

2
3 **Time to Articulate a Vision for the Future of Plant Proteomics – A Global Perspective**
4 **An Initiative for Establishing the International Plant Proteomics Organization (INPPO)**

5 **グローバルな視点での将来の植物プロテオミクスに向けたビジョンを明確にする時**

6 **国際植物プロテオミクス機構:INPPO 設立のためのイニシアチブ**

7 *Ganesh Kumar Agrawal^{1,*}, Dominique Job^{2,*}, Michel Zivy^{3,*}, Vishwanath P. Agrawal¹, Ralph A. Bradshaw⁴,*
8 *Michael J. Dunn⁵, Paul A. Haynes⁶, Klaas J. van Wijk⁷, Shoshi Kikuchi⁸, Jenny Renaut⁹, Wolfram*
9 *Weckwerth¹⁰ and Randeep Rakwal^{1,11,12,*}*

10 ¹Research Laboratory for Biotechnology and Biochemistry (RLABB), GPO Box 13265, Kathmandu, Nepal

11 ²CNRS/UCBL/INSA/Bayer CropScience Joint Laboratory, UMR 5240, Bayer CropScience, 14-20 rue
12 Pierre BAIZET, F-69263, Lyon cedex, France

13 ³INRA/University Paris-Sud/CNRS/AgroParisTech, UMR 0320/UMR 8120 Génétique Végétale,
14 Gif-sur-Yvette, France

15 ⁴Mass Spectrometry Facility, University of California (UCSF), 600 16th St., Room N472, Box 2240, San
16 Francisco, CA 94158-2240, USA

17 ⁵UCD Conway Institute of Biomolecular and Biomedical Research, School of Medicine and Medical
18 Science, University College Dublin, Dublin, Ireland

19 ⁶Chemistry and Biomolecular Sciences, F7B331, Macquarie University, North Ryde, NSW 2109, Australia

20 ⁷Department of Plant Biology, 332 Emerson Hall, Cornell University, Ithaca, NY 14853, USA

21 ⁸Plant Genome Research Unit, Division of Genome and Biodiversity Research, National Institute of
22 Agrobiological Sciences (NIAS), Kannondai 2-1-2, Tsukuba 305-8602, Ibaraki, Japan

23 ⁹Centre de Recherche Public-Gabriel Lippman, Department of Environment and Agrobiotechnologies (EVA),
24 Belvaux, GD, Luxembourg

25 ¹⁰Department of Molecular Systems Biology, University of Vienna, Althanstr. 14, 1090 Vienna, Austria

26 ¹¹School of Medicine, Showa University, 1-5-8 Hatanodai, Shinagawa, Tokyo 142-8555, Japan

27 ¹²Department of Biology, Faculty of Science, Toho University, 2-2-1 Miyama, Funabashi, Chiba 274-8510,
28 Japan

29 **Correspondence:** Drs. Ganesh K. Agrawal (email: gkagrawal123@gmail.com), Dominique Job (email:
30 dominique.job@bayercropscience.com), Michel Zivy (email: zivy@moulon.inra.fr), and [Randeep Rakwal](mailto:Randeep.Rakwal@plantproteomics.com)
31 (email: plantproteomics@gmail.com)

32
33 **Keywords:** 生物、植物、オミックス、プロテオミクス、システム生物学、INPPO

34
35 プロテオミクスは植物生物学を理解する上で欠かすことのできない技術であることから、私たちは植物プ
36 ロテオミクスに関して収集された情報を効率的に整理・維持し、そして普及させることを目的としたグロー
37 バルな植物プロテオミクス機構“[International Plant Proteomics Organization \(INPPO;](http://www.inppo.com)
38 <http://www.inppo.com>)”を設立しました。組織を発展させるための多角的な取り組みを“INPPO 10 のイ
39 ニシアチブ”にまとめました。私たちはグローバルなビジョンを持ち、INPPO を通じて世界各国の科学コミ

