

## 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（3 年間）

Term of the Project: 2009-2011 fiscal years (3 years)

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, 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本格的に研究し探査する、新しい科学の流れが生まれようとしている。それは 20 世紀末以来、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り、地球と生命、また 21 世紀の人類のあり方そのものに対しても新たな視点が生まれてくる可能性がある。しかし、日本では欧米に比し、この流れに対する大学などでの対応は非常に遅れているのが現状である。

② 必要性：

進展する太陽系の惑星・衛星の探査や太陽系外惑星の発見は、これまでの地球観・惑星観をすでに非常に大きく変えてきている。宇宙における生命の研究は、地球上の生命を大きな視点から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。そのためには宇宙・地球・生命の諸分野がダイナミックかつ密接に結びつくことが本質的であるが、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の大学においてはそれがなかなか進まないのが現状である。その点で、分野を問わず研究者を司式することが可能な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ものである。年に 2 回の泊まり込み研究会で毎回課題を深めながら適宜専門家も招聘し、問題意識を開拓し研究を深めてきた。過去 4 回の研究会では毎回熱意ある討議が行われ、毎回新たな課題を議論し設定して次回の研究会を組織することで広範な課題を整理し、この新しい研究領域の見通しを明らかにするよう努めてきた。例えば地球型惑星における水問題が生命とその進化にとって、これまで考えられてきた以上に重大な意味を持つことなどが明らかになってきている。また今後、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ある。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 in our solar system 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-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)
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)
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)
※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)
*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)
草野 完也	名古屋大学太陽地球環境研究所教授 (2010 年度から参加)
*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)
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)
*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)
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	京都大学名誉教授 (固体地球物理学・測地学) (2009 年度途中から参加)
田近 英一	東京大学大学院新領域創成科学研究科複雑理工学専攻教授 (2010 年度から参加)
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)
*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)
平林 久	中国科学院上海天文台外国人客員教授 (電波天文学)
*星 元紀	放送大学客員教授／東京工業大学名誉教授 (発生生物学)
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)
*丸山 茂徳	東京工業大学大学院理工学研究科教授 (地球史)
山岸 明彦	東京薬科大学生命科学部教授 (分子生命科学)

研究活動実績 :

過去 3 年の期間中、年 2 回の泊まり込み研究会を 6 回重ねた。研究会への出席率は極めて高く、毎回極熱意ある討議が行われて、新たな課題を議論し設定して次回の研究会を組織して、研究すべき課題を深めてきた。また外部から適宜専門家を招聘し、問題意識を拡げてきた。これにより広範な課題を整理し、この新しい研究領域の見通しを明らかにするよう努めてきた。例えば地球型惑星における水の量が生命とその進化にとってこれまで考えられてきた以上に大きな意味を持つこと、宇宙における惑星の存在形態が非常に多様である中での生命の可能性などいくつかの重要な問題が導かれている。そうした成

果は、本研究会参加者の共同で制作する、宇宙の生命に関する教科書に集約されるであろう。

以下、年次ごとの活動概略を述べる。

2009年度：

第一回研究会： 2009年7月17日～19日 於 国際高等研

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状況や課題の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もあり、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。参加者19名。

第二回研究会： 2009年12月18日～20日 於 国際高等研

「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。総合討論では次回研究会に向けて、特にスーパー・アースへの着目、海と生命、地球の生命進化研究等に着目してグループ組織することとした。参加者17名+話題提供者5名。

この年度の話題提供者は、以下の5名である。

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

2010年度：

第三回（通算）研究会： 2010年6月11日～13日 於 国際高等研

「火星での生命探査の可能性」、「磁場と生命環境」、「スーパー・アース」、「宇宙文明と地球文明の未来」の4セッションの報告・討議と、トピックスの報告を行った。惑星形成時における水の量は非常に幅があることから、地球の水が何故非常に少ないのか、また深い海に覆われた惑星では何が起きるのかが、大きな課題となった。地球文明の予測も、極めて不定性が大きい。火星におけるメタン依存生物の可能性は、極めて有力な探査の課題になる可能性がある。残された課題も含めて次回の討論テーマとコーディネータを決定。参加者19名+話題提供者11名。

第四回（通算）研究会： 2010年12月22日～24日 於 国際高等研

大テーマとして浮上している「水と惑星・生命」をはじめ、地球生命の進化を見直す「進化」、火星のメタン依存生物探査も念頭に置いた「探査計画・観測計画」の3テーマについて突っ込んだ検討を行ったほか、宿題になっていた「宇宙における元素存在比」を報告検討した。大量の水を持つ「海惑星」の可能性は大きく、やはり重要課題となる。日本の火星探査に生命探査計画を入れるべきである。等の方向性が議論され、次回に引き継ぐこととした。参加者20名+話題提供者8名

