

Part 2

No. 1



# S·P·A·C·E TOURISM™

Lecture Series given by Dr.-Ing. Robert Alexander Goehlich

© 2003 by Robert A. Goehlich



Part 2

No. 2



# S·P·A·C·E TOURISM™

Lecture Series given by Dr.-Ing. Robert Alexander Goehlich

© 2003 by Robert A. Goehlich



## Content

No. 3



- **General**
- **Questions and Answers from last Lecture**
- **Aspects on Space Tourism**
  - Stages of Space Tourism
  - Mass Space Tourism versus Individual Space Tourism
  - Order of Tour Events
  - Tourist Attractions in Space
  - Space Advertising
  - Space Nutrition
- **Requests from Audience for Future Lectures**
- **Homework for next Lecture**

## 内容

No. 4



- **はじめに**
- **前回の問題と答え**
- **スペース ツーリズム**
  - スペース ツーリズム
  - 団体宇宙旅行と個人宇宙旅行
  - ツアーの一例
  - 宇宙空間での活動
  - 宇宙を利用した宣伝
  - 宇宙食
- **今後の講義に対する要望**
- **次回までの課題**

## General Contact

No. 5



Dr.-Ing. Robert Alexander GOEHLICH  
Mobile: +81-(0)90 1767 1667  
Fax: +81-(0)45-566-1778  
Email: [mail@robert-goehlich.de](mailto:mail@robert-goehlich.de)  
Internet: [www.robert-goehlich.de](http://www.robert-goehlich.de)



Ms. Chiharu ITOGA (Teaching Assistant)  
Mobile: +81-(0)90 1024 7110  
Email: [c\\_itoga@e-ml.jp](mailto:c_itoga@e-ml.jp)



Mr. Takeshi SAKAMOTO (Teaching Assistant)  
Mobile: +81-(0)90 8004 7580  
Email: [takeshi@sf.netyou.jp](mailto:takeshi@sf.netyou.jp)



Address: Keio University  
Department of System Design Engineering  
Ohkami Laboratory (Space System Engineering), Office 14-609/14-620  
3-14-1 Hiyoshi, Kohoku-ku  
Yokohama 223-8522, JAPAN

## 自己紹介 連絡先

No. 6



工学博士 ロバート アレクサンダー グーリッヒ  
電話: +81-(0)90 1767 1667  
ファクス: +81-(0)45-566-1778  
E-メール: [mail@robert-goehlich.de](mailto:mail@robert-goehlich.de)  
ホームページ: [www.robert-goehlich.de](http://www.robert-goehlich.de)



狼研究室修士2年 糸賀 千春  
電話: +81-(0)90 1024 7110  
E-メール: [c\\_itoga@e-ml.jp](mailto:c_itoga@e-ml.jp)



狼研究室修士1年 坂本 岳志  
電話: +81-(0)90 8004 7580  
E-メール: [takeshi@sf.netyou.jp](mailto:takeshi@sf.netyou.jp)



住所: 狼研究室 (宇宙システム工学), 14棟609/14棟620  
慶應義塾大学理工学部  
システムデザイン工学科  
横浜市港北区日吉3-14-1

## Stages of Space Tourism

### Stage 1: Nature Attractions and Others

No. 7



This stage includes all natural phenomenon or industrial products in direct correlation to space, which are normally low-priced to observe or to experience.

Example: Natural Phenomenon

Such as starry sky, shooting star, northern lights, eclipse of the sun, lunar eclipse, etc.

Example: Industrial Products

Such as space food, space proofed pen, space proofed wrist watch, etc.



## スペース ツーリズム

### 段階 1: 自然現象の観察

No. 8



この段階は宇宙に直接関連した全ての自然現象や工業的な製品を含みます。これらは通常低価格で見たり、経験したりできます。

自然現象の例：

星空，流れ星，オーロラ，  
日食，月食，など

工業製品の例：

宇宙食，宇宙空間用のペン，  
宇宙空間用の時計など



# Stages of Space Tourism

## Stage 2: Terrestrial Tour

No. 9



Example: Theme Parks

Theme parks, such as Space Park Bremen, are primarily attracting young people and families. Price: \$22.



