

## Endorsing Academies

Prof. Dr. Roberto J. J. Williams  
President Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Argentina

Prof. Dr. Andrew Holmes  
President Australian Academy of Science

Prof. Dr. Luiz Davidovich  
President Brazilian Academy of Sciences

Prof. Dr. Maryse Lassonde  
President Royal Society of Canada

Prof. Dr. Chunli Bai  
President Chinese Academy of Sciences

Prof. Dr. Sébastien Candel  
President Académie des Sciences France

Prof. Dr. Jörg Hacker  
President Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina Germany

Prof. Dr. Ajay K. Sood  
President Indian National Science Academy

Prof. Dr. Sangkot Marzuki  
President Indonesian Academy of Sciences

Prof. Dr. Alberto Quadrio-Curzio  
President Accademia Nazionale dei Lincei, Italy

Prof. Dr. Takashi Onishi  
President Science Council of Japan

Prof. Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi  
President Academia Mexicana de Ciencias

Prof. Dr. Vladimir E. Fortov  
President Russian Academy of Sciences

Saudi Arabia

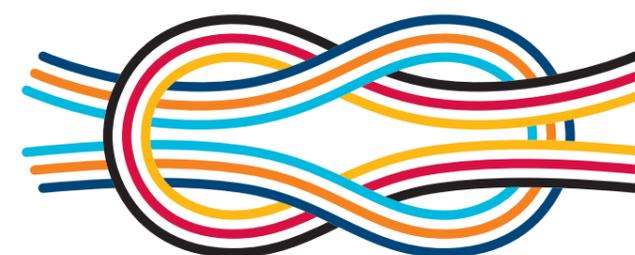
Prof. Dr. Jonathan Jansen  
President Academy of Science of South Africa

Prof. Dr. Myung Chul Lee  
President Korean Academy of Science and Technology South Korea

Prof. Dr. Ahmet Cevat Acar  
President Turkish Academy of Sciences

Prof. Dr. Venkatraman Ramakrishnan  
President Royal Society United Kingdom

Prof. Dr. Marcia McNutt  
President National Academy of Sciences, USA



**G20 GERMANY 2017**  
SCIENCE 20 DIALOGUE

## IMPROVING GLOBAL HEALTH

STRATEGIES AND TOOLS TO  
COMBAT COMMUNICABLE AND  
NON-COMMUNICABLE DISEASES

### Executive Summary

**Communicable (infectious) and non-communicable (non-infectious) diseases seriously endanger individual wellbeing and global health, and threaten the global economy. Strong short- and long-term evidence-based strategies are needed. The G20 Academies of Sciences call for (1) strengthening healthcare and public health systems, (2) applying existing and emerging knowledge, (3) addressing the broader social and environmental determinants of health, (4) reducing serious risk factors for disease through education and promotion of healthy life styles, (5) ensuring access to health resources globally, and (6) enhancing and extending robust strategies for surveillance and information sharing. Furthering research is a prerequisite for providing knowledge and new tools to meet these challenges.**



## G20 GERMANY 2017 SCIENCE 20 DIALOGUE

Communicable diseases (CDs) and non-communicable diseases (NCDs) continue to burden all nations and require urgent action. Around the globe, their impact is devastating, leading not only to individual and family suffering, but also to tremendous healthcare costs, loss of workforce, and declines in productivity and prosperity. Together these present a serious and continuously growing threat to healthcare and public health systems, economic growth, social cohesion and equity, and even to international security.

The recent Ebola and Zika epidemics have shown that a disease in one country can have serious effects on other countries around the globe. Preparedness for future outbreaks of emerging and re-emerging diseases urgently needs improvement. In addition, the interrelationship between CDs and NCDs can no longer be ignored: at least 15 percent of all new cancer cases worldwide (17.5 million in 2015) are caused by infectious agents.<sup>1,2</sup> In turn, NCDs may also increase an individual's risk for certain infectious diseases: for example, 15 percent of the tuberculosis burden may be linked to type II diabetes.<sup>3</sup>

Scientific research continues to improve understanding of the causes and contexts of different diseases and how they are interrelated. This knowledge leads to more effective measures for prevention, medical interventions, and disease control. Application of existing knowledge has been inadequate, however.

