

機関番号：82617

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20510220

研究課題名 (和文) 沖縄群島小島嶼に分布する絶滅危惧植物の固有性解明と保全

研究課題名 (英文) Elucidation of endemism and conservation on threatened plant species in Okinawa Groups islets

研究代表者

國府方 吾郎 (Goro Kokubugata)

研究者番号：40300686

研究成果の概要 (和文)：琉球列島の沖縄群島小島嶼に分布する絶滅危惧植物の固有性解明およびに分類に関する研究を行った。特筆成果として、伊是名島産イトスナヅルを固有種とする見解の支持、琉球列島固有種マルバハタケムシロのオセアニア産との隔離分布の支持、ヤエヤマズゴウジュの久米島での新産地発見などが挙げられる。また、同小島嶼産絶滅危惧植物 42 種類の自生地外系統維持への追加、360 点の標本データベース化、そして、得られた成果に基づく絶滅危惧植物と生物多様性等に関する企画展等を社会発信として行った。

研究成果の概要 (英文)：Endemism and taxonomic studies have been performed for threatened seed plants in islets around Okinawa Island of the Ryukyu Archipelago. In these studies, we supported a taxonomic treatment of *Cassytha pergracilis* as endemic species to Izena Island; and phylogeographically supported an antitropical distribution pattern between an endemic species of *Lobelia lochooensis* in this archipelago and certain Oceania *Lobelia* species based on molecular analyses. Also we newly found other populations of *Suzukia luchuensis* in Kume-jima Island. Furthermore, 42 threatened plant taxa were newly added in a living collection as *ex situ* conservation, and 360 herbarium specimens were newly databased. Based on these results obtained, some special exhibitions concerning threatened plants and biodiversity were held for public.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：植物系統分類学・保全生物学

科研費の分科・細目：資源保全学・資源保全学

キーワード：維管束植物、沖縄群島、固有種、小島嶼、絶滅危惧種、保全、琉球列島

## 1. 研究開始当初の背景

琉球列島の伊平屋島、伊是名島、慶良間諸島、久米島などの沖縄群島小島嶼は、絶滅危惧植物が多く分布することが過去の研究から指摘されている。沖縄県の最新レッドデータブック (2006) においても、単位面積当たりの絶滅危惧植物種類数の上位 5 島は、高い

順に魚釣島 (9.16)、渡名喜島 (5.17)、伊是名島 (3.39)、与那国島 (3.35)、伊平屋島 (2.82) であり、いかに沖縄群島小島嶼に絶滅危惧植物が集中しているかが窺える。これまでの植物相調査によって沖縄群島の小島嶼には固有種があまり分布せず、多くの絶滅危惧植物が他地域との共通種と認識されて

いる。しかし、これらの知見はマクロな調査資料によるものであり、詳細な比較研究の必要性がこれまでも指摘されている。しかし、その比較研究はほとんど行われておらず、沖縄群島小島嶼の固有種が認識されないまま絶滅してしまう危険性がある。

琉球列島のうち、奄美大島や沖縄島などでは国立公園などの行政レベルでの保全政策が進められつつある。しかし、沖縄群島小島嶼のうち、県立自然公園として保護されているのは渡名喜島と久米島のみで、その他の小島嶼では自然環境保全関連法令による地域・地区の指定は無い。これらは絶滅危惧植物に関する資料が不足していることが大きな要因になっている。

申請者國府方はこれまでに琉球列島に分布する植物の系統分類学および生物地理学的研究を行ってきた。その一環として平成17年に伊是名島、平成18年に久米島で植物調査を行い、2つの島の絶滅危惧植物の現状が深刻であることを痛感して本研究課題を着想するに至った。

## 2. 研究の目的

本研究課題では、沖縄群島小島嶼に分布する絶滅危惧種において、(1) 固有性調査を含む分類学的研究および系統地理学的研究；(2) 植物園での系統維持；(3) 標本データベース構築を行うことを目的として行われた。

## 3. 研究の方法

### (1) 研究対象分類群の選定

沖縄群島の小島嶼の伊平屋島、伊是名島、渡名喜島、久米島に分布する絶滅危惧植物のうち、予備調査によって分類学的再検討が必要と判断されたこと（固有種の可能性のある）、緊急な保全と調査を必要とすることを基準として対象植物を選定した。

### (2) フィールド調査

伊平屋島・伊是名島・渡名喜島・久米島の4島における候補植物の自生地での現状などの野外調査及び関係機関からの許可のもと合法的な採集を行った。また、共通関連種が分布する台湾と奄美群島などの他地域でも調査採集を行った。

