

平成 年度科学研究費補助金研究成果報告書概要

1. 機関番号

1	2	7	0	2
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 総合研究大学院大学葉山高等研究センター
3. 研究種目名 基盤C 4. 研究期間 平成18年度～平成19年度
5. 課題番号

1	8	5	7	0	0	2	4
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 軍拡競走の共進化ダイナミクス：理論と検証

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
9 0 2 1 1 9 3 7	ササキ アキラ 佐々木 顕	総合研究大学院大学・葉山高等 研究センター	教授

8. 研究分担者(所属機関名は、研究代表者の所属機関と異なる場合に記入すること)

研究者番号	研究分担者名	所属機関名・部局名	職名
.....	フリガナ		
.....	フリガナ		
.....	フリガナ		
.....	フリガナ		
.....	フリガナ		

9. 研究成果の概要(当該研究期間のまとめ、600字～800字、図、グラフ等は記載しないこと)

下欄には、当該研究期間内に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

相互作用する2種の共進化と軍拡競走を具体的な進化ダイナミクスとしての理論化し、進化動態の帰結の実証データを用いて検証することを試みた。まず、日本各地のヤブツバキとその種子捕食者であるツバキシギゾウムシの共進化を示すデータをもとに、ツバキの果皮厚とゾウムシの口吻長という防御(果皮厚)・攻撃形質(口吻長)の進化的エスカレーションを量的形質の共進化モデルとして定式化し、進化動態を解析した。南方集団ほど口吻長と果皮厚ともに増大するという観測された相関する地理的なクラインが、低緯度と高緯度地域の植物の生産力の差で説明できること、防御・攻撃形質の共進化的に安定な平衡状態における形質値が、実測されたように直線上に乗ることを理論的に明らかにした。また形質値の直線関係の傾きから、口吻長増大によるコストが非線形的でなければならないこと、さらに高緯度地域ほど平衡状態でゾウムシ優位になる(平均穿孔成功確率が大きくなる)ことも理論的に予測し、理論とデータとの高い整合性を得た。一方、資源競争による形質の分化と種分化の理論研究については、進化ゲーム理論由来の進化的安定性概念を進化ダイナミクスに拡張した adaptive dynamics のアプローチと、量的形質遺伝学理論の統合を試み、oligomorphic dynamics という全く新しい理論体系を提唱した。この理論により、頻度依存分断淘汰のもとの形質分岐のプロセスが形質値の集団平均と遺伝分散の動態の枠組みに組み込まれ、突然変異、組み換え、ランダムドリフト等が種分化に与える影響を初めて理論的に解析することが可能になった。

10. キーワード

- (1) 共進化 (2) 種分化 (3) 軍拡競争
- (4) 抵抗性 (5) 地理的クライン (6) ニッチ分割
- (7) adaptive dynamics (8) 量的形質遺伝学 (裏面に続く)

11. 研究発表(印刷中も含む。)

〔雑誌論文〕 計 (13) 件

著者名	論文標題			
Adams, B and Sasaki, A.	Cross-immunity, invasion and coexistence of pathogen strains in epidemiological models with one-dimensional antigenic space.			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Mathematical Biosciences	有	210	2007	680-699

著者名	論文標題			
Yahara K, Horie R, Kobayashi I, Sasaki A	Evolution of DNA double-strand break repair by gene conversion: coevolution between a phage and a restriction-modification system.			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Genetics	有	176	2007	513-526

著者名	論文標題			
Kamo M, Sasaki A, Boots M	The role of trade-off shapes in the evolution of virulence in spatial host-parasite interactions: An approximate analytical approach.			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Journal of Theoretical Biology	有	244	2007	588-596

著者名	論文標題			
佐々木頭, 東樹宏和, 井磧直行	ヤブツバキとシギゾウムシの軍拡競走			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
日本生態学会誌	有	56	2007	174-182

著者名	論文標題			
Ohtsuki A, Sasaki A	Epidemiology and disease-control under gene-for-gene plant-pathogen interaction			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Journal of Theoretical Biology	有	238	2006	780-794