For reducing the burden of disease, the following areas require particular attention: public health and living conditions, risk factors and healthy lifestyles, interactions between CDs and NCDs.

**Public health** measures such as vaccination, sanitation, water treatment and supply, and waste management have improved the lives of billions of people. However, their implementation is still not adequate. In addition, many challenges that interfere with good **living conditions** and good health must be addressed: e.g. poverty and inequality, population growth, climate change, armed conflicts, population displacement, natural and man-made disasters,

megacities, violence, traffic and other injuries, environmental degradation and pollution, as well as loss of biodiversity.

Scientific research has shown the overarching and growing importance of **risk factors** associated with major NCDs (e.g. cancers, cardiovascular diseases, mental illnesses). Treatable or preventable risk factors include overweight, malnutrition, frailty, abuse of substances such as tobacco, alcohol and drugs, lack of physical activity, dysfunctional microbiota, and infectious agents. One single risk factor can be linked to various diseases: For example, smoking is a major risk factor associated with cancers, cardiovascular diseases, asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD).

**Measures to reduce CDs will also reduce NCD-based mortality:** highly effective strategies already exist for diagnosis, therapy, and prevention of most infections that are known to increase the risk of cancers. These strategies include vaccination programmes as well as treatments using antimicrobials against infectious agents such as *Helicobacter pylori*, human papillomavirus, hepatitis B virus or hepatitis C virus.\*

### References

1. Remais, J. V., Zeng, G., Li, G., Tian, L. & Engelgau, M. M. Convergence of non-communicable and infectious diseases in low- and middle-income countries. *International Journal of Epidemiology*. 42, 221–227 (2013).
2. Fitzmaurice, C. et al. Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-years for 32 Cancer Groups, 1990 to 2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study. *JAMA Oncology*. (2016). doi:10.1001/jamaoncol.2016.5688
3. WHO: Diabetes & TB – fact sheet. (2016). [http://www.who.int/tb/publications/diabetes\\_tb.pdf](http://www.who.int/tb/publications/diabetes_tb.pdf). [accessed 30 January 2017].

\* For some cancer-associated viruses (e.g. Epstein-Barr virus) there is not yet a treatment or preventive vaccine available.

In view of these challenges, the **Science20 network recommends actions in the following areas:**

### 1. Provide reliable and resilient health systems

- Ensure strong systems for health that include
  - robust public health services encompassing disease surveillance, epidemiology, laboratory capacity, prevention, education and risk reduction programmes.
  - accessible, appropriate, and comprehensive primary and other medical care including quality vaccination.
- Apply existing knowledge to prevent
  - infection-associated cancers (e.g. cervical carcinoma, hepatoma and stomach cancer) by preventive vaccination (human papillomavirus and hepatitis B virus) or other treatments (hepatitis C virus and *Helicobacter pylori*).
  - diseases related to alcohol or tobacco by regulation and education.
  - diseases such as type II diabetes or cardiovascular diseases by treating hypertension and reducing obesity.

### 2. Address social, environmental and economic determinants of health

- Assure clean air and water (including wastewater treatment and waste management), sanitation, adequate and safe housing, and liveable healthy cities.
- Beginning in early childhood, promote health literacy and knowledge on risk factors and adequate hygiene.
- Facilitate programmes to empower and educate multipliers such as family heads, peers, health workers, employers and teachers.
- Eliminate malnutrition and improve dietary education, e.g. in schools, by raising awareness on nutrition and food quality, as well as support access to appropriate diets.

### 3. Strategic instruments

- Implement global access to quality vaccines, diagnostics, medical devices and therapeutic drugs at affordable prices. This would also help to reduce the misuse of antibiotics and consequently antimicrobial resistance.
- Educate on the evidence-based safety and the benefits of vaccinations to increase confidence in vaccines.
- Develop combined strategies for global surveillance to detect, track and control CDs and NCDs. This includes strengthening and extending disease reporting, laboratory capacity, syndromic surveillance, and innovative data mining strategies, as well as information sharing. Better coordination of human, animal and environmental health systems (“One Health concept”) is important, especially with respect to early detection of and response to threats.
- Support robust active surveillance networks and facilitate prompt reporting of outbreaks:
  - Provide incentives for immediate response and access to financial support.
  - Ensure that evidence-based scientific data and sound public health policies define actions taken by countries directly and indirectly affected by outbreaks.
- Support basic and applied research within and among countries which is vital for providing knowledge and new tools for current and future challenges.