# スペース ツーリズム

## 段階 2: 地球圏内のツアー

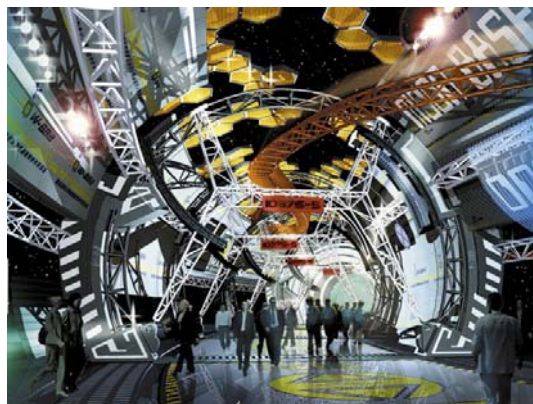
No. 10



例: テーマパーク

ブレーメンスペースパークのようなテーマパークが若者や家族連れに脚光を浴びています。

価格: 22ドル



## Stages of Space Tourism

### Stage 2: Terrestrial Tour

No. 11



#### Example: Rocket Launch Tour

Organized tours to watch rocket launches are mainly realized around the Space Shuttle. Tourists can enjoy a three-day stay at Kennedy Space Center, Florida, USA, including access to the NASA shuttle launch viewing area during a Space Shuttle launch, IMAX movie and post-launch celebration for \$1200.

#### Program Itinerary

Details subject to change.

**Day One** - Following your arrival at the Cocoa Beach Hotel, you depart for a VIP tour, including restricted areas of the Kennedy Space Center (KSC) launch facility. Evening reception.

**Day Two** - Depart for KSC for a tour of the Saturn V complex, LC-39 Launch Gantry and ISS center. Lunch and an IMAX movie. Open evening.

**Day Three** - Launch day (schedule varies depending on launch time). Launch viewing with an astronaut host and post-launch celebration.

**Day Four** - Hotel check-out and departure.

## スペース ツーリズム

### 段階 2: 地球圏内のツアー

No. 12



#### 例: ロケットを用いたツアー

スペースシャトルの打ち上げを観覧するツアーはすでに実現されています。参加者はアメリカ、フロリダ州のケネディ宇宙センターで三日間の滞在を楽しむことができます。この期間中にNASAの打ち上げ場近くへ行ったり、IMAXムービーや打ち上げ後の祝賀会に出席することができます。

#### プログラム 行程

1日目 - ココアビーチホテル到着後、ケネディ宇宙センター打ち上げ施設の立ち入り制限区域を含むVPツアーへ出発。  
夕方から歓迎会

2日目 - サターンV複合施設、LC-39打ち上げガントリー、国際宇宙ステーションセンターへ出発。昼食後、IMAXムービー。夕方から自由行動。

3日目 - 打ち上げ日(打ち上げ時間によって日程変更あり) 宇宙飛行しと打ち上げを観覧、祝賀会。

4日目 - チェックアウト、解散

# Stages of Space Tourism

## Stage 2: Terrestrial Tour

No. 13



(movie)

# スペース ツーリズム

## 段階 2: 地球圏内のツアー

No. 14



(ムービー)

## Stages of Space Tourism

### Stage 2: Terrestrial Tour

No. 15



#### Example: Space Camps

Space camps are mainly located at Huntsville, Alabama, and Yuri Gagarin Cosmonaut Training Center at Russian Star City nearby Moscow. Duration is from two to four days and it is offered one or more of the following attractions: training in a centrifuge for \$1700, training in a neutral buoyancy hydrolab for \$7000 or training in a Soyuz simulator for \$8500.



