

研究プロジェクト「宇宙における生命の総合的考察とその研究戦略」

Research Project: Life in the Universe: Systematic investigations and research strategy

実施期間： 2009～2011 年度（第 2 年次）

Term of the Project: 2009-2011 fiscal years (2nd year)

研究代表者： 海部 宣男 放送大学大学院文化科学研究科教授／国立天文台名誉教授

Project Leader: Dr. Norio KAIFU, Project Representative on the IIAS Planning Board;

Professor, The Open University of Japan;

Professor Emeritus, National Astronomical Observatory of Japan

研究目的：

① 背景：

宇宙における生命の発生と存在についての、新しい科学の流れが生まれようとしている。地球生命の起源と進化の探求、無人探査機による太陽系諸惑星と衛星の探査、そして太陽系外の恒星をめぐる無数の惑星系の発見という 3 つの分野における研究が、めざましく前進したことによるものであって、今後、実験・観測・探査の更なる進展と結びついて思いがけない展開を迎える可能性も増大している

② 必要性：

宇宙における生命の研究は欧米諸国では既に本格化しはじめている。宇宙における生命の研究は、ひいては地球上の生命を位置づけなおすものでもあり、21 世紀の新しい総合的科学的分野として、長期的に発展させていかねばならない。研究組織の縦割りが顕著で分野を越える研究が不得手な日本において、国際高等研のシステムはこの新たな分野の戦略を探る上で適切である。

③ 方針：

本研究プロジェクトは、太陽系内および太陽系外惑星系における生命のさまざまな可能性を、生物学、地球惑星科学、天文学など関連する諸分野の第一線の研究者による広く深い討議で探りながら、分野を超える総合的な議論を進めて、今後の具体的な探求戦略を検討する。年に 2 回の研究会で毎回課題を深めながら適宜専門家も招聘する。また、遅れている日本の宇宙生命研究を大学や研究機関において推進し、国際的にも発信してゆく体制の強化を図る。

Objectives:

A new field of science, the research of life in the universe, is coming into the world. This has come to be possible based on the remarkable progress in researches of origin of terrestrial life, successful explorations of planets and satellites achieved by many space probes, and the continuing discoveries of numbers of exo-solar planets. Research of life in the universe had already started in several countries and will grow to be one of comprehensive and leading fields of science in the 21 century.

This project aims to study various possibilities of life on the solar system planets/satellites and on exo-solar planets through wide and deep discussions by leading scientists of related research fields; biology, geophysics, astronomy, etc. We aim to find research strategies as well as to promote researches of this new exciting field in universities and research institutes in Japan.

キーワード：宇宙の生命、生命の起源、太陽系の惑星と衛星、太陽系外惑星、研究戦略

Key Word: Life in the universe, origin of life, planets and satellites of the solar system, exo-solar planets, research strategy

参加研究者リスト： 21名（◎研究代表者、*コアメンバー、※幹事）

氏名	職名等
◎海部 宣男	放送大学大学院文化科学研究科教授／国立天文台名誉教授（電波・赤外線天文学）
*星 元紀	国際高等研究所フェロー／放送大学教養学部教授／東京工業大学名誉教授（発生生物学）
*大島 泰郎	共和化工株式会社環境微生物学研究所所長（生命の起源論）
*丸山 茂徳	東京工業大学大学院理工学研究科教授（地球史）
*柴田 一成	京都大学大学院理学研究科附属天文台教授・台長（太陽・宇宙物理学）
*長沼 毅	広島大学大学院生物圏科学研究科准教授（極限環境生物学）
*小林 憲正	横浜国立大学大学院工学研究院教授（分析化学・宇宙生物学）
※井田 茂	東京工業大学大学院理工学研究科教授（固体惑星科学）
※大石 雅寿	自然科学研究機構国立天文台天文データセンター准教授（電波天文学）
磯崎 行雄	東京大学大学院総合文化研究科教授（地球史・生命史）
阿部 豊	東京大学大学院理学系研究科准教授（惑星システム物理学）
草野 完也	名古屋大学太陽地球環境研究所教授（2010年度より参加）
佐々木 晶	自然科学研究機構国立天文台 RISE 月探査プロジェクト教授（固体惑星科学）
芝井 広	大阪大学大学院理学研究科教授（赤外線天文学）
須藤 靖	東京大学大学院理学系研究科教授（宇宙論）
竹本 修三	国際高等研究所招へい研究員／京都大学名誉教授（固体地球物理学・測地学）
田近 英一	東京大学大学院理学系研究科准教授（2010年度より参加）
田村 元秀	自然科学研究機構国立天文台太陽系外惑星探査プロジェクト室准教授（太陽系外惑星）
平林 久	中国科学院上海天文台外国人客員教授
牧島 一夫	東京大学大学院理学系研究科教授／理化学研究所主任研究員（宇宙物理学）
山岸 明彦	東京薬科大学生命科学部教授（分子生命科学）