## G20 ドイツ 2017

### サイエンス 20 対話

## 世界の健康を改善する

### 伝染性及び非伝染性疾患と戦うための戦略と手段

#### 概要

伝染性（感染性）及び非伝染性（非感染性）疾患は、個人の福祉と世界の健康を深刻なまでに危うくし、世界経済を脅かしている。エビデンスに基づく、短期及び長期の強力な戦略が必要とされている。G20 の学術会議は、(1) 医療および公衆衛生システムの強化、(2) 既存の、そして新たな知識の適用、(3) より広範な社会的及び環境的な健康決定要因への対処、(4) 教育及び健康的な生活様式の促進により疾患に関する深刻なリスク因子を低減すること、(5) 健康資源へのアクセスを地球規模で確保すること、及び (6) サーベイランスと情報共有に関する堅固な戦略の強化と拡充、を要請する。研究をさらに促進することは、これらの課題に取り組むための知識と新しい手段を提供する上での前提条件となる。

伝染性疾患（CDs）及び非伝染性疾患（NCDs）は、全ての国に負担を強い続けており、早急な対策が必要である。世界中において、それらの影響は非常に大きく、個人や家族の苦しみだけでなく、膨大な医療費、労働力の喪失、そして生産性と豊かさの低減をもたらしている。これらはともに、医療と公衆衛生システム、経済成長、社会的一体性と公平性に対して、さらには国際安全保障に対してさえも、深刻で増大し続ける脅威をもたらしている。

最近のエボラ出血熱及びジカ熱の流行は、一つの国における疾患が、世界の他の国々にも深刻な影響を及ぼし得ることを示している。将来における、新興及び再興疾患のアウトブレイクに対する備えを早急に改善する必要がある。さらに、伝染性疾患と非伝染性疾患の相互関係は、もはや無視できない：世界中の新たな癌症例の少なくとも 15%（2015 年 1,750 万件）は、感染性病原体によって引き起こされている<sup>1,2</sup>。逆に、非伝染性疾患も、特定の感染症に関する個人のリスクを増大させる可能性がある：例えば、結核症例の 15%は 2 型糖尿病と関係している可能性がある<sup>3</sup>。

科学研究は、異なる疾患の原因及び背景、並びにそれらが相互にどのように関係しているかについての理解を引き続き向上させる。これにより得られた知識は、予防、医学的介入、及び疾病管理に効果的である。しかし、既存の知識の活用は十分とはいえない。

疾患の負担を軽減するためには、以下の分野においてとりわけ注意が必要である：公衆衛生及び生活環境、リスク要因と健康的な生活様式、伝染性疾患と非伝染性疾患の相互作用。

ワクチン接種、衛生設備、水処理・供給、及び廃棄物管理などの**公衆衛生**対策は、何十億人もの人々の生

活を改善してきた。しかし、それらは未だ十分ではない。さらに、良好な**生活条件**と良好な健康を妨げる多くの課題に取り組まなければならない：例えば、貧困と不平等、人口増加、気候変動、武力紛争、人口の強制退去、自然及び人為的災害、巨大都市、暴力、交通事故等による傷害、環境の悪化及び汚染、そして生物多様性の喪失。

科学研究は、主要な非伝染性疾患（例えば、癌、循環器疾患、精神疾患）に関連する**リスク要因**の全体的な、そして増大しつつある重要性を明らかにしている。治療可能または予防可能なリスク要因には、過度の肥満、栄養不良、フレイル、たばこ、アルコール及び薬物などの物質乱用、運動不足、機能不全に陥った微生物叢、及び感染性病原体が含まれる。単一のリスク要因は多くの疾患と関係し得る。例えば、喫煙は、癌、循環器疾患、喘息及び慢性閉塞性肺疾患（COPD）に関係する主要なリスク要因である。