この年度に外部からお願いした話題提供者は、以下18名である。話題提供者の一部は、その後の研究会にも参加している。

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
塩谷 圭吾	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部助教
玄田 英典	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻特任助教
小林 直樹	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所助教
斎藤 成也	国立遺伝学研究所集団遺伝研究部門教授
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
中川 広務	東北大学理学研究科助教

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
長谷川 眞理子	総合研究大学院大学先導科学研究科生命共生体進化学専攻教授
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
藪田 ひかる	大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻助教
山下 雅道	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授
横堀 伸一	東京薬科大学生命科学部分子生命科学科細胞機能学研究室講師
吉村 義隆	玉川大学農学部生命化学科教授

## 2011 年度：

今年度は本研究の最終年次でもあり、検討してきた課題の整理、今後に向けての方針と戦略に重点を移しながら研究会を開催してきた。

### 第五回（通算）研究会： 2011 年 6 月 16 日～18 日 於 東京大学

高等研の予算不足から、須藤教授のご厚意を得て、研究会を東京で開催することとした。日程は従来と同様の 3 日間であるが、夜の科学セッション（懇親を兼ねた夕食会とは別である。念のため）は、場所の都合から設けることが出来なかったのは残念である。元素組成、火星生命探査、「死」、系外惑星探査、ハビタブル惑星の 5 セッションを組織し、かつ取りまとめに向けた総合討論を行った。ここで「宇宙の生命」に関する大テーマを、以下 5 点に絞った。

1. 生命とは何か（定義、種と個体（死）、宇宙におけるバリエーション）
2. 地球史と生物進化（起源、地球+生物進化図、大絶滅、地球の特殊性）
3. ハビタブル惑星（ハビタブル惑星の再定義・拡張（環境・空間・時間））
4. 宇宙生命の探査（太陽系内、太陽系外、宇宙の生命探査ロードマップ）
5. 人類・文明（宇宙文明探査、人類文明の未来）

これに沿って、次回研究会のセッションとオーガナイザーを決定した。また、成果の取りまとめは大学生向けの教科書を書くことに集約することとし、出版の編集ワーキンググループメンバーは芝井、井田、長沼、田近、アドバイザーは海部、星、丸山、山岸とした。参加者 15 名+話題提供者 12 名。

### 第六回（通算）研究会： 2011 年 12 月 14 日～16 日 於 高等研

最終回なので、基本的に取りまとめの出版（教科書）の章建てに沿ってセッションを組織し、それぞれに取りまとめと今後の課題、展望を報告し議論するという形式とした。毎年のように大きな発見が続き今後大きな発展が見込まれる分野であるから、取りまとめとはいつてもあくまで現段階、現在進行形のものである。総合討論では、公式報告書のほか、以下の具体的事項を検討し合意した。

- ①具体的成果としての教科書について：出版社の確定（東大出版会）をうけ目次と著者の具体案を編集グループが提案すること、執筆は 3 月末をとりあえずのメドとすること。
- ②国際生物の起源学会(ISSOL)と国際天文学連合 Bio Astronomy 委員会の合同 ORIGINS シンポジウムを、2014 年に奈良で開催すること。
- ③総合研究大学院大学の研究会として「宇宙の生命」研究会を継続すること（長谷川教授）。

参加者は、16 名+話題提供者 6 名。

この年度の話題提供者は、以下の 16 名であった。

有本 信雄	国立天文台光赤外線研究部教授
生駒 大洋	東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻助教
岡田 達明	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所准教授
河原 創	首都大学研究員

木村 淳	北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻博士研究員
玄田 英典	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻特任助教
住 貴宏	大阪大学大学院理学研究科准教授
高木 由臣	奈良女子大学名誉教授
富田 勝	慶應義塾大学先端生命科学研究科所長／慶應義塾大学環境情報学部教授
藤井 友香	東京大学大学院理学部研究科博士課程 2 年／特別研究員
成田 憲保	国立天文台光赤外線研究部特別研究員
野村 英子	京都大学大学院理学研究科宇宙物理学助教
長谷川 眞理子	総合研究大学院大学先端科学研究科生命共生体進化学専攻教授
松尾 太郎	国立天文台光太陽系外惑星探査室特別研究員
百瀬 宗武	茨城大学理学部理学科教授
鷺谷 いづみ	東京大学大学院農学生命科学研究科教授

### Achievements:

2009 fiscal year:

We organized two workshops in the first year as planned, and achieved considerable progress. 1<sup>st</sup> 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. We discussed and identified several important subjects we should discuss in the 2<sup>nd</sup> workshop. This is our basic style of organizing each workshop.