2010年度研究活動予定：

①研究会開催予定：

第1回： 2010年6月11日～13日（於：高等研）

第2回： 2010年11月～12月 2泊3日（於 高等研）

②話題提供予定者：

第1回： 国内 4～6名、国外 0～2名

第2回： 国内 4～6名、国外 0～2名

研究活動実績：

2009年度：

2回の研究会を行い、それぞれに極めて活発・有効であった。

第一回研究会： 2009年7月17日～19日 於 国際高等研（プログラムを添付）

第一回として、各分野における宇宙の生命研究にかかわる包括まとめと問題提起、議論を行った。

非常に広い分野にまたがるテーマであることから、まずは相互理解を中心に据え、十分時間をとって議論を行った。それを踏まえ、第二回研究会で検討すべき課題を挙げ、設定する大テーマごとにオーガナイザーを指名して第二回の準備を進めることとした。

第二回研究会： 2009年12月18日～20日 於 国際高等研（プログラムを添付）

「生命とはなにか」、「ハビタブル惑星」、「地球生命史から生命進化の条件を探る」、「地球生命史と人類の役割」の4テーマについて、外部からの専門家も招いて、生命倫理まで含む報告と議論を行った。

さらに総合討論では次回研究会に向けての課題を以下のように絞り込み、オーガナイザーを決めた。

1. スーパー・アース：生命の場としての可能性、 2. 天文観測で何を見るか、 3. 生命と磁場、フレア、宇宙線、太陽風、 4. 海と生命、 5. 地球の生命進化研究、宇宙の生命観測を進める技術的発展の展望、 6. 人間・文明

また、総合的ロードマップに向けた戦略検討をスタートさせる。

話題提供者：5名

浅野 茂隆	早稲田大学大学院理工学研究科特任教授
上野 雄一郎	東京工業大学グローバルエッジ研究院テニユア・トラック助教
草野 完也	名古屋大学太陽地球環境研究所教授
田近 英一	東京大学大学院理学系研究科准教授
馬場 悠男	国立科学博物館人類研究部名誉研究員

Achievement:

2009 fiscal year:

We organized two workshops in the first year as planned, and achieved considerable progress.

1st workshop: 17-19 July, 2009 at Nara: Main target of the first WS was to get high-level mutual understanding of cutting-edge status of related scientific fields and their consideration on the possible life on various terrestrial bodies. Attendants were 20 from astronomy, physics, biology, biochemistry and earth science. 19 talks were given by attendants. We discussed and identified several important subjects we should discuss in the 2nd workshop.

2nd workshop: 18-20 December, 2009 at Nara: Main subjects discussed were; 1. Definition of Life, 2. Habitable Planets, 3. Conditions for the Evolution of Life learned from the History of Life on the Earth, 4. Role of Human Being in the History of Life on the Earth. Very fruitful discussion followed above 18 talks, and we decided the 3rd WS schedule and main subjects with organizers.

As a whole the projects started successfully.