**伝染性疾患を減らすための方策は非伝染性疾患に起因する死亡も減少させる**：癌のリスクを高めることで知られている多くの感染症の診断、治療法、及び予防に関しては、非常に有効な戦略が既に存在している。これらの戦略には、ヘリコバクター・ピロリ菌、ヒトパピローマウイルス、B型肝炎ウイルスまたはC型肝炎ウイルスなどに対する予防接種計画とともに感染性病原体に対する抗菌薬を使った治療などが含まれる\*。

#### 参考文献

1. Remais, J. V., Zeng, G., Li, G., Tian, L. & Engelgau, M. M. Convergence of non-communicable and infectious diseases in low- and middle-income countries. *International Journal of Epidemiology*. 42, 221–227 (2013).
  2. Fitzmaurice, C. et al. Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-years for 32 Cancer Groups, 1990 to 2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study. *JAMA Oncology*. (2016). doi:10.1001/jamaoncol.2016.5688
  3. WHO: Diabetes & TB – fact sheet. (2016). [http://www.who.int/tb/publications/diabetes\\_tb.pdf](http://www.who.int/tb/publications/diabetes_tb.pdf). [accessed 30 January 2017].
- ※ 癌に関係する、いくつかのウイルス（例えば、エプスタインバール・ウイルス）については、未だ利用可能な治療法や予防ワクチンが存在しない。

これらの課題に鑑み、**サイエンス 20 ネットワークは、以下の分野における行動を提言する。**

#### 1. 信頼できる、そして弾力的な保健制度を提供する

- 下記の点を含むような保健に関する強力な制度を確保する。
  - 疾患サーベイランス、疫学、実験・検査施設の能力、予防、教育及びリスク低減計画を網羅する堅固な公衆衛生サービス。
  - 良質のワクチン接種を含む、利用可能で適切かつ包括的なプライマリケア及びその他のケア
- 既存の知識を応用し、次のことを予防する。
  - ワクチン接種（ヒトパピローマウイルス及びB型肝炎ウイルス）あるいは、その他の治療法（C型肝炎ウイルス及びヘリコバクター・ピロリ菌）により、感染による癌（例えば、子宮頸癌、

肝臓、及び胃癌)を予防。

- 規制及び教育により、アルコールやたばこに関する疾患を予防。
- 高血圧の治療および肥満度の低減により、2型糖尿病または循環器疾患などの疾病を予防。

## 2. 社会的、環境的、及び経済的な健康決定要因に対処する

- 清浄な空気と水（下水処理及び廃棄物管理を含む）、衛生設備、適切かつ安全な住宅、及び住みやすく健康的な都市を保証する。
- 幼少期から、健康能力及びリスク要因と適切な衛生に関する知識を向上させる。
- 世帯主、同僚、医療従事者、雇用主、及び教師などの影響力を有する人々を力づけ、教育するための計画を推進する。
- 栄養や食品の品質に関する意識を高めることにより、栄養不良をなくし、そして学校などでの食育を改善させるとともに、適切な飲食物へのアクセスを支援する。

## 3. 戦略的手段

- 良質のワクチン、診断法、医療器具、及び治療薬剤の手頃な価格でのアクセスを地球規模で実行する。これは、抗菌薬の誤用ひいては抗菌薬耐性の低減にも貢献することになる。
- ワクチンへの信頼を高めるため、エビデンスに基づく安全性及びワクチン接種の利益について教育する。
- 伝染性疾患及び非伝染性疾患を発見し、追跡し、管理するため、地球規模のサーベイランスに関する複合的な戦略を策定する。これには、疾患報告、実験・検査施設の能力、症候群サーベイランス、そして革新的データマイニング戦略及び情報共有の強化と拡充が含まれる。人、動物、及び環境に関する衛生システムのより良い調和（「ワンヘルス・アプローチ」）は、特に脅威の早期発見と対応に関して重要である。
- 堅固な積極的サーベイランスのネットワークを支援し、アウトブレイクについての迅速な報告を促す。
  - 即時対応に関するインセンティブと財政支援へのアクセスを提供する。
  - アウトブレイクによって直接的そして間接的に影響を受ける国によって取られる措置が、エビデンスに基づく科学的データと強固な公衆衛生政策によって決定されることを確実なものとする。
- 現在及び将来の課題に関する知識や新しい手段の提供にとって重要な、各国内及び各国間での基礎的及び応用的研究を支援する。