## スペース ツーリズム

### 段階 2: 地球圏内のツアー

No. 16



#### 例: スペースキャンプ

スペースキャンプは主にアラバマ州のHuntsvilleやモスクワ近くにあるユーリ ガガーリン宇宙飛行士トレーニングセンターで行われます。期間は2~4日間で、次のようなアトラクションを経験することができます。

- 遠心重力機内での訓練  
→1700ドル
- ハイドロラブでの訓練  
→7000ドル
- ソユーズシミュレータでの訓練  
→8500ドル





## Stages of Space Tourism

### Stage 3: Parabolic Flight

No. 17



Each maneuver starts from level flights, pitches up to approximately 45 degrees nose-high resulting in a 20 seconds 2 g pull-up. After that, aircraft engines are powered back and the airplane is launched into the same parabolic trajectory a ball would flow, providing everyone inside the aircraft with approximately 20 seconds of weightlessness. At the bottom of the parabola, the aircraft pilot pulls out the dive, resulting in a 2 g load for 20 seconds and levels off for the next arc. About 20 maneuvers are performed during one flight.

Example:

Zero-g passenger in Russian IL-76 (Space Adventures)



## スペース ツーリズム

### 段階 3: パラボリックフライト(放物線飛行)<sup>18</sup>

水平飛行から20秒ほど2gの加速度後、45度の角度で上昇します。その後、航空機のエンジンは推力を戻し、同じ放物線軌道に打ち上げられます。これによって、航空機内の乗客は20秒間程度の無重量状態を体験できます。放物線軌道の底部では、航空機のパイロットは20秒間の2gの加速度による飛行を止め、次の軌道に備え姿勢を安定させます。一回のフライトでだいたい20回の無重量状態を体験できます。

例:

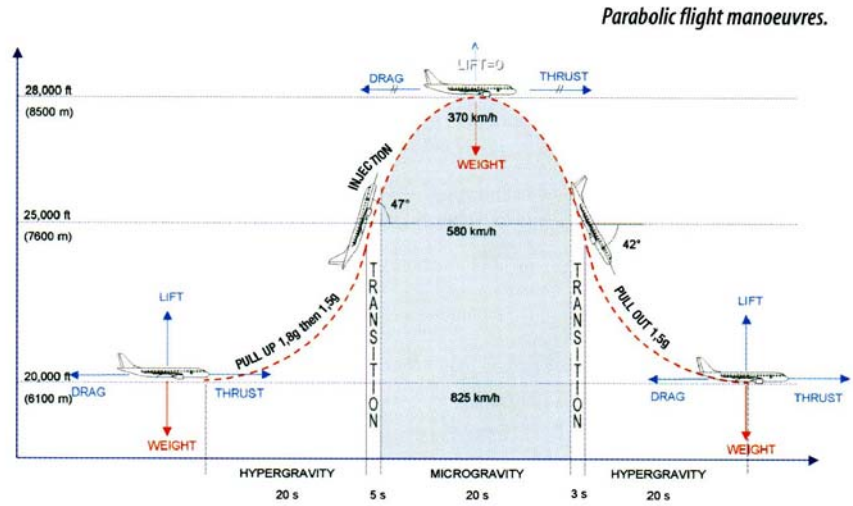
ロシア IL-76内で無重量状態を体験している乗客 (Space Adventures)