著者名	論文標題			
Krakauer D, Sasaki A	The greater than two-fold cost of integration for retroviruses			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Proceedings of the Royal Society of London, Ser. B	有	273	2006	1159-1163

著者名	論文標題			
Andreasen V, Sasaki A	Shaping the phylogenetic tree of influenza by cross-immunity			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Theoretical Population Biology	有	70	2006	164-173

著者名	論文標題			
Nakabayashi J, Sasaki A	A mathematical model for apoptosome assembly: The optimal cytochrome c/Apaf-1 ratio			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁

Journal of Theoretical Biology	有	242	2 0 0 6	280-287
--------------------------------	---	-----	---------	---------

著者名	論文標題			
Kawaguchi I, Sasaki A	The wave speed of intergradation zone in two-species lattice Müllerian mimicry model			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Journal of Theoretical Biology	有	243	2 0 0 6	594-603

著者名	論文標題			
佐々木 顕	軍拡競走：理論と検証企画趣旨			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
日本生態学会誌	有	56	2 0 0 6	44-45

著者名	論文標題			
佐々木 顕	寄主抵抗性と寄生者ビルレンスの共進化モデル：量的形質共進化と個体群動態の結合			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
日本生態学会誌	有	56	2 0 0 6	53-62

著者名	論文標題			
佐々木 顕	軍拡競走の実証にむけて：3つのケーススタディ			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
日本生態学会誌	有	56	2 0 0 6	73-77

著者名	論文標題			
佐々木 顕	毒性の進化と「小さな世界」．ネットワーク科学最前線第6回．			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
数理科学	無	525	2 0 0 7	78-83

【学会発表】計(17)件 招待講演・基調講演のみ

発表者名	発表標題		
Akira Sasaki	Oligomorphic dynamics for analyzing the quantitative genetics of adaptive speciation.		
学会等名	発表年月日	発表場所	
IIASA, EEP Guest Seminar	May 29, 2008	International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria	

発表者名	発表標題		
佐々木 顕	塩基配列レベルのホスト・パラサイト共進化		
学会等名	発表年月日	発表場所	
21世紀COEプログラム公開シンポジウム「言語から読み解くゲノムと生命プログラム」	2008年4月20日	千里ライフサイエンスセンタービル，大阪	

発表者名	発表標題		
Akira Sasaki	Punctuated Evolution of Influenza A: Immune-Driven		

	Phylogenetics	
学会等名	発表年月日	発表場所
The Third Yamada Symposium (YS3), From Chaos to Cosmos: Integration in Biological Systems	November 21, 2007	Shonan Village Center, Hayama, Japan

発表者名	発表標 題	
佐々木 顕	「協力が進化するしくみ」-ダーウインを悩ました難問をゲーム理論 で解く	
学会等名	発表年月日	発表場所
先導科学研究科学術講演会 (第10回)	2007年11月3日	総合研究大学院大学・葉 山高等研究センター

発表者名	発表標 題	
佐々木 顕	「種分化過程をどう集団遺伝学にモデル化するか(できるか)」	
学会等名	発表年月日	発表場所
京都大学数理解析研究所研究集会「生物数学の 理論とその応用」, ミニシンポジウム「進化動態 の数理」	2007年10月31日	京都大学数理解析研究所 , 京都

発表者名	発表標 題	
Akira Sasaki	Spatio-temporal synchronization/desynchronization in epidemiology and host-parasite coevolutionary dynamics	
学会等名	発表年月日	発表場所
第23回個体群生態学会シンポジウム Spatial structure and dynamics of ecological system, Session II : Spatial population synchrony	October 21, 2007	Sapporo, Japan

発表者名	発表標 題	
Akira Sasaki	Host parasite coevolution: Theories and facts	
学会等名	発表年月日	発表場所
Ewha-Sokendai Joint Lecture Series in Evolutionary Studies	October 5, 2007	Soel, Korea

発表者名	発表標 題	
Akira Sasaki	Arms race of host and parasite: Coevolutionary cycles, unilateral disarmaments, and the correlated geographical clines in resistances and countermeasures	
学会等名	発表年月日	発表場所
Plenary talk. Joint Annual Meetings of the Society for Mathematical Biology and the Japanese Society for Mathematical Biology. San Jose, California	August 1	San Jose, California, USA