## Food and Nutrition Security: Improving Soils and Increasing Productivity

### Executive Summary

Soils, water and energy are essential resources for ensuring food security in the world. Human pressures on soil resources are reaching critical limits. Main threats are erosion, loss of organic carbon, nutrient imbalances, salinization and sodification, loss of biodiversity, contamination, acidification, compactation and urbanization. In this context, the S20 affinity group makes the following specific recommendations for the sustainable management of soils:

**1. Promoting good soil governance.** Priorities should be given to limiting urban sprawl and devising adaptive strategies of soil management to climate change. Soil monitoring based on benchmark sites and/or permanent observatories is necessary to assess soil restoration programs, and detect tipping points in soil degradation. Integration of soil, water and crop data into scientifically based models allows for building scenarios and supporting decisions. Science is needed to inform policy actions by governments and the civil society, particularly legislation concerning soil conservation and protection. It is necessary to promote education (schools and media) as a means to increase public awareness of the essential role of soils. Programs aimed at educating farmers in sustainable soil management are strongly needed.

**2. Promoting soil knowledge in specific areas.** Comprehensive 3D high-resolution (30 m) digital mapping is necessary to generate knowledge of soil properties and its relevance to research and management. Integrating 3D digital soil properties with weather monitoring and crop suitability will improve water and fertilizer efficiency, and define best practices adapted to local and regional conditions. These soil and crop suitability maps should be complemented by methods of proximate soil sensing employing real-time big data to hasten digital agriculture. The research agenda on soils must include the following: a) Deciphering the mechanistic functions of the soil microbiome and its biodiversity on soil function and on plant and human health; b) Studying the efficiency and the effective recycling of fertilizers, a critical global constraint to achieving yields; c) Studying the short- and long-term sequestration of carbon, the preservation of soil organic matter and the rehabilitation of degraded soils; d) Developing strategies to decrease the toxicological aspects of agrochemicals including the combat of pests by ecological procedures, the use of less-toxic and rapidly-decomposing pesticides, and highly targeted treatments.

**3. Increasing international scientific cooperation programs** in the sustainable management of soil. Doctoral and post-doctoral programs that enhance the professionals and scientists of less developed countries should be specifically established and promoted.



Soils are fragile surface formations that are responsive to human activities. As the World Soil Charter states: “*Soils are fundamental to life on Earth but human pressures on soil resources are reaching critical limits*” (FAO, 2015a). Knowledge and protection of soils is essential to sustain human civilization.

The list of soil-related issues on the agricultural agenda has increased greatly in recent years. The 2015 Status of the World’s Soil Resources identifies the main threats to soils as soil erosion, loss of organic carbon, and nutrient imbalances. Other threats include soil salinization and sodification, loss of soil biodiversity, soil contamination, acidification, and compaction (FAO, 2015b). Additionally, high quality soil is being lost to urbanization and industrial development. According to the FAO (2015b), 33 percent of the world’s soils are moderately to highly degraded due to these threats.

Soils, water and energy are essential resources for ensuring food security in the world. FAO (2015c) estimates that approximately 95 percent of global food production comes directly or indirectly from soils. At the current population growth rate, and projected changes in diets, it is estimated that the world will need to produce 60 percent more food by 2050, which necessitates prioritization of the preservation of functional soils for a food secure world.

The management of soil needs to encompass sustainable agriculture as well as the broader functions of soils for the maintenance of natural ecosystems and for climate regulation. A multidisciplinary concept of global soil sustainability is needed to quantify biophysical, economic, social and policy dimensions.

Soil sustainability requires knowledge, legislation and education in good agricultural practices of a natural resource that is often privately owned and yet is an important public commodity. Broad access to the information generated is imperative.