### (3) 採集物の管理及び室内調査研究

#### ①採集物の管理及び保全栽培

証拠腊葉標本は国立科学博物館と琉球大学理学部の各標本館（室）に収蔵した。今回の対象植物以外にも可能な限り腊葉標本とDNAをセットとして採取し、本研究課題以外にも貢献できる収集を行った。生きた植物は筑波実験植物園において安定した栽培

法を確立し、確実な自生地外保全を行った。

#### ②形態形質

採集された標本及び国立科学博物館と琉球大学に収蔵されている他地域の共通・関連種における生殖器官を中心とした外部形態の調査を行った。

#### ③DNA解析

形態比較とあわせて客観的な系統データが得られる分子レベルでの解析も行った。本研究課題で採集できない他地域の共通・関連種は国立科学博物館収蔵の標本利用、多機関からの資料提供協力によって補った。

固有性調査、分類学的再検討の各調査に必要とする実験系はそれぞれが独立したものではなく、1つの実験系で可能な限り多くの知見が得られる能率的な実験になるように心がけて行った。

## 4. 研究成果

本研究課題で得られた特筆すべき研究成果等を下に示す。

### (1) 固有性調査を含む分類学的研究および系統地理学的研究

#### ①イトスナヅルとケスナヅル（クスノキ科）

沖縄群島小島嶼とオーストラリアに隔離分布すると考えられている寄生植物イトスナヅル *C. glabella* = *C. pergracilis*（絶滅危惧IA類）とケスナヅル *C. pubescens* = *C. filiformis* var. *duripraticola*（絶滅危惧II類）（図1）について、葉緑体DNA *trnK* intronの一部を用いた系統解析と詳細な形態観察をもとに隔離分布検証と分類の再検討を行った。



図1 イトスナヅル（左）とケスナヅル（右）

分子系統解析の結果（図2）、沖縄島およびその小島嶼産ケスナヅルはイトスナヅル (*C. filiformis*) のクレード内に位置し、オーストラリア産 *C. pubescens* とは別のクレードに位置した。

一方、伊是名島産イトスナヅルは1つのクレードにまとまったが、オーストラリア産 *C. glabella* とは別のクレードに位置した。

形態比較においても、沖縄群島伊是名島産イトスナヅルとオーストラリア産 *C. glabella*、そして沖縄群島産ケスナヅルとオーストラリア産 *C. pubescens* の間に花被片表面の毛

の有無など生殖器官の明瞭な外部形態的な違いが認められた。

これらの結果より、スナヅル属 2 種類においては沖縄群島小島嶼を中心とした琉球列島とオーストラリアの間の隔離分布は支持されなかった。分類学的には、ケスナヅルはスナヅルの異名、伊是名島産イトスナヅルは沖縄群島伊是名島の固有種 *C. pergracilis* であるとする分類見解が支持された。

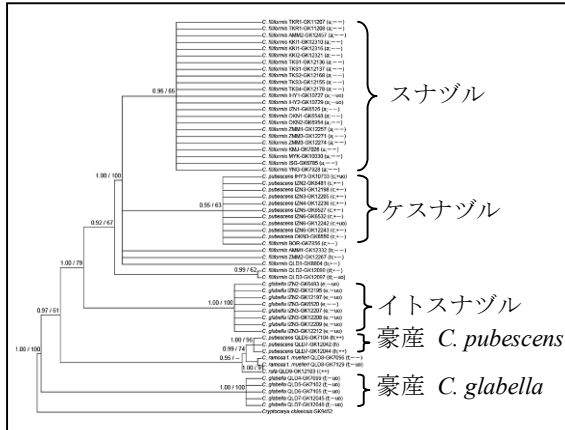


図 2. 日豪産スナヅルの系統関係

②マルバハタケムシロ (キキョウ科)

マルバハタケムシロ (*L. lochooensis*; 絶滅危惧IB類) は、沖縄群島小島嶼である久米島と沖縄島 (既に絶滅)、奄美大島に分布する琉球列島の固有種で、外部形態データから近縁種がオセアニアに隔離分布することがこれまでに示唆されてきた。その隔離分布を検証するため、葉緑体 *rbcL* 遺伝子を用いた分子系統解析を行った。



図 3 マルバハタケムシロの自生地 (左) と植物体 (右)