# Stages of Space Tourism

## Stage 3: Parabolic Flight

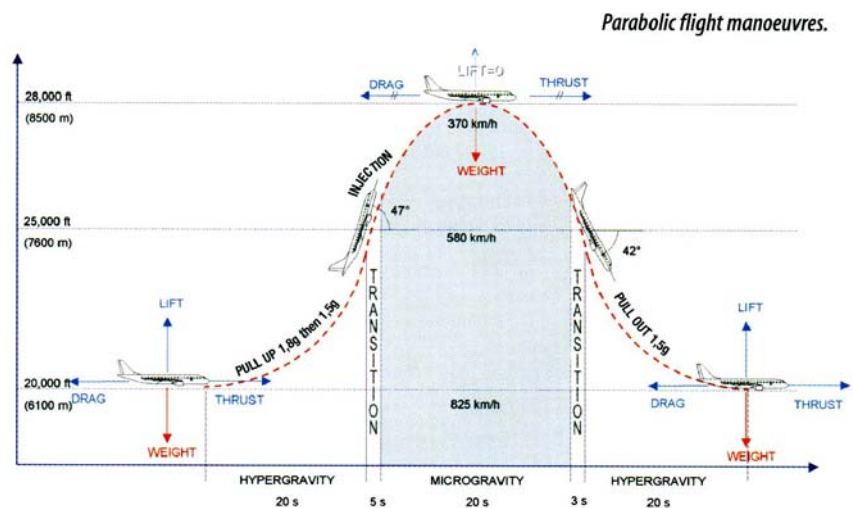
No. 19



# スペース ツーリズム

## 段階 3: パラボリックフライト

No. 20



# Stages of Space Tourism

## Stage 3: Parabolic Flight

No. 21



(movie)

# スペース ツーリズム

## 段階 3: パラボリックフライト

No. 22



(ムービー)

## Stages of Space Tourism

### Stage 4: High-altitude Flight

No. 23



Passengers in a high-altitude aircraft at up to 25 km altitude can see the curvature of the Earth below and the dark sky of space above. Space Adventures, Inc. offers MiG-25 flights for about \$13 000. Alternatively, MiG-21, MiG-23, MiG-29 and Su-30 can be used, too.

Example:

High-altitude passenger in Russian Mig-25 (Space Adventures)



## スペース ツーリズム

### 段階 4: 高高度飛行

No. 24



高度25km以上の高高度を飛行する航空機に乗って眼下には地平線の湾曲を、上には宇宙の暗黒の空を見ることができます。有限会社スペースアドベンチャーズは、MiG-25による飛行を13000ドルで提供しています。他にも、MiG-21, MiG-23, MiG-29, Su-30などを利用することができます。

例:

Mig-25内で高高度飛行を体験している乗客 (Space Adventures)



# Stages of Space Tourism

## Stage 4: High-altitude Flight

No. 25



(movie)

# スペース ツーリズム

## 段階 4: 高高度飛行

No. 26



(ムービー)

## Stages of Space Tourism

### Stage 5: Suborbital Flight

No. 27



Much higher altitude suborbital flights would open up new regimes for space experiences. Suborbital space flight for tourism can be defined by the following term: "Customers go on a quick ballistic flight in a spacecraft into space, get a few minutes of weightlessness and then return to Earth, without reaching orbit."

Example:

Suborbital Flight by using  
Ascender (Bristol Spaceplanes)



## スペース ツーリズム

### 段階 5: サブオービタル飛行

No. 28



より高い高度を飛行する“サブオービタル飛行”によって、宇宙空間の新しい領域を経験する事ができます。サブオービタル飛行は次のように定義されます：“顧客が機体に乗って弾道軌道を飛行後、数分間の無重量を経験し、軌道に到達することなく地球に帰還すること”。

例:

アセンダーによるサブオービタル飛行 (Bristol Spaceplanes)



# Stages of Space Tourism

## Stage 5: Suborbital Flight

No. 29



■  
(movie)

# スペース ツーリズム

## 段階 5: サブオービタル飛行

No. 30



■  
(ムービー)

## Stages of Space Tourism

### Stage 6: Orbital Flight

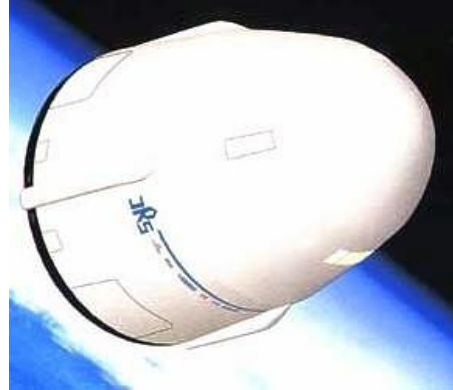
No. 31



Orbital flights would allow passengers to watch different continents and many sunsets and sunrises. There would be plenty of time for experiences in weightlessness.