2<sup>nd</sup> 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.

2010 fiscal year:

We organized two workshops in the 2<sup>nd</sup> year as planned.

1<sup>st</sup> workshop: 11-13 July, 2010 at Nara: Main subjects discussed were: 1. Possible life on the Mars, 2. Magnetic Field and Life, 3. Super Earth as a Site of Life, 4. CETI and Future of the Civilization on the Earth. We found that the quantity of water on the Earth-like planets are essentially important issue.

2<sup>nd</sup> workshop: 22-24 December, 2010 at Nara: Main subjects discussed were; 1. Water on the Earth-Like Planets and Life, 2. Evolution, 3. Plans for Explorations and Observations,

We also discussed on possibility of publish a textbook of Life in the Universe as an output from this program..

Through the first two years we have invited 18 experts to give talks for the Workshops from outside of our group list.

2011 fiscal year:

The 5<sup>th</sup> workshop was held in Tokyo from 16 to 18 June and the 6<sup>th</sup> in Nara, from 14 to 16 December. This year we have invited 16 experts to give talks for the Workshops from outside of our group list.

For the third and last year of this project we tried to summarize the major subjects toward the development of the “life in the universe” study through the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> workshops. Major subjects we identified were: 1. Definition of life on the Earth and in the Universe, 2. Evolution of life on the

Earth and related conditions on other planets/satellites, 3. Habitable planets: How can we define them? 4. Road map and steps of exploration of life in the Universe, 5. Humankind and civilization in the universe.

We will publish a textbook of “Life in the Universe” for university students composed of the above chapters. It will be written by members of this project as a major outcome of this project. The Editing group members were pointed, and they are already working on negotiation with publisher, building detailed contents and pointing writers. It will be published within 2012.

We welcome the ORIGINS international symposium jointly organized by ISSOL and commission 51 of IAU (bio astronomy) in 2014 at Nara, Japan. We also agreed to continue the workshop with the same subject and almost same members. Thanks to professor Hasegawa of GUAS for preparing this 2<sup>nd</sup>-phase “Life in the Universe” study project.

#### 研究活動総括：

本プロジェクトに基づく活動の基本を成してきた研究会やその内容については既に個別に述べたので、ここでは当初の目的・方針を振り返りながら3年間の活動の成果を具体的に述べ、高等研のプロジェクトとしての意義にも触れて総括とする。

本プロジェクトは、宇宙における生命の発生と存在について本格的に研究し探査する新しい科学の流れを日本で広く形成してゆくことを念頭に置き、生物学、地球惑星科学、天文学の3つの分野を中心とした研究者の議論研究の場を構築するものである。

#### **【背景】**

その背景には、20世紀末以来の地球生命の起源・進化研究の進展、無人探査機等による太陽系諸惑星・衛星の探査の展開、そして太陽系外の恒星をめぐる無数の惑星系のめざましい発見という3つの分野における、近年の刺激的な状況がある。宇宙における生命という課題は強い関心を惹くものではあったが、科学的な手掛かりが乏しいため、従来真剣な科学的検討の対象とされてこなかった、いま状況は大きく変化しつつあり、宇宙の生命に関する新分野が生まれようとしている。そこから地球と生命、また21世紀の人類のあり方そのものにも新たな視点が生まれてくる可能性もあるが、日本では欧米に比し、この流れに対する対応は遅れている。

#### **【プロジェクトの視点】**

宇宙における生命の研究は、地球上の生命を大きな視点から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。そのためには宇宙・地球・生命の諸分野がダイナミックに結びつくことが重要だが、縦割りの弊害で分野を越える研究が不得手な日本の大学では、それがなかなか進まない。分野を問わず研究者を組織することが可能な国際高等研のシステムは、このような新たな分野の議論を深め戦略を探る上で適切である。

#### **【プロジェクトの具体方針】**

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、分野を超える総合的な議論を進めて、今後の探求戦略を検討するものである。約20名の参加研究者による年2回の泊まり込み研究会で課題を深め、課題に応じて専門家を招聘し、問題意識を開拓し研究を深めてきた。

#### **【プロジェクトの具体的成果】**

3年間6回の研究会では、回ごとに重要課題を設定しコーディネータが組織する形で密な討議が行われ、分野間の理解を深め相互の問題意識を整理検討してきた。全体として21人の「参加研究者」の全員がよく参加し積極的な寄与を行ったこと、述べて40人近い各分野の専門家に話題提供者として参加いただき、少なくない方々にその後も関心を持っていただいた。高等研での泊まり込み形式は集中し易く夜の科学セッションも可能である等、効率が高かった。研究課題が煮詰まって理論を構築するなどの