その結果、マルバハタケムシロはオセアニア固有の *Lobelia* 属 *Hypsela* 節種とともに 1 つのクレードを形成し (図 4)、他の台湾とマレーシア産の同節異種とは直接的な関係は認められなかった。これらの結果より、琉球列島とオセアニアの間の隔離分布が支持された。また、マルバハタケムシロはニュージーランド産よりもオーストラリア産により近縁であることから、オーストラリアから琉球列島への分散が示唆された。

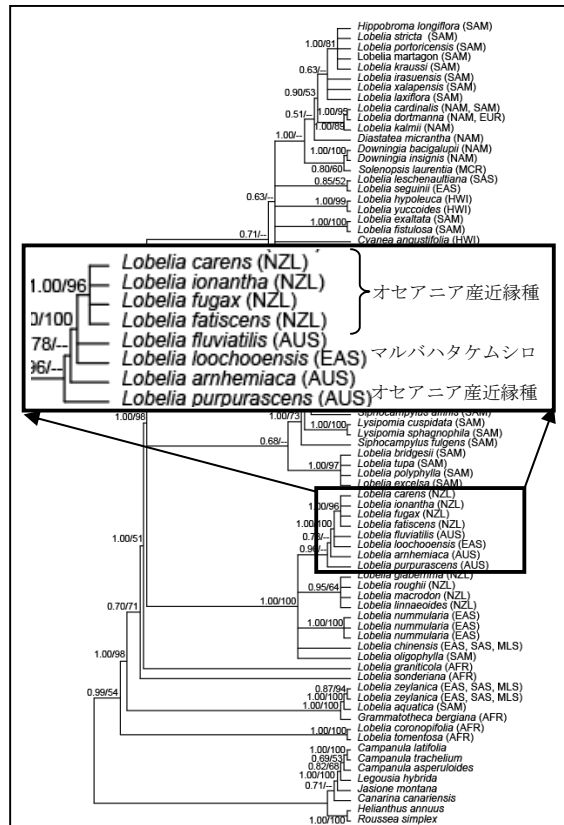


図 4 マルバハタケムシロと *Lobelia* 属種の系統関係

③ヤエザキヘツカリンドウ

伊平屋島のやや湿った林縁において、八重咲きのヘツカリンドウ (リンドウ科) を発見し (図 5)、外部形態を詳細に調査したところ、沖縄群島小島嶼の新固有品種と取り扱うことが妥当という結論に至り、ヤエザキヘツカリンドウ (*Swertia tashiroi* f. *plena*) として記載発表した。

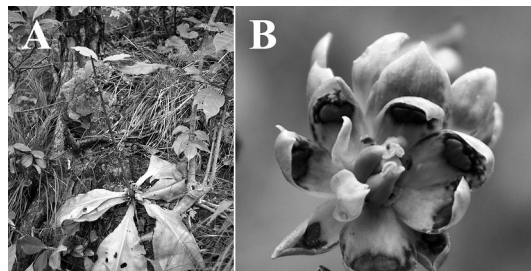


図 5 新固有品種ヤエザキヘツカリンドウ

③ヤエヤマスズコウジュ (シソ科)

ヤエヤマスズコウジュ (*Suzukia luchuensis*; 準絶滅危惧) は沖縄島、久米島、与那国島、そして台湾の緑島だけに分布が知られている。久米島ではこれまで 1 産地しか知られていなかったが、本研究課題において久米島における新たな 2 産地が発見された (図 6)。そのうち、1 つは既存の産地から 4 km 以上

離れており、今後、種内の遺伝子多様性を解析する予定である。これら新たな産地に関する詳細データは環境省および沖縄県レッドリストの関連組織に提供された。



図6 新記録産地のヤエヤマズコウジュ

## (2) 植物園における自生地外保

沖縄群島小島嶼産42種類を筑波実験植物園の絶滅危惧植物系統維持コレクションに追加した。これらは遺伝子資源として保管するだけでなく、研究サンプルとして使用し、常設植栽展示や生物多様性の発信を目的とした企画展に活用された(下記「アウトリーチ活動情報」参照)。さらに研究と危険分散系統維持を目的とし、増殖された個体を植物園などの他機関へ分譲した(50件)。



図7 絶滅危惧植物の園内展示(左)と企画展「絶滅危惧植物展」の様子(右)

