用意されており、エレクトロニクス業界に必要な基本原理だけでなく、データエンジニアリングの基礎を学ぶことが本プログラムの特色である。

参考サイト (いずれも検索日は 2022 年 4 月 22 日時点)

Singapore Data Science Consortium

<https://sdsc.sg/>

シンガポール国立大学 National University of Singapore (NUS)

NUS Department of Statistics and Data Science

<https://www.stat.nus.edu.sg/>

Major in Data Science & Analytics (DSA)

<https://www.stat.nus.edu.sg/prospective-students/undergraduate-programme/data-science-and-analytics/#>

Major in Statistics

<https://www.stat.nus.edu.sg/prospective-students/undergraduate-programme/statistics/>

Major in Data Science & Economics

<https://www.stat.nus.edu.sg/prospective-students/undergraduate-programme/data-science-and-economics/>

School of Computing

<https://www.comp.nus.edu.sg/programmes/ug/ba/curr/>

南洋工科大学 (the Nanyang Technological University (NTU))

Bachelor of Science in Economics and Data Science

<https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/bachelor-of-science-in-economics-and-data-science#programme>

Double Degree in Accountancy & Data Science and Artificial Intelligence

<https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/double-degree-in-accountancy-and-science>

Bachelor of Science in Data Science and Artificial Intelligence

<https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/bachelor-of-science-in-data-science-artificial-intelligence>

Bachelor of Science (Maritime Studies) with Second Major in Data Analytics

[https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/bachelor-of-science-\(maritime-studies\)-with-second-major-in-data-analytics](https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/bachelor-of-science-(maritime-studies)-with-second-major-in-data-analytics)

Bachelor of Science in Biological Sciences with Second Major in Data Analytics

<https://www.ntu.edu.sg/education/undergraduate-programme/bachelor-of-science-in-biological-sciences-with-second-major-in-data-analytics>

シンガポール経営大学 (the Singapore Management University (SMU))

<https://engage.smu.edu.sg/new-data-science-and-analytics-major-available-all-smu-students>

ジェームズ・クック大学シンガポール James Cook University Singapore

Bachelor of Science Majoring in Data Science

<https://www.jcu.edu.sg/courses-and-study/courses/course/bachelor-of-science-majoring-in-data-science>

シンガポール工科大学 Singapore Institute of Technology

Applied Artificial Intelligence

<https://www.singaporetech.edu.sg/undergraduate-programmes/applied-artificial-intelligence>

Applied Computing with a specialisation in Fintech

<https://www.singaporetech.edu.sg/undergraduate-programmes/applied-computing-fintech>

Electronics and Data Engineering

<https://www.singaporetech.edu.sg/undergraduate-programmes/electronics-and-data-engineering>