Example:

Orbital Flight by using Kankoh Maru  
(Kawasaki)



## スペース ツーリズム

### 段階 6: オービタル飛行

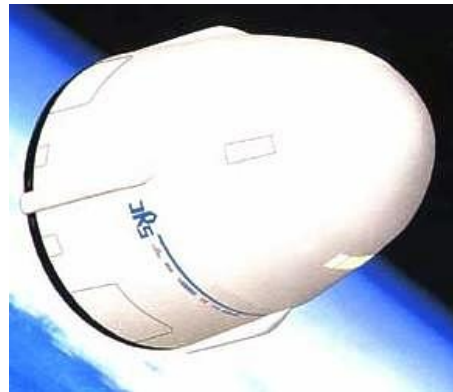
No. 32



オービタル飛行によって、乗客は異なった大陸、日の出、日の入りを見ることができます。長時間の無重量体験をすることができます。

例:

観光丸によるオービタル飛行  
(川崎重工業株式会社)





## Stages of Space Tourism

### Stage 7: Orbital Flight plus Hotel Stay

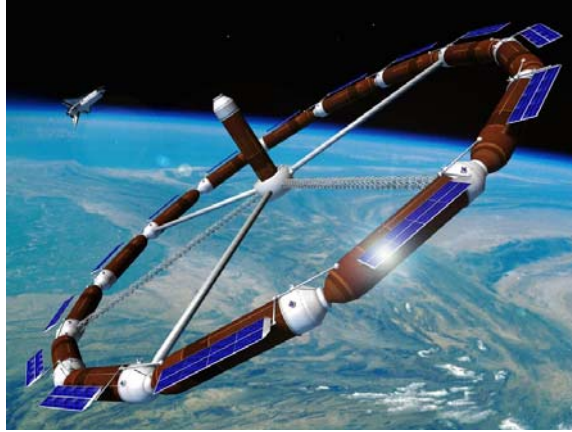
No. 33



The first hotel would have zero gravity, but future designs call for a hotel that might rotate once per minute to create a gravitational pull one-third as strong as Earth's one.

Example:

Orbital Flight to Rotating Space Hotel (Space Island Group)



## スペース ツーリズム

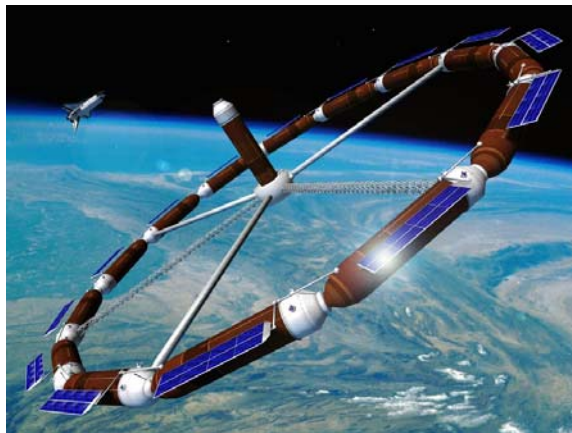
### 段階 7: オービタル飛行 + 宇宙ホテル滞在<sup>34</sup>



最初のホテルは無重力のものですが、将来的には1分間に1回転程度の自転により地球の3分の1程度の重力を発生させることのできるホテルの実現が要求されています。

例:

自転する宇宙ホテルへのオービタルフライト (Space Island Group)



## Stages of Space Tourism

### Stage 8: Moon Flight

No. 35



When compared to a simple suborbital or orbital flight, the complexity of the scenario increases significantly for a Moon trip. Total delta velocity  $\Delta V$  required for the entire mission is of the order of 20 km/s. In the context of space tourism, Moon trips are unlikely in short term but might happen in long term.