## (3) 生物特性データベース構築

沖縄群島小島嶼において採集された標本360点において、標本データと画像データの入力を行い、国立科学博物館の標本・資料統合データベースにて一般公開した(<http://db.kahaku.go.jp/webmuseum/>)。絶滅危惧植物については、データベースの悪用を防ぐため、画像中の標本ラベルに記された詳細な産地情報にモザイクをかける処理をしている最中であり、それが終了次第、絶滅危惧種についての画像データも一般公開する予定である。

## (4) 国内外におけるインパクト

本研究課題から得られた固有性データ、分類データを台湾の新レッドリストを作成している台湾研究者に提供したところ大きな反響があり、台湾、そして中国、韓

国の関連研究者からも本研究課題に関する問い合わせを受けた。それがきっかけの一つとなり、國府方が主体となった東アジア(日本、ロシア東部、韓国、台湾、中国)のレッドリスト統合事業に関する国際共同研究チームが立ち上がった。以上より、本研究課題が東アジアの絶滅危惧植物保全に関する研究分野に与えたインパクトが大きかったことが窺える。

本研究課題の研究成果を展示資料の一部とした企画展を国立科学博物館で行ったところ、他の博物館等から企画展などの協力依頼を求められ、国内計6他機関において共催あるいは協力として関連する企画展等を行った。これらの協力依頼から、本研究課題が一般社会にも強く求められた内容であったことが窺われ、絶滅危惧種と生物多様性の社会発信に大きく貢献したと思われる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[発表論文] (計14件)

1. Kokubugata, G., Y. Hirayama, C-I Peng, M. Yokota & M. Möller, 2011. Phytogeographic aspects of *Lysionotus pauciflorus sensu lato* (Gesneriaceae) in the China, Japan and Taiwan regions: phylogenetic and morphological relationships and taxonomic consequences. *Plant Systematics and Evolution* 292: 177-188. 査読有.
2. Kokubugata, G., K. Nakamura, Y. Hirayama, C-I Peng & M. Yokota, 2011. Taxonomic Reconsideration and Phylogeographic Implication for *Nertera yamashitae* (Rubiaceae). *Bulletin National Museum of Nature and Science, Ser. B* 37: 9-22. 査読有.
3. Maki, M., G. Kokubugata & T. Yamashiro, 2010. Lack of allozyme diversity in populations of the endangered perennial *Senecio scandens* (Asteraceae) in Japan: comparison with a population in Taiwan. *The Journal of phytogeography and taxonomy* 58: 39-42. 査読有.
4. Kokubugata, G., M. Yokota & M. Kato, 2010. Note on the taxonomy, biogeography and conservation of endangered plant spices in the Ryukyus. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 40: 193-201. 査読有.
5. Pattamon, S., A. J. Lindstrom, G. Kokubugata, M. Chairasongsuk & M. Mingmuang, 2010. Phylogenetic Relationships Within Cycadaceae Inferred from Non-Coding