A diversity of sustainable soil management approaches is described in reports by UN organizations, for example, FAO (2015b) and UNCCD (2017). These aim to combat soil erosion, increase soil organic matter and promote soil carbon sequestration, limit soil sealing, enhance soil biodiversity, and long-term physical and chemical fertility. They all share the premise that sustainable soil management, using scientific, evidence-based and local knowledge can maintain or increase nutritious food supply, while also contributing to climate mitigation and safeguarding of ecosystem services (FAO 2015b).

In this context, the S20 affinity group makes the following specific recommendations aimed at improving evidence base for the sustainable management of soils and increasing productivity:

**1. Promoting good soil governance** implies soil protection against the threats mentioned above. Priorities should be given to limiting urban sprawl and devising adaptive strategies of soil management to climate change.

Soil monitoring based on benchmark sites and/or permanent observatories is necessary to assess soil restoration programs, and detect tipping points in soil degradation. Indicators must be defined according to regional and local conditions to generate relevant information for policy makers and stakeholders. Integration of soil, water and crop data into scientifically based models allows for building scenarios and supporting decisions. Science is needed to inform policy actions by governments and the civil society, particularly legislation concerning soil conservation and protection. It is necessary to promote education (schools and media) as a means to increase public awareness of the essential role of soils.

Programs aimed at educating farmers in sustainable soil management are strongly needed.

**2. Substantial progress in soil knowledge** involves integrating soil data into decision tools. Comprehensive 3D high-resolution (30 m) digital mapping is necessary to generate knowledge of soil properties and its relevance to research and management. This effort must be extended to all geographical regions of the world in order to identify soil deficiencies, and to underpin new practices which can improve soils. Integrating 3D digital soil properties with weather monitoring and crop suitability will improve water and fertilizer efficiency, and define best practices adapted to local and regional conditions. These soil and crop suitability maps should be complemented by methods of proximate soil sensing employing real-time big data to hasten digital agriculture. This will reduce inputs and improves environmental outcomes while maintaining or improving productivity.

The research agenda on soils must include the following:

- a) Deciphering the mechanistic functions of the soil microbiome and its biodiversity on soil function and on plant and human health, is one of the more interesting challenges in modern biology. Modern high-throughput sequencing will be the basis for quantifying the genetics and enzymatic controls on an array of soil processes fundamental to agriculture, climate and medicine. Although this complex research area is at its infancy, these studies can eventually be useful to increase soil productivity and for decontamination by microbial remediation.
- b) Research on the efficiency and the effective recycling of fertilizers, a critical global constraint to achieving yields.
- c) The study of the short- and long-term sequestration of carbon, the preservation of soil organic matter and the rehabilitation of degraded soils.
- d) Programs aimed at reducing and eventually avoiding soil contamination should be encouraged, focusing on the toxicology and environmental aspects of agrochemicals and on sustainable practices. Examples include the combat of pests by ecological procedures, the use of less-toxic and rapidly-decomposing pesticides, and highly targeted treatments.

**3. Increasing international scientific cooperation programs** in sustainable managing soil. Doctoral and post-doctoral programs that enhance the professionals and scientists of less developed countries should be specifically established and promoted.

### **References**

- FAO (2015a), *Revised World Soil Charter*, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2015b), *Status of the World's Soil Resources*, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2015c). *Healthy soils are the basis for healthy food production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- UNCCD (2017), *The Global Land Outlook*, United Nations Convention to Combat Desertification.

## 食料と栄養の安全保障－土壌の改善と生産性の向上 要約（仮訳）

土壌、水、エネルギーは食料安全保障にとって不可欠な資源である。土壌資源に対する人為的負荷は危機的限界に達しつつあり、土壌にとっての主たる脅威は、土壌の侵食、有機炭素の損失、栄養素の不均衡、塩類集積とアルカリ化、生物多様性の喪失、汚染、酸性化、緻密化、都市化である。こうした状況を踏まえ、S20は持続可能な土壌管理のために次の具体的な提言を行う。