40 ユニティが協力し合えることを心から願っています。

41

42 植物生物学におけるプロテオミクス

43 微生物や哺乳動物での研究と同様に、プロテオミクスは今や植物科学においても不可欠なものです。

44 植物は私たちの生活の糧であり、人間および動物の栄養源の基盤です。少なくとも当分の間は生活手段を提供するという意味でも、植物は地球上で最も重要な生物種であることは確かです。今後 50 年間の人口増加予測を考慮すると、食料生産に関する危機が迫りくるように思われます。つまり現在の食料生産レベルでは人間の増加、そして同時に起こりうる動物の増加に対処できないということです。2010 年 5 月では世界の人口は約 68 億とされていますが、統計学的には 2040 年までに世界の人口は約 90 億に達すると予測されています(U.S. Census Bureau, International Data Base)。この世界人口増加に対処するには、世界で 9 億人といわれている栄養不足に陥っている人々を考慮した上で、食料および飼料供給のための継続的な食料生産量の増加を実施していく必要があります。植物は再生可能な原料やエネルギー資源として用いられる一方で、アミノ酸やビタミン、脂質、その他薬品として利用される二次代謝物質といった多岐にわたる重要な化合物の生合成も行っています。それにもかかわらず、有用な化合物を生合成できる植物の能力を最大限に活用しようとする研究はまだ始まったばかりです。加えて我々は産業化、宅地化、さらにインフラ基盤整備による耕地の減少にも直面しています。また、特に気候変動との関連で多くの国で水資源の問題も深刻になっています。よってこれらのことから、それぞれの社会的、政治的、経済的事情の中で、耕作地の安全性と生産性の改善に努めることも極めて重要な課題になります。環境的に持続可能な方法で食料および飼料生産の拡大を達成することは非常に困難な課題ではありますが、しかしそれでもやはりこの取り組みはとても重要なものです。好奇心、発見、情熱といった科学的精神が、一見克服できそうにない挑戦を短時間のうちに成し遂げるのにとっても重要な役割を持つことを、すべて植物生物学者に理解してもらえんと思います。

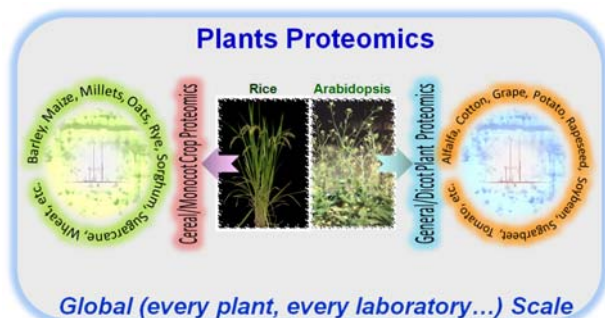
62

63 プロテオミクス

64 プロテオミクスはオミックス解析技術のうちの一つであり、トランスクリプトミクス(転写学)とメタボロミクス(代謝学)を補足し、関連づけるものとして発展してきました。ここでは、プロテオミクスによって細胞、細胞小器官、組織、細胞器官さらに生物全体のレベルでの細胞機能についての独自の識見を提供できることを述べています。Figure 1 には、モデル植物である *Arabidopsis* とイネの写真が載せてありますが、プロ

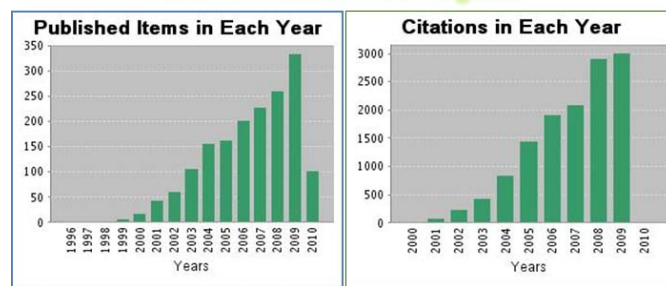
67

テオミクス研究では新たなモデル植物、さらにモデル植物とされていないものも研究の対象になることを強調しています。Figure 2 のグラフは 1999 年に初めて



71 植物プロテオミクスに関する論文が出されてから、
72 2009 年には 300 もの論文が発表されるまで、植
73 物プロテオミクスに関する論文数が年々拡大し
74 ていることを示すものです。このグラフは PubMed
75 データベース (www.pubmed.com)で plant proteom* で検索して得られた論文数で作成したものです。