- Regions of Chloroplast DNA. *Kasetsart Journal (Nat. Sci.)* 44: 544-557. 査読有.
6. Nakamura, K., T. Denda, G. Kokubugata, R. Suwa, T.Y.A. Yang C.-I Peng & M. Yokota, 2010. Phylogeography of *Ophiorrhiza japonica* (Rubiaceae) in continental islands, the Ryukyu Archipelago, Japan. *Journal of Biogeography* 37: 1907-1918. 査読有.
  7. Kokubugata, G., K. Nakamura, W. Shinohara, Y. Saito, C.-I Peng & M. Yokota, 2010. Evidence of three parallel evolutions of leaf dwarfism and phytogeography in *Lysimachia* sect. *Nummularia* in Japan and Taiwan. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54: 657-663. 査読有.
  8. Iwashina, T., C.-I Peng & G. Kokubugata, 2010. Flavone O- and C-Glycosides from *Pothos chinensis* (Araceae). *Bulletin National Museum of Nature and Science*, Ser. B 36: 27-32. 査読有.
  9. Saito, Y., M. Yokota & G. Kokubugata, 2010. Comparison of ribosomal DNA distribution patterns on somatic Chromosomes between *Aster miyagii* and *Erigeron thunbergii* (Asteraceae). *Bulletin National Museum of Nature and Science*, Ser. B 36: 13-20. 査読有.
  10. Saito, Y., T. Iwashina, C.-I Peng & G. Kokubugata, 2009. Taxonomic reconsideration of *Disporum luzoniense* (Liliaceae s.l.) using flavonoid characters. *Blumea* 54: 59-62. 査読有.
  11. Murai, Y., G. Kokubugata, M. Yokota, J. Kitajima and T. Iwashina, 2008. Flavonoids and anthocyanins from six *Cassytha* taxa (Lauraceae) as taxonomic markers. *Biochemical Systematics and Ecology* 36: 745-748. 査読有.
  12. 中村剛, 國府方吾郎, 傳田哲郎, 横田昌嗣. 2008. 花冠裂片の変異に基づくヘツカリンドウの2品種. 植物地理・分類 56: 22-24. 査読有.
  13. Kokubugata, G., Y. Saito, M. Ogawa & M. Yokota, 2008. Ribosomal DNA distribution patterns on somatic chromosomes of diploid species in three sections in Genus *Aster* (Asteraceae). *Bulletin National Museum of Nature and Science*, Ser. B 34: 153-159. 査読有.
  14. Iwashina, T., Y. Saito, C.-I. Peng, M. Yokota & G. Kokubugata, 2008. Foliar flavonoids from two *Begonia* species in Japan. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science* 34: 175-181. 査読有.
- [学会発表] (計 13 件)
1. Kokubugata, G., Y. Hirayama, C.-I Peng, M. Yokota & M. Möller. Taxonomic reconsideration and phytogeographic relationships of *Lysionotus pauciflorus sensu lato* (Gesneriaceae) in Japan and Taiwan. World Gesneriad Research Conference 2010, Sarasota, abstract, pp. 18. 2010年10月13日.
  2. 國府方吾郎, 中村剛, Paul I. Forster, 平山裕美子, 横田昌嗣. スナヅル属 2 種の日豪隔離分布の検証と分類再検討. 日本植物学会第 74 大会, 春日井, 要旨集, pp. 185. 2010年9月10日.
  3. Kokubugata, G., M. Yokota, M. Kato. Endangered plant species in the Ryukyus and their taxonomic studies. East Asian Plant Diversity and Conservation 2010, Seoul National University, Seoul, abstract, pp. 24. 2010年8月21日.
  4. 國府方吾郎, 横田昌嗣, 加藤雅啓. 生物学的に日本の絶滅危惧植物を把握するー琉球列島を例にー. 植物地理・分類学会 2010 年大会, 金沢市, 要旨集, pp. 8. 2010年6月5日.
  5. 國府方吾郎, 中村剛, Paul I. Forster, 平山裕美子, 横田昌嗣. クスノキ科スナヅル属 2 種の隔離分布検証と分類学的再検討. 沖縄生物学会第 46 回大会, 名護, 要旨集, pp. 13. 2010年5月30日.
  6. 國府方吾郎, 中村剛, 平山裕美子, 横田昌嗣. 奄美大島固有種アマミアワゴケ (アカネ科) の分類学的再検討. 日本植物分類学会第 9 回大会, 刈谷市, 要旨集, pp. 51. 2010年3月27日.
  7. 中村剛, 國府方吾郎, 傳田鉄郎, 横田昌嗣. 琉球列島とオーストラリア東南部に隔離分布するコケタンポポ属 *Solenogyne* Cass. (キク科シオン連) の分子系統地理. 日本植物分類学会第 9 回大会, 刈谷市, 要旨集, pp. 26. 2010年3月26日.
  8. Nakamura, K., T. Denda, G. Kokubugata & M. Yokota. Floristic biogeography and phytogeography in the Ryukyus Archipelago, Japan. Symposium on East Asia Plant Diversity and Conservation 2009, Beijing, abstract, pp. 24. 2009年10月23日.
  9. Kokubugata, G., C.-I Peng, M. Yokota & M. Moeller. Taxonomy and phytogeographic relationships on *Lysionotus pauciflorus sensu lato* (Gesneriaceae) in the East Asia. Symposium on East Asia Plant Diversity and Conservation 2009, Beijing, abstract, pp. 20. 2009年10月22日.
  10. 國府方吾郎, M. Moeller, 彭鏡毅, 横田昌嗣. 東アジアの広義シシンラン (イワタバコ科) における植物地理学的研究. 日本植物学会第 73 回大会, 山形, 要旨集,

pp. 131. 2009年9月18日.