報告書の出版：

2012年7月出版予定

担当：志村副所長

国際高等研究所
研究プロジェクト「宇宙における生命の総合的考察とその研究戦略」
2009年度第1回研究会 プログラム

開催日時：2009年 7月17日（金） 13：00～22：00
7月18日（土） 9：30～22：00
7月19日（日） 9：00～15：00

開催場所：国際高等研究所セミナー1（1F）
けいはんなプラザ会議室「ボルガ A」（5F）
619-0237 京都府相楽郡精華町光台1丁目7番地

研究代表者：海部 宣男 放送大学大学院文化科学研究科教授
担当所長・副所長：志村 令郎 学術参与

出席者：（19人）

研究代表者	海部 宣男	放送大学大学院文化科学研究科教授
参加研究者 （18人）	阿部 豊	東京大学大学院理学系研究科准教授
	磯崎 行雄	東京大学大学院総合文化研究科教授
	井田 茂	東京工業大学大学院理工学研究科教授
	大石 雅寿	自然科学研究機構国立天文台天文データセンター准教授
	大島 泰郎	共和化工株式会社環境微生物学研究所所長
	小林 憲正	横浜国立大学大学院工学研究院教授
	佐々木 晶	自然科学研究機構国立天文台 RISE 月探査プロジェクト教授
	芝井 広	大阪大学大学院理学研究科教授
	柴田 一成	京都大学大学院理学研究科附属天文台天文台台長・教授
	須藤 靖	東京大学大学院理学系研究科教授
	田村 元秀	自然科学研究機構国立天文台 太陽系外惑星探査プロジェクト室准教授
	長沼 毅	広島大学大学院生物圏科学研究科准教授
	平林 久	宇宙航空研究開発機構名誉教授
	星 元紀	国際高等研究所フェロー／放送大学教養学部教授
	牧島 一夫	東京大学大学院理学系研究科教授
	丸山 茂徳	東京工業大学大学院理工学研究科教授
	山岸 明彦	東京薬科大学生命科学部 教授
	竹本 修三	国際高等研究所フェロー／京都大学名誉教授

プログラム テーマ： 宇宙における生命の研究：レビューと展望

7月17日（金）

- 13：00 開会、自己紹介、進め方の議論、プログラムの調整（進行：海部宣男）
- 14：00 生命とは何か？（大島泰郎）
- 15：00 ブレーク
- 15：30 宇宙の大型有機分子（大石雅寿）
- 16：30～17：30 地球上の生命の起源（山岸明彦）

- 19：30 地球生物の環境戦略（長期環境変動をどう生き延びたか：丸山茂徳）
- 20：30 火星環境と宇宙生命（佐々木晶）
- 21：30～22：00 自由討論（進行：海部宣男）

7月18日（土）

- 9：30 「地球型」生物とはなにか（星 元紀）
- 10：30 エウロパの環境と可能な生物（氷の下の深海生命は可能か：長沼毅）
- 11：30 タイタンの環境と生物（複雑有機物 tholins と生命の起源：小林憲正）
- 12：30 昼食
- 13：30 系外地球型惑星の形成と生命居住可能性（井田茂）
- 14：30 自由討論（太陽系における生命を中心に：進行：大島泰郎）
- 15：00 ブレーク
- 15：30 太陽系外惑星と生命環境（生物に適した環境の確率：阿部豊）
- 16：30～17：30 太陽系外惑星の生命探査の展望（田村元秀）

- 19：30 宇宙文明の探査（現実的な宇宙文明の探査はあり得るか：海部宣男）
「巨大隕石衝突」ではない大量絶滅と宇宙との関わり
（超大陸分裂と大量絶滅をひきおこしたスーパープルームの痕跡：磯崎行雄）
第二の地球の観測（須藤靖）
- 21：00～22：00 自由討論