段階ではより長期的な集中研究会もよいと思われるが、本プロジェクトのように 20 名強の参加者で各分野から問題を提示し共通認識を形成してゆく研究会では、2 泊 3 日はほぼ適切であった。研究会の開催期間は、目的や状況によりフレキシブルに考えるべきであろう。ただ最終年度は高等研の予算不足により、参加率・活動度が高い本プロジェクトはかえって重荷になったように伺っているが、高等研の高い目標から見て残念な一面だった。

3 年間の活動の結果、この新しい研究領域についての分野間連携が進み、現状における戦略見通しがかなり明らかになってきた。その成果を、参加研究者のほぼ全員が参加する「宇宙の生命」に関する大学生向けの教科書に、総合的に具体化する（東大出版会）。これは宇宙の生命研究の現状、方向性や戦略を明らかにするとともに、日本における宇宙の生命研究を大学を中心として拡げ活発にしようという当初の目標に照らし、極めて有効な方法である。現在固まりつつある内容を以下に示すが、生命の定義、惑星の水問題、進化の偶然性、大絶滅問題、太陽系内の生命、多様な惑星における生命の定義や可能性、観測の進展を踏まえた生命・文明探査の視点などをはじめ、本研究会で詰めてきた多くの新鮮な視点を盛り込み、若手の指針ともなる方向性を提示する。また、若い人々が夢を育める大きなシナリオ・研究展望を含める方針である。

### 1. 生命とは何か

1-1. 生命の定義:(ダーウインの進化論、定義、生命の誕生と初期進化)

1-2. 生命の潜在的多様性:(水、水以外の溶媒、酸化還元状態、自由エネルギー、元素の可能性)

1-3. 種と個体(死):(個体の生と死と性 種の定義 進化(種分化)

展望 生命発生研究の将来

### 2. 生命史と生物進化

2-1. 生命の起源:(生命前駆物質、化学進化:生体有機物と生体機能の起源を探る、初期進化)

2-2. 地球環境と生命の共進化:(酸素濃度の増加史と大酸化イベント、嫌気性生物と好気性生物、全球凍結イベント、全球凍結と酸素濃度と生物進化)

2-3. 生物の進化と大量絶滅

2-4. 地球史と生命史のシナリオ

展望 地球史と生命史のシナリオ

### 3. ハビタブル惑星

3-1. 惑星形成論:(古典的太陽系形成論、古典的モデルの系外惑星系への拡張、古典的モデルの問題点)

3-2. スーパーアース研究の現状:(内部構造、大気)

3-3. 水のとりにこみ:(地球の水、惑星への水の供給プロセス)

3-4. ハビタブル惑星の条件:(古典的条件、地球型惑星の多様性、惑星質量への依存性)

展望 生命存在可能惑星理論の将来

### 4. 地球外生命の探査

4-1. 太陽系内探査:(火星、エウロパ、他の惑星・衛星)

4-2. 太陽系外惑星探査:(太陽系外惑星探査の現状(到達点、精密調査、観測・探査法)、太陽系外惑星探査の将来計画)

展望 宇宙生命発見への道筋

### 5. 人類と宇宙における文明

5-1. 文明の潜在的多様性

5-2. 第 4 生物としての人類

5-3. 宇宙文明の探査と文明の寿命

展望 人類文明の将来と宇宙への進出

- コラム(1.ヒ素生物、2.酸化鉄還元細菌、3.嫌気性生物、4.地下海ハビタブル惑星、  
5.日本の火星生命探査計画、6.太陽系内生命探査の将来計画、  
7.惑星表面状態の観測的解明、8.新ドレイク方程式)

以上、本プロジェクトは3年間という短期間であったが、生物学・地球惑星科学・天文学の多分野共同研究会として密度の高い研究を行い、その成果を踏まえて今後の大学等における研究の基礎となる出版を行うことになった。高等研の研究事業の目的である「新たな学術の芽を見つけ、学術の芽を育てること」に照らしても、有意義であったと考える。最後の第6回研究会のまとめで私が述べた「感想」は、

刺激満載 談論風発 眼鱗剥落 新説開眼 君子豹変

この3年間を通して私が感じたままである。多くの参加者にも、有意義な研究会であったと信じる。

各分野での研究や観測の展開は目覚ましく、本研究会でも毎年新たな進展が報告された。従って宇宙の生命」研究の戦略検討はこれで終わるはずはなく、教科書に関しても、今後の状況に応じ改定も必要と思われる。そこで、第6回研究会での長谷川真理子総合研究大学院大学教授の提案により、同大学の研究会として今後も検討を続ける可能性を探ることになった。また、国際生物の起源学会(ISSOL)と国際天文学連合 Bio Astronomy 委員会の合同 ORIGINS シンポジウムを、2014年に奈良で開催することになった。