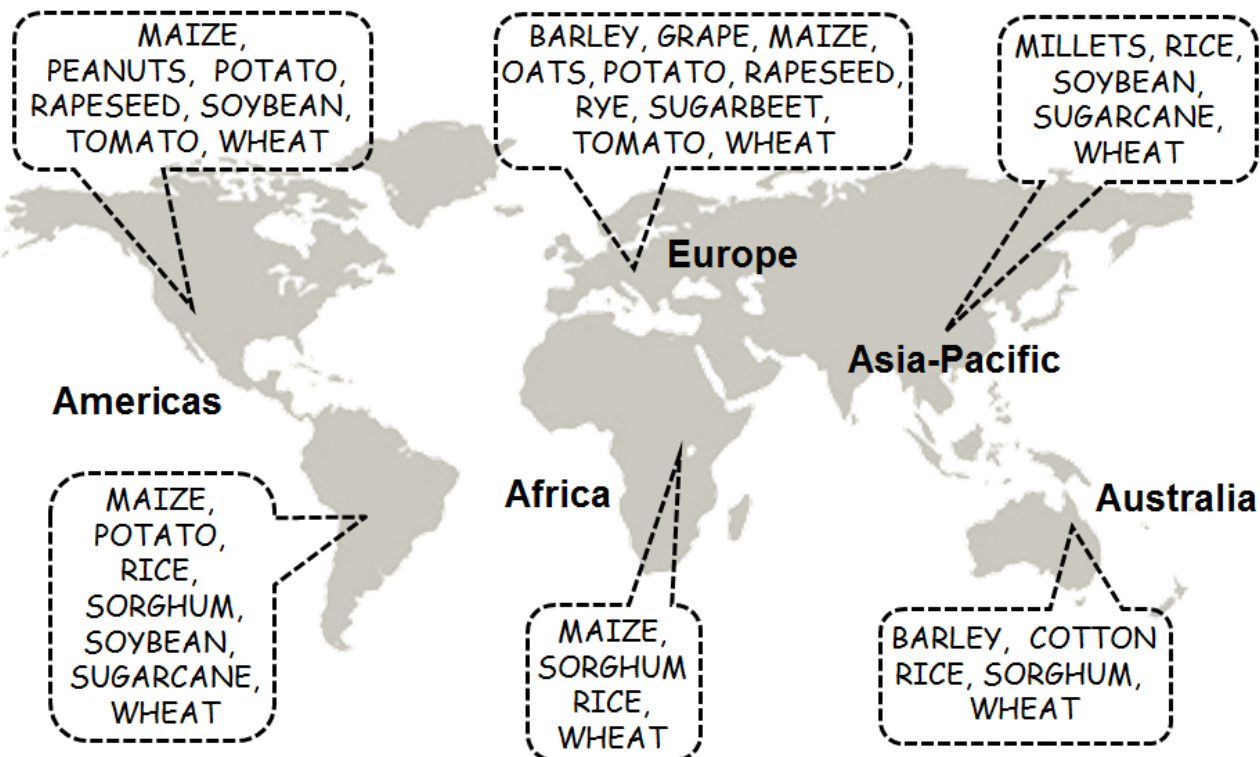
Plant Proteomics Papers



77 **INPPO の理念と始まり**

78 私たちにはまだ何か不足していることは分かっているものの、私たちの気持ちは、植物種のプロテオームの完全な理解を達成するという壮大な目標に向かっています。私たちの知識の中にはギャップがありますが、そのギャップが生じてしまう理由には幾つかの原因があると思います。例えば、世界中のほとんどの植物研究室においてプロテオミクス研究へのアクセス手段がないこと、プロテオミクス研究の情報が不足していること、さらにプロテオミクス研究者同士の密接な協力関係が不足していることが考えられます。がしかし何よりも、基礎的および応用的の双方の視点から植物プロテオミクスについて世界的に議論する適切なプラットフォームが不足していることが問題だと考えられます。人種や国によって重要性はそれぞれ異なってきますが、地球に存在する植物の信じられないほどの多様性について取り組むべき研究課題はまだ多く残っていると考えています。

87 **Figure 3** には世界の主要植物・作物の地域分布を示しています。世界的規模でみると“グローバ



88

89 ルレベルでの植物プロテオミクスのグローバルなインパクト”が明確になってきます。言い換えれば、生物学的な意味でのプロテオミクスの研究は植物多様性の研究であり、人間の社会経済に大きく貢献することは疑いないということです。