### 1. より有効な土壌に関するガバナンスの推進

都市の無秩序な膨張を抑制し、気候変動に対応した土壌管理の実用的な戦略策定を優先的に実施すべきである。 定点観測や恒久的な土壌観察は、土壌修復プログラムの査定や土壌劣化の基準を知る上で必須である。土壌、水、作物データを科学的なモデルに組み込むことにより多様な計画策定やそれらの計画実施を支援することが可能となる。科学は、政府や市民社会による具体的な政策の実施、特に土壌保全や保護の法制化への関心を喚起するために必要である。重要な土壌の役割について一般の意識を高めるためには教育やメディアを通じた啓発が求められる。持続可能な土壌管理教育プログラムの実施も強く要望する。

### 2. 特定領域における土壌情報の深化

包括的な3D高解像度（30m）のデジタルマッピングは、土壌特性の研究やそれに基づく実践管理に関する知識を獲得するために必要である。3Dデジタル土壌特性図を気象観測や適正作物データと統合すれば、水や施肥の効率を改善し、国内や域内の条件に適した最適な栽培法を確定することができる。 これらの土壌図や作物適合図は、リアルタイムのビッグデータを活用した最新の土壌計測によって補完されることが必要である。土壌に関する研究課題は以下のとおりである。(a) 土壌微生物叢やその多様性が土壌の機能及び植生や人体の健康に及ぼすメカニズムの解読、(b) 効率的で効果的な肥料の再利用と、生産目標を達成するための世界的な制限要因に関する研究、(c) 長短期間の炭素貯留、土壌有機物の保存と劣化土壌の修復に関する研究、(d) 天敵を利用した生態学的手法と低毒性及び急速分解型殺虫剤の高度限定使用による病害虫対策を含む農薬の毒性緩和手法の開発。

### 3. 国際的な科学協力プログラムの強化

土壌の持続的な管理に関する国際的な科学協力プログラムを推進する。 低開発国において専門家や科学者を養成する博士、ポスドク・プログラムは特に設置・推奨されるべきである。

## 「食料と栄養の安全保障 — 土壌の改善と生産性の向上（仮訳）」

### “Food and Nutrition Security: Improving Soils and Increasing Productivity”

土壌は人間活動により変化する脆弱な地球の表面形成物である。世界土壌憲章が記しているとおり「土壌は地球上の生命の基盤であるが、土壌資源にかかる人為的負荷は限界に到達しようとしている」（FAO 2015a）。人類の文明を支えるためには、土壌に関する知識とその保全が不可欠である。

農業分野において土壌に関する課題は、近年大幅に増加している。2015年の世界土壌資源報告は、土壌に対する主な脅威として、土壌の侵食、土壌有機炭素の損失、養分不均衡を挙げている。他の脅威としては土壌の塩類集積とアルカリ化、土壌生物多様性の喪失、土壌汚染、土壌酸性化、土壌の圧密化が含まれる（FAO 2015b）。さらに、質の高い土壌が、都市化や工業開発によって失われつつあることも問題である。FAO（2015b）は、世界の土壌の33パーセントはこれらの脅威によって中程度あるいは強度に劣化していると報告している。

土壌、水、エネルギーは世界の食料安全保障を確保するために不可欠な資源である。FAOは、地球の食料生産量の約95パーセントが直接・間接的に土壌から生産されていると試算している。現在の人口増加率と想定される食生活の変化は、2050年までに世界規模において今より60パーセント以上の食料を生産する必要があると予測されており、世界の食料安全保障のためには利用可能な土壌の保全を優先させねばならない。

土壌管理は、持続可能な農業はもとより自然な生態系の維持と気候調節など土壌の幅広い機能にまで、その概念の範囲を広げていくことが必要である。世界の土壌の持続可能性を学際的にとらえるためには、生物物理学的、経済的、社会及び政策的側面からの定量化が求められている。

土壌を持続可能たらしめるためには、自然資源の私有、共有を問わず、模範的な営農技術に関する知見、その制度化と普及教育が必須である。また、そこから生まれる新たな情報への広範なアクセスも不可欠である。