以上、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」の全体報告とする。高等研のスタッフの方々には、丁重適切なサポートを頂いた。篤くお礼を申し上げます。

#### Whole Achievement:

We have organized 6 workshops (two times every year) of three days each, mainly at Nara (International Institute for Advanced Studies) with 20 regular attending members plus some 40 special lecturers in total. Attendants were composed of astronomers, earth/planetary scientists and biologists, so that we could exchange the cutting-edge achievements in each area and deepen idea on our common subjects: Life in the Universe. Workshops were so dense and exciting under the closed and comfortable atmosphere at Nara.

As an achievement of this project we decided to publish a textbook on life in the universe for university students. University of Tokyo Press accepter our publication plan, and the details plan of contents and authors (most of regular member of this project) are in its final phase. This textbook will show the achievements of our workshop discussion in these 3 years to the public, and aims to encourage university staffs and students to challenge this exciting new field of science. Let me briefly summarize the contents of the textbook below: it well reflects our efforts in this project.

##### 1. Life

- Definition of Life
- Potential Diversities of Life
- Species, Individuals, and Death
- Perspective

##### 2. History of Life and Evolution on the Earth

- Origin of Life
- Environment of the Earth and Co-Evolution
- Evolution and Mass Extinctions
- Scenario of Histories of Earth and Life
- Perspective

##### 3. Habitable Planets

- Theory of Planet Formation
- Super Earth
- Accumulation of Water onto Planets
- What is Habitable Planets?
- Perspective

##### 4. Exploration of Extra-Terrestrial Life

- Exploration in the Solar System
- Exploration of Life on Exo-Solar Planets



- Perspective: Roadmap Toward Detection of Life in the Universe
- 5. Humankind and Civilization in the Universe
  - Potential Diversity of Civilization
  - Humankind as 4-th-Stage Being
  - Search for Extraterrestrial Civilization and Life of Civilization
  - Perspective

Columns: On eight topical subjects

This publication will be our main achievement of this project. We expect that this will be a good platform to develop studies of life in the universe in many universities.

Discussions we had through the workshops were really trans-disciplinary and productive, also were very much eye-opening for many of us. Developments of studies and observations in this area are so rapid, therefore we need to continue this kind of systematic investigation program. We will look for the possibility of starting 2<sup>nd</sup> term project based on GUAS (The Graduate University of Advance Studies).

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	浅野 茂隆	早稲田大学大学院理工学研究科特任教授
(ゲストスピーカー)	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
(5人)	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

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2回研究会（通算第4回） プログラム

開催日時：2010年 12月22日（水） 13：00～22：00  
12月23日（木） 9：00～22：00  
12月24日（金） 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」（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：（28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 （19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
	平林 久	中国科学院上海天文台外国人客員教授
	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

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

松田 卓也

中之島科学研究所研究員

山下 雅道

宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授

\*\* スピーカー

話題提供者 塩谷 圭吾  
(ゲストスピーカー) 玄田 英典  
(8人) 齋藤 成也

宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部助教

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻特任助教

国立遺伝学研究所集団遺伝研究部門教授

中川 広務 東北大学理学研究科助教  
 長谷川 眞理子 総合研究大学院大学先導科学研究科生命共生体進化学専攻教授  
 宮本 英昭 東京大学総合研究博物館准教授  
 藪田 ひかる 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻助教  
 横堀 伸一 東京薬科大学生命科学部分子生命科学科細胞機能学研究室講師

プログラム

12月22日(水) 13:00～ 【国際高等研究所 セミナー1】

13:00 開会

**セッションⅠ. 水と惑星・生命**

オーガナイザ： 阿部+田近+丸山

視点：惑星における水の量をキーワードとして、生命と海、生命と陸、内部海と生命、オーシャンプラネットなど、水と生命に関するさまざまな可能性を検討し、宇宙の生命探査における指針を探る。

◆ 地球型惑星への水の供給と散逸

13:10 微惑星の混合と彗星の衝突 (井田 茂) (30分+10分)

13:50 太陽組成大気の捕獲と水の散逸 (玄田英典) (30分+10分)

14:30 ブレーク (30分)

◆ 海水量-大陸-酸素-動物の進化

15:00 動物誕生に至る惑星表層環境の進化 (丸山茂徳) (30分+10分)

15:40 水惑星大気における酸素濃度の支配要因 (田近英一) (30分+10分)