11. 國府方吾郎, 篠原涉, 齊藤由紀子, 彭鏡毅, 横田昌嗣. 奄美大島固有種ヒメヤマコナスビと矮小化した葉をもつ他日本・台湾産種との系統関係. 沖縄生物学会第46回大会, 名護, 要旨集, pp. 6. 2009年5月30日.
12. 國府方吾郎, 篠原涉, 齊藤由紀子, 彭鏡毅, 横田昌嗣. 日本および台日本および台湾産オカトラノオ属コナスビ節の系統. 日本植物分類学会第8回大会, 仙台, 要旨集, pp. 41. 2009年3月14日.
13. 國府方吾郎, 彭鏡毅, 小林史郎, 横田昌嗣. 奄美大島固有種ヒメヤマコナスビにおける分化過程. 日本植物学会第72回大会, 高知, 要旨集, pp. 177. 2008年9月27日.

[図書] (計1件)

加藤雅啓・海老原淳編 (國府方吾郎, 他 21名分担執筆), 2010. 日本の固有植物. 東海出版社, p. 503.

[その他1] 啓蒙書等

1. 國府方吾郎, 2011. 植物多様性を「知る」・「守る」・「伝える」 その4 生物多様性を「伝える」. 茨城県植物園だより 冬号: 2-3.
2. 國府方吾郎, 2010. 植物多様性を「知る」・「守る」・「伝える」 その3 生物多様性を「知る」. 茨城県植物園だより 冬号: 2-3.
3. 國府方吾郎, 2010. 植物多様性を「知る」・「守る」・「伝える」 その2 生物多様性を「知る」. 茨城県植物園だより 秋号: 2-3.
4. 國府方吾郎, 2010. 植物多様性を「知る」・「守る」・「伝える」 その1 生物多様性とは. 茨城県植物園だより 夏号: 2-3.
5. 國府方吾郎, 2009. 国立科学博物館の窓 (112) 企画展 筑波実験植物園「絶滅危惧植物展」. 文芸広場10月号: 20-23.
6. 國府方吾郎, 2009. 国立科学博物館の窓 企画展「琉球の植物」. 文芸広場4月号: 24-26.

[その他2] アウトリーチ活動情報

1. 松江市「環境フェスティバル」  
団体名: 松江市・まつえ環境市民会議  
期間: 2010年10月9日  
場所: くにびきメッセ大展示場  
※国立科学博物館 協力として
2. 企画展「絶滅危惧植物展」(講演を含む)  
期間: 2010年10月2日~10月5日  
場所: 国立科学博物館筑波実験植物園
3. 科博コラボ・ミュージアム in おきなわ

「おきなわの絶滅危惧植物展」  
(講演を含む)

団体名: 国営沖縄記念公園

期間: 2010年8月6日~8月22日

場所: 熱帯・亜熱帯都市緑化植物園

※国立科学博物館 共催として

4. 展示会「消えゆく植物たち」(講演を含む)  
団体名: 群馬フラワーパーク  
期間: 2010年4月27日~5月23日  
場所: 群馬フラワーパーク  
※国立科学博物館 協力として
5. フラワードーム 2010—あいち花フェスタ・名古屋国際蘭展企画展示「生物多様性と絶滅危惧植物」  
団体名: フラワードーム実行委員会  
期間: 2010年2010年3月12日~17日  
場所: ナゴヤドーム  
※国立科学博物館 協力として
6. 科博コラボ・ミュージアム in 茨城「いばらきの希少植物展」(講演を含む)  
機関名: 茨城県立茨城植物園  
期間: 2010年2月13日~2月28日  
場所: 茨城県植物園  
※国立科学博物館 共催として
7. 科博コラボ・ミュージアム in 名古屋「絶滅危惧植物展」(講演を含む)  
機関名: 名古屋市立東山植物園  
期間: 2009年9月1日~9月13日  
場所: 名古屋市立東山植物園  
※国立科学博物館 共催として
8. 企画展「琉球の植物」(国立科学博物館)  
期間: 2009年5月24日~6月7日  
場所: 筑波実験植物園
9. 企画展「絶滅危惧植物展」  
期間: 2009年10月3日~10月12日  
場所: 国立科学博物館筑波実験植物園
10. 企画展「琉球の植物」  
期間: 2008年3月24日~5月17日  
場所: 国立科学博物館上野本館

6. 研究組織

(1)研究代表者

國府方 吾郎 (Goro Kokubugata)

国立科学博物館・植物研究部・研究主幹

研究者番号: 40300686

(2)研究分担者 該当なし

( )

研究者番号:

(3)連携研究者

横田 昌嗣 (Masatsugu Yokota)

琉球大学・理学部・海洋自然科学科・教授

研究者番号: 90166885

(3)研究協力者

齊藤 由紀子 (Yukiko Saito)  
東京農工大学大学院・連合農学研究科・大  
学院生