Example:

Holiday on the Moon  
(ESA)



## スペース ツーリズム

### 段階 8: 月旅行

No. 36



単純なサブオービタルやオービタル飛行と比べ、月旅行計画の実現は非常に困難です。このミッションに要求される速度は20km/sです。スペース ツーリズムの観点から、月旅行は短期間での実現は難しいですが、いずれは実現できるものと考えられます。

例:

月での休日 (ESA)



## Stages of Space Tourism

### Stage 9: Mars Flight

No. 37



USA, Russia and China have plans to send astronauts to Mars. The main problem, the reduction of travel time, has not yet been resolved. Tourists would want to land on Mars; just staying in the Mars orbit does not seem to be attractive enough for such a long journey. It is highly unlikely that space tourists in coming decades would fly to Mars, but not impossible.

Example:

Holiday on the Mars  
(Phil Smith)



## スペース ツーリズム

### 段階 9: 火星旅行

No. 38



アメリカ、ロシア、中国は宇宙飛行士を火星へ送る計画を立てています。最も大きな問題は行時間の短縮であり、これは今だに解決していません。また、この旅行に参加する人は、火星軌道に留まるだけでは長い旅に釣り合わないため、火星に降り立ちたいと感じるでしょう。今後10年程度で火星へ旅行することは極めて困難だと考えられますが、不可能ではありません。

例:

火星での休日 (Phil  
Smith)



## Stages of Space Tourism

### Stage 10: Titan Flight and Beyond

No. 39



Space tourism flights to other planets beside Mars are not imaginable with even improved assumed rocket propulsion technology such as fusion or fission engines due to still very long travel times.

Example:

Saturn as seen from  
Titan (Novaspace)



## スペース ツーリズム

### 段階 10: タイタン旅行

No. 40



火星近傍の衛星への旅行は核融合や核分裂によるロケット推進技術を用いても、極めて長時間にわたる航行が必要となるため、実現性がほとんどありません。

例：

タイタンから見た木星  
(Novaspace)



# Stages of Space Tourism

## Summary

No. 41



Stage	Description	Price	Realized
1	Nature Attractions + Others	\$0-\$500	yes
2	Terrestrial Tour	\$22-\$8500	yes
3	Parabolic Flight	\$5000	yes
4	High-altitude Flight	\$13 000	yes
5	Suborbital Flight	(\$100 000)	no
6	Orbital Flight	(\$300 000)	no
7	Orbital Flight + Hotel Stay	(\$400 000)	no
8	Moon Flight	(?)	no
9	Mars Flight	(?)	no
10	Titan Flight and Beyond	(?)	no

Definition 1

Definition 2

# スペース ツーリズム

## 要約

No. 42



段階	要約	価格	実現
1	自然現象の観察	\$0-\$500	yes
2	地球圏内ツアー	\$22-\$8500	yes
3	パラボリック飛行	\$5000	Yes
4	高高度飛行	\$13 000	Yes
5	サブオービタル飛行	(\$100 000)	no
6	オービタル飛行	(\$300 000)	no
7	オービタル飛行 + 宇宙ホテル滞在	(\$400 000)	no
8	月旅行	(?)	no
9	火星旅行	(?)	no
10	タイタン旅行	(?)	no

定義 1

定義 2

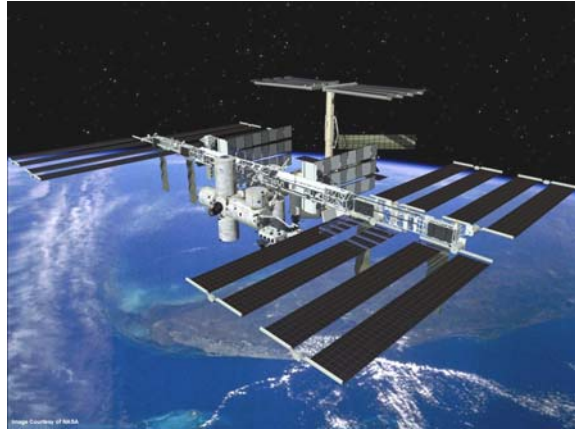
## Stages of Individual Space Tourism

### Stage x: Orbital Flight plus ISS Stay

No. 43



This tour has been joined by Dennis Tito in 2001 and Mark Shuttleworth in 2002 for \$20 million each. In future, one or two tourists per year are assumed to continue this activity.