16:20 オーバービュー (阿部 豊) (30分+10分)

17:00 セッションⅠの総合討論-1 (30分)

17:30 終了

【けいはんなプラザ会議室「ボルガ」(5F)】

20:00 夜のセッション

セッションⅠの総合討論-2 (60分)

21:00 トピックス：ヒ素生物について (山岸・星)

22:00 終了

12月23日(木) 9:00～ 【国際高等研究所 セミナー1】

**セッションⅡ. 進化**

オーガナイザ： 星+小林

視点：化学進化をも視野に入れつつ、大絶滅と偶然、生物の保守性と進化の時間スケールなど、生物進化と惑星の環境条件との関連について検討し、さまざまな生命形態の可能性を探る。

09:00 化学進化：イントロと実験的結論 (小林憲正) (40分+10分)

09:50 化学進化：隕石と宇宙塵の解析 (藪田ひかる 阪大) (40分+10分)

10:40 ブレーク (20分)

11:00 分子進化：共通祖先からカンブリア爆発まで (横堀伸一 東薬大) (40分+10分)

11:50 昼食【コミュニティーホール】

13:00 大絶滅と進化 (長谷川眞理子 総研大) (40分+10分)

13:50 個体差から進化を考える (斎藤成也 遺伝学研究所) (40分+10分)

14:40 セッション II の総合討論 (40 分)

15:20 ブレーク (20 分)

### セッション III. 探査計画・観測計画

オーガナイザ： 山岸+大石

視点：メタン生物の可能性など火星における生命のさらなる考察と火星探査計画の検討、  
およびアルマの始動で期待される原始惑星系円盤の組成と進化、生命への道を探  
る観測計画について。

15:40 メタンの観測：最新の手法とデータ (中川広務 東北大) (30 分+10 分)

16:20 火星表面：火山・水の年代、地域の特徴、メタン (宮本英昭) (30 分+10 分)

17:00 火星のメタン酸化菌探査 (山岸明彦) (30 分+10 分)

17:40 終了

【けいはんなプラザ会議室「ボルガ」(5F)】

20:00 懇談以後自由な討論

22:00 終了

12月24日(金) 9:00~15:00 【国際高等研究所 セミナー1】

### セッション III (つづき)

09:00 SPICA による系外惑星大気分光 --酸素探査など (塩谷圭吾 ISAS/JAXA) (30 分+10 分)

09:40 ALMA による前生命物質探査計画の提案 (大石雅寿) (30 分+10 分)

10:20 セッション III の総合討論 (30 分)

10:50 ブレーク (20 分)

### ショート・セッション 宇宙における元素存在比 [その1]

11:10 惑星・生命材料としての星間物質の存在比について (芝井)  
(宇宙における生命研究の基本座標の一つとして、宇宙の元素存在比のローカリティ+  
歴史的変遷を数値的にとりまとめる：今回はその1)

11:40 討論 (20 分)

12:00 昼食【コミュニティーホール】

13:30 総合討論

テーマ1. 本研究会の取りまとめに向けて—2 (つづき)

テーマ2. 次回(第5回)研究会について(2011年6月頃)

15:00 終了

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」  
2011年度第1回研究会（通算第5回） プログラム

開催日時：2011年 6月16日（木） 13：30～19：00  
6月17日（金） 9：30～19：00  
6月18日（土） 9：30～15：00

開催場所：東京大学理学部4号館1階 ピロティ―セミナー室（1116号室）  
[http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01\\_06\\_04\\_j.html](http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_06_04_j.html)  
〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1

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：(27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	** 阿部 豊	東京大学大学院理学系研究科准教授
(14人)	** 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
	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
	須藤 靖	東京大学大学院理学系研究科教授
	田近 英一	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
	** 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	中国科学院上海天文台外国人客員教授
	** 星 元紀	放送大学客員教授／東京工業大学名誉教授
	** 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
	** スピーカー	

話題提供者	有本 信雄	国立天文台光赤外線研究部教授
(ゲストスピーカー)	生駒 大洋	東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻助教
(12人)	岡田 達明	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所准教授
	河原 創	首都大学研究員
	住 貴宏	大阪大学大学院理学研究科准教授
	高木 由臣	奈良女子大学名誉教授
	富田 勝	慶應義塾大学先端生命科学研究所所長／ 慶應義塾大学環境情報学部教授
	藤井 友香	東京大学大学院理学部研究科博士課程2年／特別研究員
	成田 憲保	国立天文台光赤外線研究部特別研究員