7月19日（日）

- 9：00 Japan Astrobiology Network について（大石雅寿）
- 10：00 大学等での宇宙生物学研究の推進（それぞれの戦略を含めて）
京都大学における宇宙生物学研究の推進とその戦略（柴田一成）
大阪大学は「宇宙生命学」について何をしたいのか？（芝井広）
宇宙生物学研究の推進：東大の場合（須藤靖）
理化学研究所での宇宙生物学（牧島一夫）
- 12：00 昼食
- 13：00～15：00 全体討論（進行：海部宣男）
 - 1. 今後の宇宙生物学研究の目標と戦略
課題提案（丸山茂徳）
 - 2. 本研究の目標と推進戦略
 - 3. 次回の研究会：課題、日程、体制等

国際高等研究所
研究プロジェクト「宇宙における生命の総合的考察とその研究戦略」
2009年度第2回研究会 プログラム

開催日時：2009年 12月18日（金） 13：00～22：00
12月19日（土） 9：00～22：30
12月20日（日） 9：00～15：00

開催場所：国際高等研究所 216号室（2F）
けいはんなプラザ会議室「ボルガA」（5F）
619-0237 京都府相楽郡精華町光台1丁目7番地

研究代表者：海部 宣男 放送大学大学院文化科学研究科教授
担当所長・副所長：志村 令郎 学術参与

出席者：（22人）

研究代表者	海部 宣男	放送大学大学院文化科学研究科教授
参加研究者 （16人）	磯崎 行雄	東京大学大学院総合文化研究科教授
	井田 茂	東京工業大学大学院理工学研究科教授
	大石 雅寿	自然科学研究機構国立天文台天文データセンター准教授
	大島 泰郎	共和化工株式会社環境微生物学研究所所長
	小林 憲正	横浜国立大学大学院工学研究院教授
	佐々木 晶	自然科学研究機構国立天文台 RISE 月探査プロジェクト教授
	芝井 広	大阪大学大学院理学研究科教授
	柴田 一成	京都大学大学院理学研究科附属天文台天文台台長・教授
	須藤 靖	東京大学大学院理学系研究科教授
	竹本 修三	国際高等研究所フェロー／京都大学名誉教授
	田村 元秀	自然科学研究機構国立天文台 太陽系外惑星探査プロジェクト室准教授
	長沼 毅	広島大学大学院生物圏科学研究科准教授
	平林 久	宇宙航空研究開発機構名誉教授
	星 元紀	国際高等研究所フェロー／放送大学教養学部教授
	丸山 茂徳	東京工業大学大学院理工学研究科教授
	山岸 明彦	東京薬科大学生命科学部教授

話題提供者 （ゲストスピーカー） （5人）	浅野 茂隆	早稲田大学大学院理工学研究科特任教授
	上野 雄一郎	東京工業大学グローバルエッジ研究院テニユア・トラック助教
	草野 完也	名古屋大学太陽地球環境研究所教授
	田近 英一	東京大学大学院理学系研究科准教授
	馬場 悠男	国立科学博物館人類研究部名誉研究員

プログラム

12月18日(金)

13:00 開会と挨拶、事務連絡：海部宣男

セッション1.【生命とは何か】 オーガナイザ・進行：山岸明彦

13:10 セッション1のねらい：山岸明彦

13:20 生命の定義の歴史：大島泰郎

13:50 初期進化との関連：山岸明彦

どの段階を生命(生物)誕生とするか。ダーウィン型進化とは。

14:20 休憩

14:50 総合討論1：司会(星元紀)

パネラー(大島、山岸)＋参加者

：今後の課題として残った点を議論・整理する。例えば

1) 生命の定義はあるか

2) あるとすれば何か

3) 以下の項目は定義にいれるか

境界、エネルギー代謝、複製、進化

15:20 エネルギー的な考察：長沼毅

熱力学の立場から(酸化還元電位との関連)

15:50 生命探査法の歴史：長沼毅

「生命の検出法」として、バイキング計画など過去のNASAの実験で
どんな検出法が採用されてきたか(搭載制限から不採用も含め)を例示。

16:30~17:00 総合討論2：司会(星元紀)