Example:

Visiting the International Space Station (NASA)

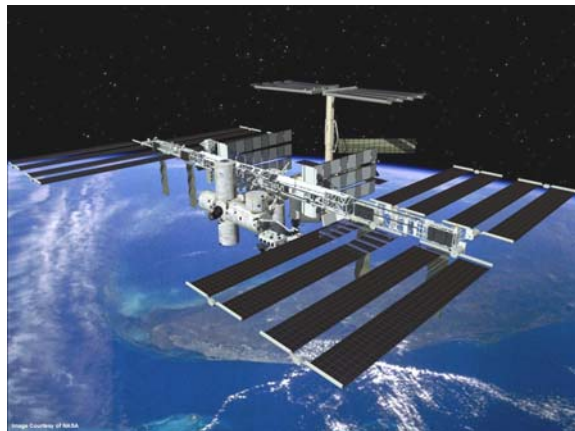
## 個人宇宙旅行

### 段階 x: オービタル飛行 + ISSへの滞在

No. 44



2001年にデニス ティト, 2002年にマーク シュトルワースの両氏がこのツアーに2千万ドルで参加しました. 今後も1年に1~2名がこのツアーに参加するものと考えられています.



例:

ISSへの訪問 (NASA)

# Stages of Individual Space Tourism

Stage x: Orbital Flight plus ISS Stay

No. 45



(movie)

# 個人宇宙旅行

段階 x: オービタル飛行 + ISSへの滞在

No. 46



(ムービー)

# Mass versus Individual Space Tourism

## Summary

No. 47



### Individual Space Tourism

- A few tourists per year.
- Prices would stay high due to low launch frequency.
- Mostly Expendable Launch Vehicles
- Good advertising for space tourism



### Mass Space Tourism

- Thousands of tourists per year.
- Potential for low prices due to high launch frequency.
- Mostly Reusable Launch Vehicles
- High program investment costs.



# 団体宇宙旅行と個人宇宙旅行

## 要約

No. 48



### 個人宇宙旅行

- 1年に数名程度の参加者
- 打ち上げ回数が少ないため、高価格のまま
- 使い捨て型宇宙輸送機
- スペース ツーリズムの良い宣伝



### 団体宇宙旅行

- 1年に数千人程度の参加者
- 打ち上げ回数が増えるために、低価格になる可能性が高い
- 再使用型宇宙輸送機
- 高投資コスト





## Order of Tour Events

No. 49



Basic Program			Optional
3 days	1 day	2 days	1 week
PREPARATION	FLIGHT	PREPARATION	VACATION
<ul style="list-style-type: none"> <li>- arrival</li> <li>- parabolic flight</li> <li>- water tank</li> <li>- centrifuge</li> <li>- lectures</li> <li>- etc.</li> </ul>	<u>Suborbital Flight</u> ½ to 3 hours - ascent - 5 min. 0-gravity - descent <hr/> <u>Orbital Flight</u> about 24 hours - ascent - 23 h 0-gravity - descent	<ul style="list-style-type: none"> <li>- digest impressions</li> <li>- prepare for departure</li> <li>- etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- relax in countryside</li> </ul>

## ツアーの一例

No. 50



基本プログラム			オプション
3日間	1日	2日間	1週間
準備	フライト	準備	休暇
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 現地到着</li> <li>- パラボリックフライト</li> <li>- ウォータータンク</li> <li>- 遠心機</li> <li>- 講義</li> <li>- その他</li> </ul>	<u>サブオービタル</u> 30分～3時間 - 上昇 - 5分間の無重力 - 帰還 <hr/> <u>オービタル</u> 24時間 - 上昇 - 23時間の無重力 - 帰還	所感, プログラムの要約 - 出発準備 - その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>- リラックス</li> </ul>

## Tourist Attractions in Space

No. 51



- Watch the Earth
- Watch Space
- Play with food
- Float around
- Receive astronaut wings
- Make videos and pictures
- Wedding
- Ceremony

## 宇宙空間での活動

No. 52



- 地球観察
- 宇宙観察
- 食べ物で遊ぶ
- ふわふわ浮く
- 宇宙飛行士資格を受け取る
- ビデオや写真を撮る
- 結婚
- 儀式, セレモニー

## Space Advertising

No. 53



High levels of technology, investments and health required for manned missions cause people to associate space with success, elitism and exclusivity. The stronger the associations concerning a product, the easier it is to sell, because space has a natural capability to sell itself.