松尾 太郎 国立天文台光太陽系外惑星探査室特別研究員  
百瀬 宗武 茨城大学理学部理学科教授  
鷺谷 いづみ 東京大学大学院農学生命科学研究科教授

プログラム

6月16日(水) 13:30～ 【東京大学理学部4号館 1116号室】

13:30 開会式 (海部 宣男)

◇ショート・セッションA. 元素組成(つづき): コーディネータ: 芝井

13:40-14:40 重元素量分布について(仮題) 有本 信雄(国立天文台:TBC)

◇ショート・セッションB. 火星メタン酸化菌探査計画: コーディネータ: 山岸

14:40-15:40 MELOS計画(火星複合探査計画)について 岡田 達明(宇宙研)

15:40-16:40 ◇総合討論I 取りまとめに向けて

《休憩20分》

◇セッションI. 「死」: コーディネータ: 星, 山岸

(死の進化と意味、現代の大量絶滅、環境問題、タイムスケール)

17:00-17:20 イントロダクション 星 元紀

17:20-18:50 現代の大量絶滅と生物多様性の保全 鷺谷 いづみ(東京大学)

19:00 終了

《懇談会》

6月17日(金) 9:30～ 【東京大学理学部4号館 1116号室】

◇セッションI. 「死」(つづき)

09:30-10:50 死の進化と生物学的な意味 高木 由臣(奈良女子大名誉教授)

10:50-12:10 システムバイオロジーによる寿命研究と生命起源研究 富田 勝(慶應義塾大学)

《昼食 1時間》

セッションII. 系外惑星の探査・観測の進展: コーディネータ: 田村, 井田, 芝井

(ケプラーの成果、地球型惑星探査の現状、ALMA、JWST、TMT、SPICA等による観測計画、惑星への物質集積、惑星における物質循環)

13:10-13:20 本セッションの目的 田村

13:20-13:50 ケプラー衛星の成果と今後のトランジット観測 成田 憲保(国立天文台)  
(地球型惑星の統計とトランジット法による特徴づけ)

13:50-14:20 視線速度法とスーパーアース 生駒 大洋(東京工業大学)  
(軽い惑星の統計、スーパーアースの観測と理論の比較)

14:20-14:50 重力レンズによる地球型惑星探査 住 貴宏(大阪大学)  
(Habitable planetsやlow-mass planetsにどこまで迫れるか?)

《休憩 20 分》

- 15:10-15:40 ALMA 百瀬 宗武 (茨城大学)  
(サブミリ波で迫る円盤観測を含んだ惑星形成と生命の起源)
- 15:40-16:10 TMT+E-ELT 松尾 太郎 (国立天文台)  
(地上次世代望遠鏡が目指す M 型星周辺の地球型惑星探査と特徴づけ)
- 16:10-16:40 JWST 他将来計画全般+研究会速報 田村 元秀  
(スペース次世代望遠鏡が目指すもの)

《休憩 20 分》

- 17:00-17:30 地球型惑星形成理論 井田 茂  
(理論はスーパーアースや地球型惑星に迫る観測をどう説明するか)
- 17:30-18:10 地球型惑星のキャラクタリゼーション 河原 創 (首都大)、藤井 友香 (東京大学)  
(各 20 分) (次世代望遠鏡による惑星上の生命の探査に向けて)
- 18:10-18:50 討論
- 19:00 終了

6 月 18 日 (土) 9:30~15:00 【東京大学理学部 4 号館 1116 号室】

セッション III. ハビタブル惑星と生命の誕生・進化: コーディネータ: 丸山, 阿部, 田近

- 09:30-10:00 ハビタブル惑星の条件のまとめと課題 阿部 豊
- 10:00-11:00 生命誕生の前駆現象, 必要条件, 場の形成 丸山 茂徳
- 11:00-11:30 原生代初期全球凍結の帰結と今後の課題 田近 英一
- 11:30-12:00 原生代後期全球凍結, 生物進化, 大陸性リフト 丸山 茂徳

《昼食 1 時間》

- 13:00-13:30 Ecosystem 進化, 大量絶滅, 生命進化の新しいモデル 磯崎 行雄 (代読:丸山)
- 13:30-14:00 討論

14:00-15:00 **総合討論-II**

本研究会の取りまとめに向けて  
次回 (第 6 回) 研究会について (2011 年 12 月頃)  
その他の事項

15:00 研究会終了

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」  
2011年度第2回研究会（通算第6回） プログラム

開催日時：2011年 12月14日（水） 13：30～22：00  
12月15日（木） 9：00～22：00  
12月16日（金） 9：00～15：00

開催場所：国際高等研究所 セミナー1  
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：(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	** 阿部 豊	東京大学大学院理学系研究科准教授
(メンバー)	** 磯崎 行雄	東京大学大学院総合文化研究科教授
(15人)	** 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
	竹本 修三	京都大学名誉教授
	** 田近 英一	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
	** 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
	** 星 元紀	放送大学客員教授／東京工業大学名誉教授
	** 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