パネラー(大島、長沼、山岸)＋参加者

：今後の課題として残った点を議論・整理する。例えば

3) 以下の項目は定義にいれるか

境界、エネルギー代謝、複製、進化

4) 以下の物は生命と考えるか

ウイルス、原始スープの池、プロティノイド・ミクロスフェア、地球

5) 他の天体の生物をどう検出するか

サンプルリターン、現場、遠隔(遠隔は次回以降でも良いかも)

セッション2.【ハビタブル惑星】 オーガナイザ・進行：井田茂

19:00 セッション2のねらい：井田茂

19:10 ウォーター・プラネット、オーシャン・プラネット、スノーボール・プラネット
：田近英一

20:00 バイオマーカーの観測1. 大気組成：田村元秀

20:50 バイオマーカーの観測2. 大陸、海洋、雲、植物の観測：須藤靖

21:40~22:30 ディスカッション

12月19日(土)

セッション3.【地球生命史から生命進化の条件を探る】+【ハビタブル惑星(続)】

オーガナイザ・進行：丸山茂徳

- 9:00 セッション3のねらい：丸山茂徳
- 9:10 地球生命史概観：上野雄一郎
- 10:15 大量絶滅と生命進化；宇宙とのかかわり：磯崎行雄
- 11:20 ディスカッション
- 12:00 昼食
- 13:00 表層環境と固体地球の進化：上野雄一郎
- 14:05 紫外線・X線・フレア・星風と惑星表面への影響：柴田一成
- 15:10 潮汐：自転・公転ロッキング、加熱：井田茂
- 15:50 休憩
- 16:10~17:00 ディスカッション

- 19:00 天の川銀河の星生成率と宇宙線フラックスの変遷：芝井宏
- 19:30 宇宙線と雲形成：草野完也
- 20:20 動物誕生までに要した環境変化を決めた要素の整理：丸山茂徳
- 21:00~22:00 討論

12月20日(日)

セッション4.【地球生命史と人類の役割】 オーガナイザ・進行：星元紀

- 9:00 セッション4のねらい：星元紀
- 9:10 ヒトが来た道：馬場悠男
- 10:20 生命倫理をめぐって：浅野茂隆
- 11:30 "*Homo urbanus*"のいま：星元紀
- 12:10 ディスカッション
- 12:30 昼食
- 全体討論** 進行：海部宣男
- 13:30~15:00 ディスカッション
アクションアイテム
次回の研究会：組織と日程

国際高等研究所
研究プロジェクト「宇宙における生命の総合的考察とその研究戦略」
2010年度第1回研究会（通算第3回） プログラム

開催日時：2010年 6月11日（金） 13：00～22：00
6月12日（土） 9：00～21：30
6月13日（日） 9：00～15：00

開催場所：国際高等研究所セミナー1（1F）
けいはんなプラザ会議室「黄河」（5F）
619-0237 京都府相楽郡精華町光台1丁目7番地

研究代表者：海部 宣男 放送大学大学院文化科学研究科教授
担当所長・副所長：志村 令郎 副所長

出席者：（30人）

研究代表者	海部 宣男	放送大学大学院文化科学研究科教授
参加研究者 （18人）	阿部 豊	東京大学大学院理学系研究科准教授
	磯崎 行雄	東京大学大学院総合文化研究科教授
	井田 茂	東京工業大学大学院理工学研究科教授
	大石 雅寿	自然科学研究機構国立天文台天文データセンター准教授
	大島 泰郎	共和化工株式会社環境微生物学研究所所長
	草野 完也	名古屋大学太陽地球環境研究所教授
	小林 憲正	横浜国立大学大学院工学研究院教授
	佐々木 晶	自然科学研究機構国立天文台 RISE 月探査プロジェクト教授
	芝井 広	大阪大学大学院理学研究科教授
	柴田 一成	京都大学大学院理学研究科附属天文台教授・台長
	竹本 修三	国際高等研究所招へい研究員／京都大学名誉教授
	田近 英一	東京大学大学院理学系研究科准教授
	田村 元秀	自然科学研究機構国立天文台太陽系外惑星探査プロジェクト室 准教授
	長沼 毅	広島大学大学院生物圏科学研究科准教授
	平林 久	宇宙航空研究開発機構名誉教授
	星 元紀	国際高等研究所フェロー／放送大学教養学部教授
	丸山 茂徳	東京工業大学大学院理工学研究科教授
	山岸 明彦	東京薬科大学生命科学部教授
話題提供者 （ゲストスピーカー） （11人）	伊藤 隆	理化学研究所バイオリソースセンター微生物材料開発室専任研究員
	小林 直樹	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所助教
	高橋 太	宇宙航空研究開発機構月・惑星探査プログラム 宇宙航空プロジェクト研究員
	寺田 直樹	東北大学大学院理学研究科准教授
	はしもとじょーじ	岡山大学大学院自然科学研究科准教授
	兵頭 政幸	神戸大学自然科学先端融合研究環内海域環境教育研究センター教授
	松田 卓也	中之島科学研究所研究員