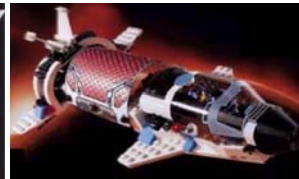
Omega's "only watch worn on the Moon"



Givenchy's launcher shaped perfume bottle



Lego's "Life on Mars"



## 宇宙を利用した宣伝

No. 54



有人宇宙活動では高度な技術レベル, 投資額, 健康状態が求められるため, 宇宙は成功やエリート意識などと結び付けて考えられます. 宇宙という言葉にそのような意味合いが強く含まれるため, 宇宙という言葉自体に売れ行きを促進する効果があります.

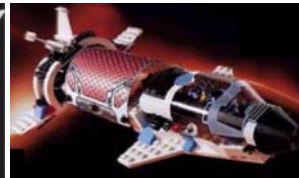
オメガ "月で使われた唯一の時計"



Givenchy ロケット型の香水ボトル



Lego "火星での生活"



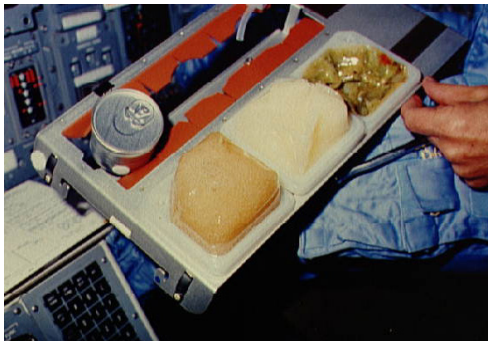
# Space Nutrition

No. 55



Early flights showed that astronauts did not eat enough due to lack of appetite. The presentation of more appetizing and varied food has been realized in the last decade. However, for Space Shuttle missions food has still been served in a condensed gelatinous form.

Example: Typical Space Shuttle Menu (Lane, Schoeller)



Breakfast	Lunch	Dinner
Dried pears	Tuna	Shrimp cocktail
Beef patty	Tortilla	Beefsteak
Seasoned scrambled eggs	Banana pudding	Potatoes au gratin
Oatmeal with brown sugar	Shortbread cookies	Asparagus
Orange juice	Almonds	Strawberries
-	Grape drink	Lemonade

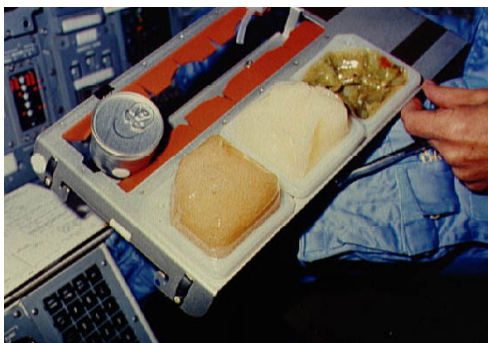
# 宇宙食

No. 56



初期の頃は、食欲減退のため、宇宙飛行士は十分な食事を取れませんでした。現在では食欲も減退しなくなり、たくさんの種類の宇宙食も実現しました。しかし、スペースシャトルミッションでは食事は今だに濃縮されたゼリー状のものが出されます。

例：典型的なスペースシャトルの食事 (Lane, Schoeller)



朝食	昼食	夕食
乾燥させた西洋梨	ツナ	エビの付け合せ
牛肉のパティ	トルティーヤ	ビーフステーキ
味付スクランブルエッグ	バナナプリン	ポテトグラタン
ブラウンシュガー入りオートミール	ショートブレッドクッキー	アスパラガス
オレンジジュース	アーモンド	イチゴ
-	グレープジュース	レモネード