\*\* スピーカー

話題提供者	生駒 大洋	東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻助教
(ゲストスピーカー)	木村 淳	北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻博士研究員
(6人)	玄田 英典	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻特任助教
	高木 由臣	奈良女子大学名誉教授
	野村 英子	京都大学大学院理学研究科宇宙物理学助教
	長谷川 眞理子	総合研究大学院大学先端科学研究科生命共生体進化学専攻教授



プログラム

12月14日(水) 13:30~18:00

◇開会

13:30 海部

\*\*\*\*\*

◇セッション I. 生命とは何か <コーディネータ:山岸>

1.1 生命の定義

13:40 山岸 (20+10)

1.2 生命の潜在的多様性 (地球外生命にも言及)

14:10 長沼 (40+10)

15:00 山岸 (20+10)

15:30 ブレーク 20分

1.3 種と個体(死)

15:50 星 (40+10)

16:40 高木由臣 (40+10)

1-4 まとめの討論 <山岸>

17:30 討論 (30)

18:00 《ブレーク》

\*\*\*\*\*

20:00~22:00

◇セッション II. 地球史と生物進化 <コーディネータ:田近>

2-1. 生命の起源

20:00 小林 (化学進化、30)

20:30 山岸 (初期進化、30)

2-2. 海と大陸の進化

21:00 丸山 (30)

2-3. 地球と生命の共進化

21:30 田近 (30)

22:00 《第一日終了》

12月15日(木) 9:00~17:25

◇セッション II. 地球史と生物進化(つづき)

2-4. 生物の大量絶滅

09:00 磯崎 (30)

2-5. 地球史と生物進化のシナリオ

09:30 丸山 地球史+生物進化全体の丸山シナリオ (60)

2-6 まとめの討論 <田近、丸山、磯崎>

10:30 討論 (30)

11:00 ブレーク

\*\*\*\*\*

◇セッション III. ハビタブル惑星 <コーディネータ:井田>

### 3-1. 惑星系形成論

11:30 井田 (30)

### 3-2. スーパーアース研究の現状

12:00 生駒大洋 (30)

12:30 昼食(60)

\*\*\*\*\*

### 3-3. 水の取り込み

13:30 玄田英典 (30)

### 3-4. ハビタブル惑星の条件

14:00 阿部 地球型惑星の質量と惑星環境・進化の問題、  
および海陸比が異なる惑星ごとの条件 (45)

### 3-5. まとめの討論 <井田>

14:45 討論 (30)

15:15 ブレーク

\*\*\*\*\*

### ◇セッション V. 人類・文明 <コーディネータ：星>

#### 5-1 文明の潜在的多様性+ヒトの誕生

15:45 長谷川真理子 (30+20)

#### 5-2 第4生物として的人类+文明の寿命

16:35 星 (30+20)

17:25 ブレーク

20:00~22:00

#### 5-3 宇宙文明とその探査

20:00 海部宣男 (20+20)

#### 5-4 まとめの討論 <星>

20:40 (30)

#### ◇教科書出版について I <出版 WG：芝井、井田、長沼、田近>

21:10 報告と討論 (40)

22:00 《第2日終了》

12月16日(金) 9:00~15:30

\*\*\*\*\*

### ◇セッション IV. 地球外生命の探査 <コーディネータ：芝井>

#### 4-1 太陽系内探査

9:00 佐々木 (火星) (30)

9:30 長沼 (エウロパ) (15)

9:45 木村淳 (ガニメデ、カリスト、タイタン、エンケラドゥス)  
コメント(佐々木)を含む (35)

#### 4-2 宇宙生命の前駆物質

10:20 大石 (宇宙生命前駆物質の観測・実験的研究のレビュー) (30)

10:50 野村英子 (星間塵化学反応ネットワーク) (20)

#### 4-3 太陽系外惑星探査と発見へのロードマップ (スーパーアース級以下)

11:10 田村 (系外惑星探査の現状) (30)

11:40 芝井（系外惑星探査の将来計画（20）

12:00 まとめの討論（30）

12:30 昼食

\*\*\*\*\*

◇総合討論 <海部>

13:30 研究会を振り返って：総合討論（40）

14:10 教科書出版についてⅡ <出版WG：芝井、井田、長沼、田近>（30）

14:40 報告書、そのほかの事項について（20）

15:00 研究会終了

\*\*\*\*\*