宮本 英昭	東京大学総合研究博物館准教授
柳澤 孝寿	海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域研究員
山下 雅道	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授
吉村 義隆	玉川大学農学部生命化学科教授

プログラム

6月11日（金）

13:00 開会と挨拶、参加者紹介：海部宣男

セッション1. 【火星での生命探査の可能性】 オーガナイザ：山岸明彦

13:20 セッションの狙い：山岸明彦

13:30 火星における探査計画の現状（生物に限らず）：佐々木晶

13:55 火星はかつて「第二の地球」だったか？：宮本英明

14:40 火星模擬乾燥地帯での生物生存、生育の可能性—地上実験課題：長沼 毅
どの段階を生命（生物）誕生とするか。ダーウィン型進化とは。

15:05 ブレーク

15:25 酸化鉄還元細菌：伊藤 隆

15:45 蛍光顕微鏡を用いた生命検出：吉村義隆

16:05 火星におけるメタン依存鉄還元細菌探査の可能性：山岸明彦

16:30～17:00 討論

セッション2. 【磁場と生命環境】 オーガナイザ：佐々木晶・草野完也

19:00 セッションの狙い：佐々木晶・草野完也

19:10 地磁気逆転の生命・気候への影響：兵頭政幸

20:00 討論

20:30 惑星磁場のメカニズム：高橋 太

21:30～21:50 討論

6月12日（土）

セッション2. (続き)

9:00 磁場・太陽活動と大気安定性：寺田直樹

10:00 生命と磁場・放射線：大島泰郎

10:45 ブレーク

11:05 討論

12:05 昼食

【トピックス】

14:00 嫌気性多細胞生物について：山下雅通

セッション3. 【スーパーアース：生命の場としての可能性】 オーガナイザ：井田茂・田近英一

14:30 スーパーアースの観測データ、天文サイドからの研究の現状のまとめ：井田 茂

15:00 固体地球物理学からのスーパーアースへのアプローチ：小林直樹

16:00 ブレーク

16:20 スーパーアースの熱史：柳澤孝寿

17:05～17:20 討論

19:20 スーパーアースの大気：はしもとじょーじ

20:05 スーパーアースの磁場：高橋 太

20:30～21:30 討論（今後の研究戦略検討を含む）

6月13日（日）

セッション4.【宇宙文明探査と地球文明の未来】 オーガナイザ：海部宣男・平林 久

9:00 セッションの狙い：海部宣男

9:15 SETIに手法と今後：平林 久

10:00 人類の近未来：技術的特異点とマトリックスの世界：松田卓也

11:00 討論（文明探査・未来予測の位置付けと方法・ドレイク方程式など）

12:00 昼食

13:00～15:00 総合討論

- ・ これまでの整理と日本における研究戦略
- ・ 今後の研究会の進め方
- ・ 次回（第4回）研究会の方針（日程、内容、オーガナイザ、招待者）
（特に海外から2～3名招く可能性について、あらかじめご検討ください）
- ・ その他の事項