発表者名	発表標 題	
Akira Sasaki	Species packing and sympatric speciation	
学会等名	発表年月日	発表場所
Special Zoology/Evolutionary Ecology Seminar, University of Hawaii	April 5, 2007	Honolulu, Hawaii, USA

発表者名	発表標 題	
Akira Sasaki	Evolution of virulence over space: a spatially explicit epidemiological model	
学会等名	発表年月日	発表場所

Department of Mathematics Seminar. University of Hawaii	April 3, 2007	University of Hawaii, Hawaii. USA
--	---------------	--------------------------------------

発表者名	発表標 題	
Akira Sasaki	Oligomorphic dynamics for analyzing the quantitative genetics of adaptive speciation	
学会等名	発表年月日	発表場所
WWTF-ESI Workshop: Causes of Ecological and Genetic Diversity, The Erwin Schrodinger International Institute for Mathematical Physics	December 14, 2006	Vienna, Austria

発表者名	発表標 題	
Akira Sasaki	Evolutionary shift in pathogen virulence in structured host populations	
学会等名	発表年月日	発表場所
University of Vienna Biomathematics Seminar. Department of Mathematics, University of Vienna	November 20	Vienna, Austria

発表者名	発表標 題	
佐々木 顕	「宿主抵抗性と病原体ビルレンスの共進化」	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本育種学会第110回講演会シンポジウムII：植物と寄生者との相互作用 -- 理論と機能から育種学へ	2006年9月22日	愛媛大学，松山

発表者名	発表標 題	
佐々木 顕	「制限酵素の認識配列を介する敵対的共進化とゲノム進化」	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本進化学会2006年大会シンポジウム4：システムとしての生命・遺伝・進化	2006年8月	国立オリンピック記念青少年総合センター，東京

発表者名	発表標 題	
佐々木 顕	「宿主と病原体の共進化」	
学会等名	発表年月日	発表場所
バイオインフォマティクス夏の学校2006講義8	2006年8月22日	コープイン京都，京都

発表者名	発表標 題	
井 磧 直行・ 佐々木 顕	ゾウムシとツバキの軍拡共進化：非線形コストとクラインモデルとデータのギャップを埋める」	
学会等名	発表年月日	発表場所
53回日本生態学会大会・公募シンポジウム4：生態学における理論研究と実証研究の連係	2006年3月25日	朱鷺メッセ，新潟

〔図 書〕 計 (6) 件

著者名	出版社		
佐々木 顕	培風館		
書名	発行年	総ページ数	
病原体の進化と疫学動態．『感染症の数理モデル』	2008	印刷中	

著者名	出版社
-----	-----

佐々木頭	丸善		
	書名	発行年	総ページ数
	宿主と病原体の共進化. 『数理科学事典 第2版』	2008	印刷中

著者名	出版社		
佐々木頭	サイエンス社		
	書名	発行年	総ページ数
	毒性の進化と「小さな世界」. 臨時別冊・数理科学2008年7月号SGCライブラリー65『ネットワーク科学最前線』青山秀明・相馬亘・藤原義久 共編著.	2008	印刷中

著者名	出版社		
佐々木頭	岩波書店		
	書名	発行年	総ページ数
	共進化・シリーズ進化学(6) 『生態・行動の進化学』	2006	181-227

著者名	出版社		
佐々木頭	共立出版		
	書名	発行年	総ページ数
	進化の数理モデル. 『バイオインフォマティクス事典』 日本バイオインフォマティクス学会編	2006	

著者名	出版社		
Boots M, Kamo M, Sasaki A	American Mathematical Society		
	書名	発行年	総ページ数
	The implications of spatial structure within populations to the evolution of parasites, In Disease evolution: Models, concepts, and data analyses, Z. Feng, U. Dieckmann and S. Levin (ed), pp. 3-22, DIMACS: Series in Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science	2006	3-22

12. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別

13. 備考

※ 研究者又は所属研究機関が作成した研究内容又は研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載すること。

--