92 そのために私たちはグローバルレベルで植物プロテオミクスを考える必要があります。しかしながら私たちは使いやすく集約されたデータベースはもちろん世界的に認められた適切なプラットフォームが不足しています。さらに植物プロテオミクス分野の宣伝と情報の普及も不足しています。この状況に対処するために、[International Plant Proteomics Organization \[INPPO\]](#) を設立しました。すでに述べたように、**INPPO** は大きな挑戦になるでしょう。良い比較ではないかもしれませんが、ヒトという一つの種だけを研究対象に HUPPO が設立されたのであれば、もちろんこれだけでも大変な挑戦ではありますが、多種多様な植物を対象とした **INPPO** 設立は当然のことと考えられます。無病な試みと言えるかもしれません。しかし、植物は動物には存在しない特徴的な機能を数多くっており、植物プロテオミクス研究は、遺伝子の生物学的機能の研究にとっても大いに有益であり、**INPPO** 設立は本当に価値のあることだと思えます。

100

101 INPPO の活動により、世界中で増え続けている植物プロテオーム研究者が互いに協力し理解し
102 合えることが可能となるでしょう。その結果 INPPO はプロテオーム技術や植物プロテオミクス研究の発展
103 に貢献することになるのです。

104 植物の多様性、惑星および人々

105 植物は Figure 3 に示した幾つかの代表的な種だけではなく、もっと多くの種が存在します。この多様性と
106 変異(変化)に植物生物学を理解する手掛かりがあり、ここから得られる知識は人間のより良い生活のため
107 に役立つことでしょう。

108 従って、食料確保と人間とその社会的多様性を守るための“緑の環境”への長期的な投資は今の
109 時代に要求されていることなのです。私たちに“何もしない”という選択肢はないのです。

110 私たちが議論したすべての中で、この機構の最も大切な課題は、植物プロテオミクス研究の永続
111 的そして発展的な役割を明確に提示することです。INPPO の大きな目標は、1)植物種子や作物の品種
112 改良、増収など重大な生物学的問題の解決につなげるための植物の完全なプロテオームを構築すること、
113 2)植物が生物学的および非生物学的環境を含めた環境変化にどのように相互作用しているかをより深く
114 理解すること、3)持続的農業、環境バイオテクノロジー、より健全で安全な植物、新しい植物性素材、機
115 能性食品などのアプリケーションに向けた開発をすることです。

116 INPPO イニシアチブ

117 INPPO では以下の新たな取り組みを進めていきます。

- 118 1. モデル植物および作物の双方のための植物プロテオミクス分野において適切に進行している協力体
119 制の維持と強化
- 120 2. 各国における植物プロテオミクス機構設立助成
- 121 3. オープンな国際協力関係の展開
- 122 4. 学術界と産業界のギャップの解消
- 123 5. アメリカ、ヨーロッパ、アジア太平洋、オーストラリア各地でのリアルタイム相互作用ができる集中デー
124 タベースの構築
- 125 6. 人材育成や情報交換のための国家および国際レベルでのワークショップ開催
- 126 7. プロテオミクスに関する活動をまとめ、INPPO ウェブサイトを通じてそれらの情報の普及
- 127 8. 世界各地のすべての植物関係の研究室へのプロテオミクス技術の提供
- 128 9. 大学の学生を中心にした若い世代の支援
- 129 10. プロテオミクス知識を生物学へ、さらにその逆も同様に従来の常識にとらわれない考え方で利益につ
130 ながることに貢献

131 これらイニシアチブの達成のため、INPPO は自立して積極的に取り組みます。そのため私たちは興味を
132 持つ多くの関係者の INPPO での取り組みへの参加を必要としています。もし互いに協力し合えば不可能
133 なことはないと考えます。それは今までの歴史からも言えることだと思います。

134 INPPO の第一段階

135 創立会員が INPPO の次の段階、例えば各国の創始者、創設メンバー、代
136 表および賛助会員などが運営組織やイニシアチブ、そして政府と民間から
137 の助成金などについて協議するための会議を企画します。