FAOやUNCCDなどの国連機関の報告書には、多様な持続可能な土壌管理のアプローチが示されている。これらの目的は、土壌侵食の制御、土壌有機物の増強、土壌炭素の蓄積促進、土壌被覆の制限、土壌生物多様性及び長期的な土壌の理化学的肥沃度の向上である。これらの持続可能な土壌管理のアプローチは全て、科学的で、立証にもとづいた在来の知識を用いることにより、栄養価の高い食料供給の維持・増強が可能であり、かつ、気候変動を緩和し、自然生態系のサービスを保全することにも貢献するものである、という前提を共有してい

る（FAO 2015b）。

こうした観点から、S 2 0 各国アカデミーは、持続可能な土壌管理のための証拠基盤の深化と農業生産性の向上を目指して次の提言を行う。

**1. より有効な土壌に関するガバナンスの推進**は、上記の脅威に対する土壌保護を伴う。土壌ガバナンスとして最優先に行うべきことは、都市部の無秩序な拡大を抑止し、気候変動に適応した土壌管理の戦略を考案することである。

定点観測に基づく土壌観測や恒久的な観察は、土壌修復プログラムの検証のために必要であり、土壌劣化に関する原因究明にもつながる。指針は政策決定者や当事者が適切な情報を得るために地域や地元の状況に則して定められなければならない。土壌、水、作物データを科学的に基づいたモデルへと統合することにより、計画案を策定し、決定することが可能となる。科学は、政府や市民社会による政策の実施、特に土壌保全や保護の法制化への関心を喚起するために必要である。土壌の本質的な役割について一般市民を啓発する手段として、土壌教育（学校やメディア）の推進が必要である。

持続可能な土壌管理に関する農業者を対象とした教育プログラムの実施が強く求められる。

**2. 土壌知識の実質的な進歩**とは、土壌データを決定手段に組み込むことである。

包括的な3D高解像度（30m）デジタルマッピングは、土壌特性の研究やそれに基づく実践管理に関する知識を獲得するために必要である。この努力は、土壌の欠乏状況を確認し、土壌を改善する新しい方法を実証するために、世界の全地域に対象を拡大すべきである。3Dのデジタル土壌特性図を気象観測や適性作物データと統合させれば、水や施肥の効率を改善し、国内や域内の条件に最も適合した栽培法を確定することができる。これらの土壌図や作物適正図は、リアルタイムのビッグデータを利用した最新の土壌計測によって補完されることが必要である。そうすることにより、デジタル農業の実現が加速化されるであろう。その結果、生産性を維持・改善しながら、投入物を削減し、環境を改善することができる。

土壌に関する今後の研究課題を次に挙げる。

a) 土壌の微生物叢とその多様性が、土壌の機能性、植生及び人類の健康にどのようなメカニズムで影響を与えるかについては、現代の生物学において注目されている研究課題の一つである。最新の高速塩基配列解析は、農業、気候、医療の基礎となる一連の土壌プロセスの遺伝学的、酵素学的制御を定量化して研究する際の基本となるであろう。この複雑な研究分野は未だ緒に就いたばかりであるが、これらの研究は最終的には土壌の生産性を高め、微生物を用いた汚染物除去による劣化土壌の修復に役立つ可能性を秘めている。

b) 高生産性を実現するための世界的な制約となっている肥料の効率と効果的な再利用法に

関する研究。

c) 短期・長期的な炭素貯留、土壌有機物の保護、及び劣化土壌の修復に関する研究。

d) 農薬の毒物学および環境学的側面ならびに持続的農法に焦点を当てた土壌汚染の軽減と回避に関する研究。例えば、天敵を利用した生態学的病害虫駆除法、低毒性あるいは急速分解性殺虫剤利用法、高度標的限定施用法など。

### 3. 持続可能な土壌管理の国際的な科学協力プログラムを強化する。

低開発国の専門家や科学者の能力を高める博士及びポストクのためのプログラムを特に設置・促進すべきである。

(参考文献)

FAO (2015a), Revised World Soil Charter (「改訂世界土壌憲章」)

FAO (2015b), Status of the World's Soil Resources (「世界土壌資源報告」)

FAO (2015c), Healthy soils are the basis for healthy food production (「健全な土壌は健全な食料生産の基盤」)

UNCCD (2017), The Global Land Outlook (「世界土地概況」) (United Nations Convention to Combat Desertification 「国連砂漠化対処条約」)